



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

Pour l'année de référence 2022

## 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 ouverte.
- 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 : *Xavier Schwindenhammer, 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\_8

Référence du projet : 900896

Référence du rapport : PE\_INV-BEGES\_EAP\_2023 Rapport 15/08/2024

Date de publication : Août 2024

### **ATMO Grand Est**

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

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : [contact@atmo-grandest.eu](mailto:contact@atmo-grandest.eu)

## SOMMAIRE

PREAMBULE.....	3
CADRE ET OBJECTIF .....	4
A. EMISSIONS DIRECTES DE POLLUANTS ET GES.....	5
1. METHODE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE .....	5
1.1. INVENTAIRE DES EMISSIONS : PRINCIPES, DEFINITIONS .....	5
1.2. METHODOLOGIE .....	6
1.3. INCERTITUDES LIEES AUX CALCULS DES EMISSIONS .....	10
1.4. SPECIFICATIONS DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS DE L'AEROPORT DE BALE MULHOUSE .....	11
1.4.1. Couverture géographique et résolution spatiale.....	11
1.4.2. Types de sources .....	12
1.4.3. Base de temps et résolution temporelle .....	12
1.4.4. Spécificités de l'inventaire des émissions des aéronefs.....	13
1.4.5. Polluants pris en compte .....	13
2. RESULTATS DE L'INVENTAIRE.....	14
2.1. EMISSIONS DES SOURCES AU SOL (HORS TRAFIC AERIEN) .....	14
2.1.1. Emissions totales des sources au sol (hors trafic aérien).....	14
2.1.2. Acidification, eutrophisation et pollution photochimique .....	15
2.1.3. Gaz à effet de serre .....	21
2.1.4. Emissions de particules (TSP, PM10, PM2.5, PM1).....	26
2.1.5. Polluants organiques persistants .....	28
2.1.6. Métaux lourds .....	31
2.2. EMISSIONS DU TRAFIC AERIEN.....	32
2.3. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC CEUX DE LA ZONE ENVIRONNANTE .....	37
2.3.1. Emissions totales .....	38
2.3.2. Emissions du trafic de véhicules .....	39
2.3.3. Emissions de combustions liées aux centrales énergies .....	40
2.4. COMPARAISON DES RESULTATS A CEUX DE TERRITOIRES PLUS VASTES .....	41
2.4.1. Au regard des émissions totales du département et de la région.....	41
2.4.2. Au regard des émissions du trafic aérien du Grand Est .....	42
2.5. COMPARAISON AVEC L'INVENTAIRE DE LA PLATEFORME POUR L'ANNEE 2019 .....	43
2.5.1. Les sources au sol (hors trafic aérien) .....	43
2.5.2. Le trafic aérien .....	45
CONCLUSION .....	46

## 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 [projet associatif](#)<sup>1</sup> avec plusieurs orientations à l'horizon 2030 auxquelles la présente étude apporte une contribution :

- Axe 1 : Affirmer notre rôle de référent technique
  - Orientation 1 : Répondre aux besoins d'observation
    - Point 1 : Pérenniser l'observatoire Climat Air Energie, l'enrichir par des partenariats et favoriser l'utilisation de ses données
    - Point 2 : Renforcer les volets Climat et Energie
- Axe 2 : Être à vos côtés au service de la santé de la population et des écosystèmes
  - Orientation 4 : Produire des outils de pilotage ciblés
    - Point 9 : Mieux accompagner les petits émetteurs industriels sur leurs enjeux air-climat-énergie.
  - Orientation 5 : Evaluer les politiques publiques
    - Point 2 : Valorisation conjointe des données Air-Climat-Energie pour garantir la transversalité nécessaire à des actions pertinentes

En ce sens, ATMO Grand Est apporte ses capacités d'expertise et les données disponibles pour répondre aux questionnements de l'Euroairport®, des riverains ou des associations (médiation), mettre à jour et améliorer les connaissances sur les émissions de polluants de l'air et de gaz à effet de serre de l'Euroairport® et ainsi contribuer à son plan d'action.

---

<sup>1</sup> <https://plateforme.atmo-grandest.eu/cap2030/>

## CADRE ET OBJECTIF

---

### Emissions directes de polluants et gaz à effet de serre

En 2005, 2010, 2016 et 2019 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, 2015 et 2019 afin de connaître l'impact et de hiérarchiser les sources de rejets à l'atmosphère.

L'Aéroport de Bâle-Mulhouse souhaite disposer de la mise à jour du recensement des émissions des activités de la plateforme (année de référence 2022) 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 LTO – voir partie 1.2).

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.

## 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)**<sup>2</sup>.
  - 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 de phase LTO qui leur sont individuellement propres. La méthodologie utilisée pour le calcul de

---

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

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 <sub>6</sub> )
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 déverglaçage 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
21	Les essais moteurs des aéronefs

Tableau 1 : Liste des activités prises en compte dans l'inventaire



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

Groupe	Substance
<b>ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),</li> <li>Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>),</li> <li>Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) globalement sans spéciation,</li> <li>L'ammoniac (NH<sub>3</sub>),</li> <li>Le monoxyde de carbone (CO).</li> </ul>
<b>ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le méthane (CH<sub>4</sub>),</li> <li>Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), puits exclus,</li> <li>Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O),</li> <li>Les hydrofluorocarbures (HFC),</li> <li>Les perfluorocarbures (PFC),</li> <li>L'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).</li> </ul>
<b>PARTICULES EN SUSPENSION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les particules totales en suspension (TSP),</li> <li>Les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10),</li> <li>Les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM2,5),</li> <li>Les particules de diamètre inférieur à 1,0 µm (PM1,0).</li> </ul>
<b>CONTAMINATION PAR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) : <ul style="list-style-type: none"> <li>Le Benzo(a)Pyrène (BaP),</li> <li>Le Benzo(b)Fluoranthène (BbF),</li> <li>Le Benzo(k)Fluoranthène (BkF),</li> <li>L'Indéno(1,2,3)Pyrène (Ind(1,2,3)Py ou IndPy ou Ind(1,2,3-cd)Py),</li> <li>Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques indifférenciés (HAPind) dans le cas où le détail n'est pas connu,</li> </ul> </li> <li>Les PolyChloroBiphényles (PCB),</li> <li>L'HexaChloroBenzène (HCB),</li> <li>Les dioxines et furanes (PCDD-F).</li> </ul>
<b>CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'Arsenic (As),</li> <li>Le Cadmium (Cd),</li> <li>Le Chrome (Cr),</li> <li>Le Cuivre (Cu),</li> <li>Le Mercure (Hg),</li> <li>Le Nickel (Ni),</li> <li>Le Plomb (Pb),</li> <li>Le Sélénium (Se),</li> <li>Le Zinc (Zn).</li> </ul>

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

### Les essais moteurs

Les émissions des essais moteurs ont été estimées en fonction des créneaux de réservation recensés au service Environnement de l'aéroport, des niveaux de puissance des essais (full, middle, idle) et ses types d'avions/réacteurs. Il a été défini comme hypothèse que pour chaque essai moteur, la totalité des moteurs de l'aéronefs sont testés ce qui peut amener à une surestimation des consommations et émissions en décollant.

Les essais moteurs ne sont pas effectués sur l'entièreté des créneaux de réservation. Ainsi, une répartition statistique a été définie et appliquée pour estimer les durées effectives des essais par rapport aux durées des réservations. Cette répartition est basée sur l'analyse bruit d'une trentaine d'essais moteurs effectués dans le « Silencer » qui est l'une des positions dédiées aux essais moteurs.

Les répartitions estimées entre les durées effectives des essais et les durées de réservation sont présentées dans le tableau suivant :

Durée de réservation [min]	Moyenne des durées effectives des tests [min]	Moyenne des ratio durée effective / durée de réservation
[0-60]	44	86%
]60-120]	77	68%
]120-240]	82	45%
]240-360]	98	31%
]360-600]	80	16%

Ils sont considérés comme des sources fixes d'émissions en raison des emplacements définis par l'euroairport pour ces pratiques.

### 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.

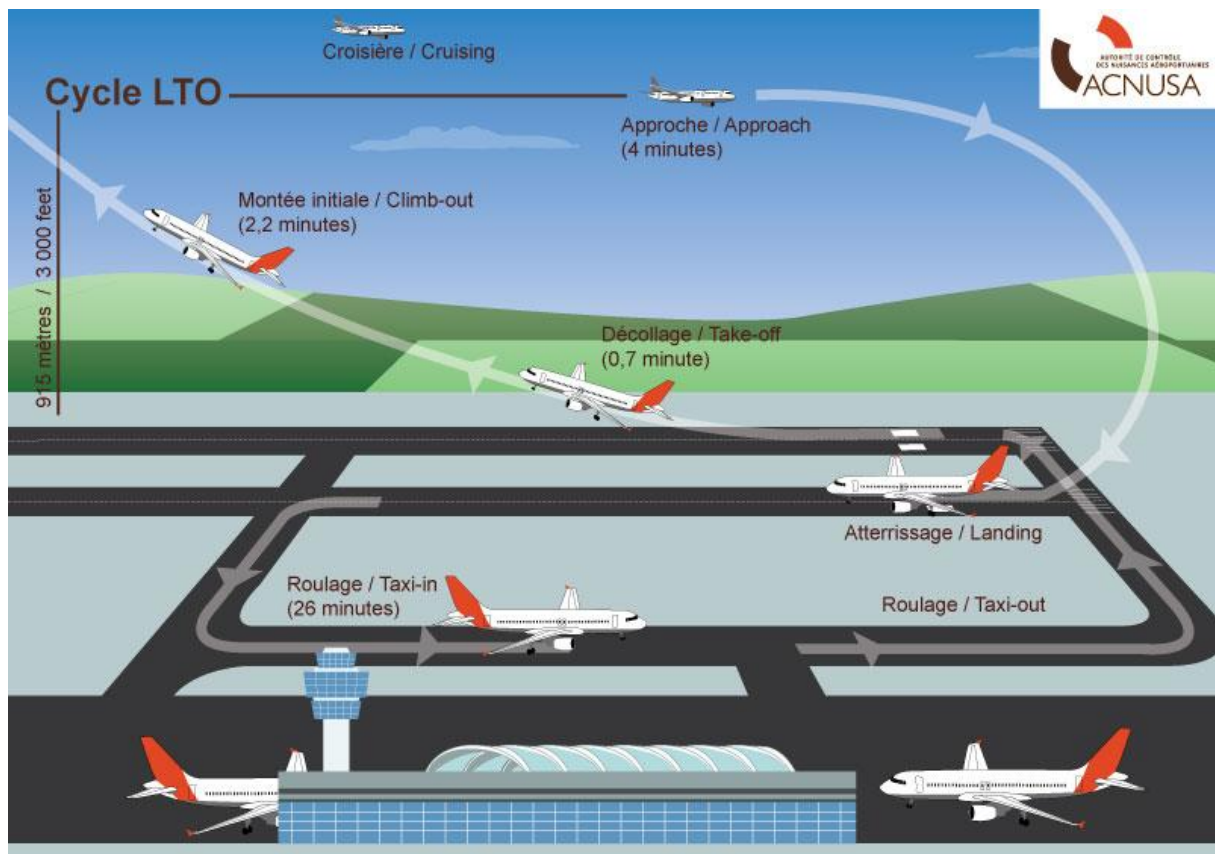


Figure 1 : Schéma des différentes phases d'un cycle LTO. Source : ACNUSA

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 des départs et des arrivées, des temps de phase LTO spécifiques aux conditions de l'aéroport de Bâle-Mulhouse ont pu être associés aux mouvements d'aéronef. Le résultat global reflète alors mieux 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 SO<sub>2</sub> et le CO<sub>2</sub>. 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.



### 1.4.2. 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 et les zones d'essais moteur des aéronefs.
- Sources mobiles (émetteurs non localisés) : sont ici considérés les émetteurs de pollution atmosphérique qui n'ont pas de localisation fixe, à savoir les véhicules au sol (trafic routier, 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 2022.** Le pas de temps retenu est l'année civile. Pour toute activité où la donnée 2022 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. Ces données de 2019 ont été réutilisées en 2022 pour l'estimation des émissions du cycle LTO des aéronefs, en considérant que les temps entre ces deux années restent similaires (méthode d'estimation disponible en annexe 2).

Les durées moyennes des phases de mouvements IFR<sup>3</sup> sont disponibles dans le tableau ci-dessous. A titre de comparaison, les moyennes définies lors des inventaires des émissions de 2009, 2015 et 2019 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

#### 1.4.5. Polluants pris en compte

Le choix des polluants à prendre en compte dans un inventaire des émissions est directement lié aux phénomènes de pollution atmosphérique et aux impacts à considérer (effet de la pollution atmosphérique sur la santé, la végétation, pollution photochimique, acidification, eutrophisation, effet de serre, effet sur la couche d'ozone, etc.). La liste exhaustive des substances considérées dans le guide du CITEPA est présentée au paragraphe 1.2.

<sup>3</sup> 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*.

## 2. RESULTATS DE L'INVENTAIRE

### 2.1. Emissions des sources au sol (hors trafic aérien)

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**.

**Note importante :** Depuis 2022, les essais moteurs effectués sur la plateforme aéroportuaire sont comptabilisés et intégrés à l'inventaire des émissions. Ceci n'était pas le cas pour les inventaires précédents dans lesquels les essais moteurs n'étaient pas comptabilisés. Les essais moteurs sont intégrés aux émissions de sources au sol car ils sont principalement réalisés par les industriels (maintenance avions) et sont notamment comptabilisés ainsi dans les bilans carbone de la plateforme aéroportuaire.

#### 2.1.1. Emissions totales des sources au sol (hors trafic aérien)

	Polluant	Emissions Sources au sol	Unité
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHEMIQUE	SO <sub>2</sub>	2 041	kg
	NO <sub>x</sub>	54 990	kg
	COVNM	124 115	kg
	CO	25 119	kg
	NH <sub>3</sub>	57	kg
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	CH <sub>4</sub>	2 097	kg
	CO <sub>2</sub>	16 800 971	kg
	N <sub>2</sub> O	813	kg
	HFC	227 820	kg CO <sub>2</sub> e
	PFC	-	kg CO <sub>2</sub> e
	SF <sub>6</sub>	-	kg CO <sub>2</sub> e
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	4 795	kg
	PM10	1 953	kg
	PM2,5	1 327	kg
	PM1	1 223	kg
CONTAMINATION PAR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS	PCB	0	g
	HCB	0	g
	PCDDF	0	g
	BaP	27	g
	BbF	31	g
	BkF	25	g
	IndPy	25	g
	HAPind	-	g
CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS	As	26	g
	Cd	2	g
	Cr	777	g
	Cu	4 909	g
	Hg	3	g
	Ni	27	g
	Pb	1 790	g
	Se	7	g
Zn	5 501	g	

Tableau 4 : Emissions totales des sources au sol sur la zone aéroportuaire en 2022 (hors trafic aérien)



Concernant les composés fluorés, seuls les HFC provenant de la production de froid ont été inventoriés. Aucun PFC ou SF<sub>6</sub> 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 SO<sub>2</sub>

Issu de l'oxydation du soufre contenu dans les combustibles fossiles, le SO<sub>2</sub> est un bon indicateur de pollution industrielle à l'échelle d'une agglomération ou d'une région.

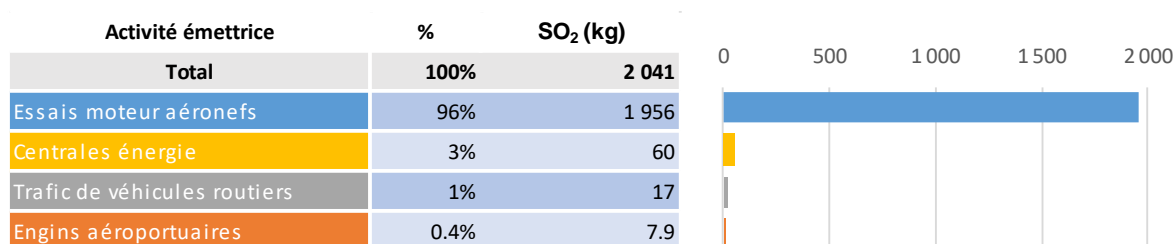


Figure 3 : Emissions de SO<sub>2</sub> au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

L'intégration des émissions des essais moteurs des aéronefs dans l'inventaire écrase complètement les autres sources d'émissions au sol. En effet ils couvrent 96% de ces émissions en raison de l'importante consommation de kérosène, carburant contenant du soufre résiduel, expliquant les 1 956 kg de SO<sub>2</sub> émis.

Les émissions des essais moteurs étant estimées à partir de durées d'essais moyennes et de puissance de moteur sollicitée, le résultat affiché présente une incertitude significative.

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 SO<sub>2</sub> 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.

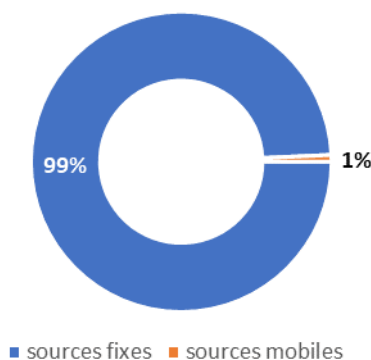


Figure 4 : Répartition des émissions de SO<sub>2</sub> par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022



Les émissions de SO<sub>2</sub> sont quasi-exclusivement liées aux sources fixes avec les zones d'essais moteurs des avions comme émetteur majeur et les centrales énergies. Le reste des émissions étant liées au trafic de véhicules routiers et engins aéroportuaires.

### 2.1.2.2. Emissions de NO<sub>x</sub>

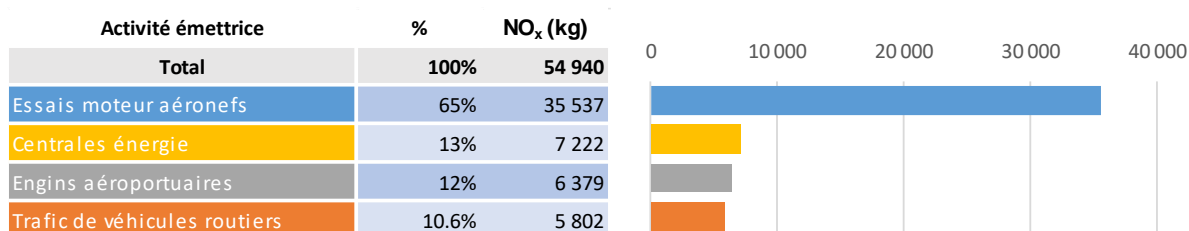


Figure 5 : Emissions de NO<sub>x</sub> au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les émissions de NO<sub>x</sub> sont dues à des activités de combustion. Les essais moteurs des avions constituent la première source de ces émissions avec 65% des 55 tonnes de NO<sub>x</sub> émises au total. Il est important de noter que l'importante consommation de kérosène de ce poste d'émission a été estimée avec des temps d'essais moyens et un régime d'utilisation moteur incertain.

La seconde source d'émissions est liée aux centrales énergies avec 13% du total, les autres émissions étant issues des sources mobiles avec 12% pour les engins aéroportuaires et 10.6% pour les véhicules routiers.

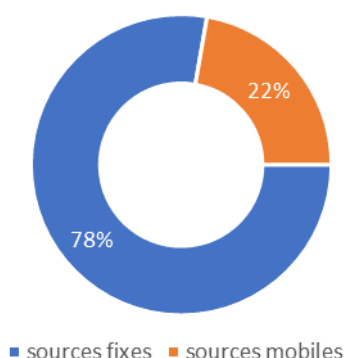


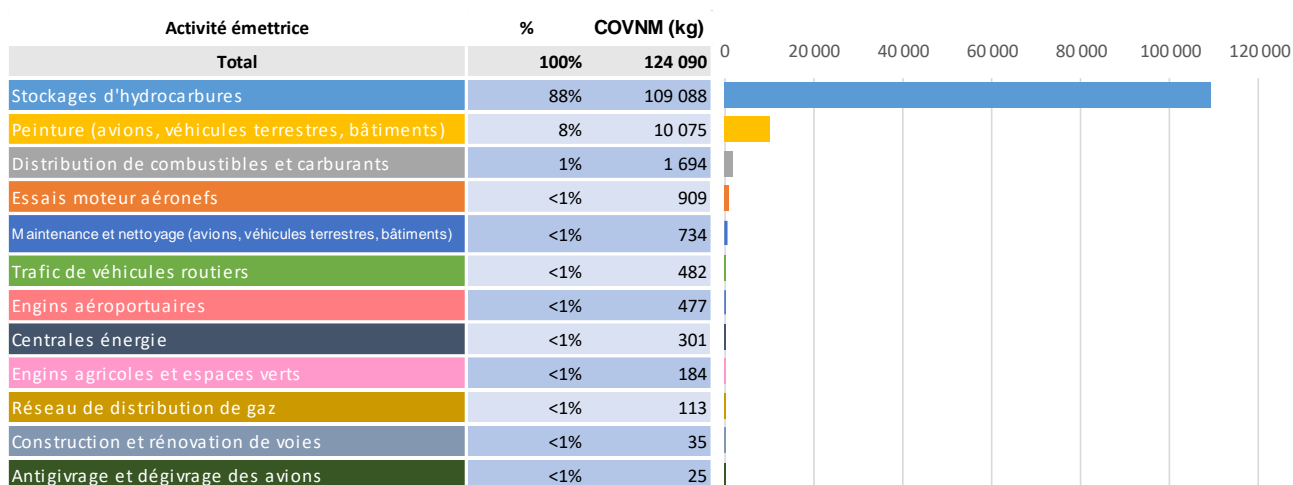
Figure 6 : Répartition des émissions de NO<sub>x</sub> par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

A l'instar du constat qui peut être établi sur une agglomération, les NO<sub>x</sub> sont des polluants principalement issus des sources mobiles à moteur thermique. Si les consommations de combustibles par les centrales énergie et de carburant par les essais moteur des avions sont les seconds émetteurs de NO<sub>x</sub> (22%), l'ensemble des autres activités sont des sources mobiles qui participent pour 78% des émissions avec les engins aéroportuaires et le trafic de véhicules routiers (Figure 6).

### 2.1.2.3. Emissions de COVNM

Les sources d'émission de COVNM sont nombreuses (*Figure 7*) 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 7 : Emissions de COVNM au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022*

Sur un total de 124 090 kg de COVNM émis sur la plateforme en 2022, le stockage des hydrocarbures constitue le premier contributeur avec 88% du total. Le second poste étant lié à la peinture des véhicules et bâtiments avec 8% des émissions totales, puis la distribution de combustible vient en 3<sup>ème</sup> avec 1% des émissions. Ainsi, 97% des émissions de COVNM ne sont pas issus de combustion et les derniers 3% sont liés à des émissions énergétiques.

Les centrales énergies ont connu une baisse importante de leurs émissions de COVNM entre 2019 et 2022 (-97%), en raison de l'arrêt d'utilisation de fioul pour la production énergétique.

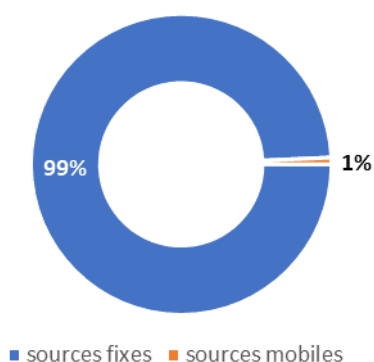


Figure 8 : Répartition des émissions de COVNM par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les sources fixes sont largement majoritaires avec des activités participant à 99% des émissions. Les sources mobiles contribuent alors pour le 1% restant.

### 2.1.2.4. Emissions de CO

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

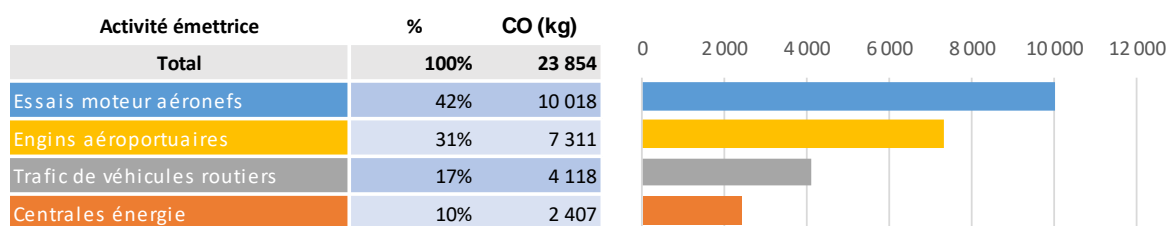


Figure 9 : Emissions de CO au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Ainsi, comme pour le SO<sub>2</sub> et les NO<sub>x</sub>, les sources mobiles, les centrales énergie et les essais moteurs des aéronafs regroupent les activités émettrices de ce polluant.

Les essais moteurs de aéronafs constituent le premier émetteur de ce polluant avec 42% des 23,9 tonnes de CO émises en 2022. Les engins aéroportuaires sont les seconds émetteurs de CO de ce bilan avec 31% des émissions. Le trafic routier contribue quant à lui pour 27% des émissions, les engins agricoles pour 16% et les centrales énergies pour les 8% d'émissions restantes.

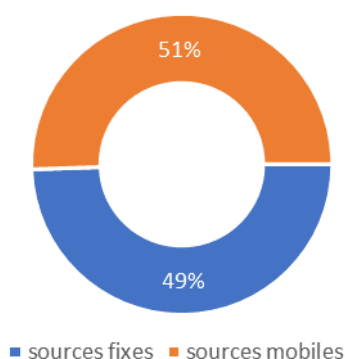


Figure 10 : Répartition des émissions de CO par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Avec l'introduction des essais moteurs des aéronafs comme nouvelle source fixe, on a un partage quasi équitable des émissions entre les sources fixes (essais moteurs et centrales énergie) et les sources mobiles (engins aéroportuaires et trafic de véhicules routiers).

### 2.1.2.5. Emissions de NH<sub>3</sub>

L'inventaire n'a recensé qu'une seule source d'émission d'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Il s'agit du trafic de véhicules routiers. 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 <sub>3</sub> (kg)
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>57</b>
Trafic de véhicules routiers	100%	57

Figure 11 : Emissions de NH<sub>3</sub> au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Un seul autre type de source potentielle peut émettre des quantités significatives de NH<sub>3</sub> : 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.

Ces émissions ont connu une diminution importante lors entre la version d'inventaire de 2019 et celle-ci, de 2022. En effet le changement de méthodologie de calcul des émissions du trafic de véhicule routier a impacté fortement ce polluant étant donné que c'est l'unique activité émettrice de la plateforme pour ce polluant.

### 2.1.3. Gaz à effet de serre

#### 2.1.3.1. Emissions de CO<sub>2</sub>

Ce paragraphe présente les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> des activités présentes sur la plateforme aéroportuaire sont liées à des consommations de carburants ou combustibles.

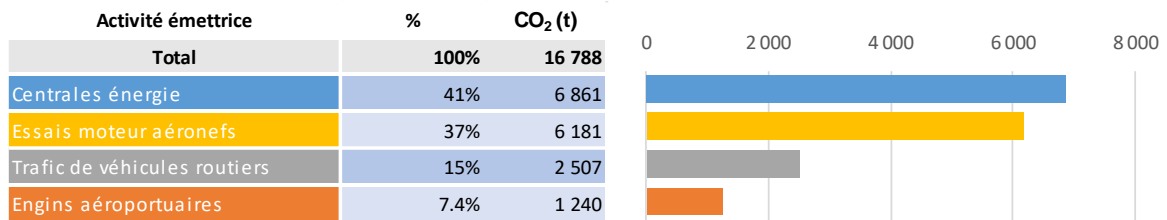


Figure 12 : Emissions de CO<sub>2</sub> au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

La source majoritaire d'émission de CO<sub>2</sub> est constituée par les centrales énergie et les essais moteurs des aéronefs. En lien avec les quantités importantes d'énergies consommées par ces centrales pour les besoins de la plateforme, elles participent pour 41% des émissions de CO<sub>2</sub>. En seconde position, ce sont les essais moteurs des aéronefs qui contribuent pour 37% au total qui s'élève à 6 181 tonnes en lien avec les quantités importantes de kérosènes estimées être consommées.

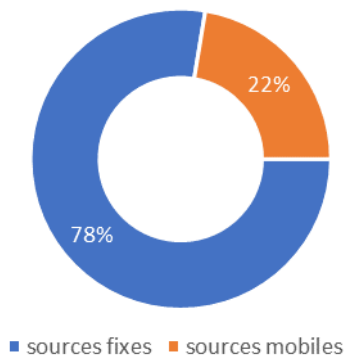


Figure 13 : Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les sources fixes de la plateforme sont les principales émettrices de CO<sub>2</sub>. Ces dernières participent donc pour 78% des émissions alors que les sources mobiles composées du trafic routier, des engins aéroportuaires et agricoles participent pour 22% des émissions.

### 2.1.3.2. Emissions de CH<sub>4</sub>

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 67% pour le Grand Est en 2022.

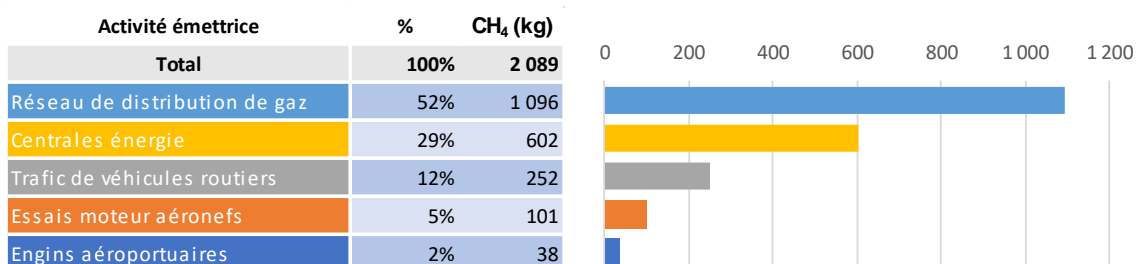


Figure 14 : Emissions de CH<sub>4</sub> au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Contrairement au CO<sub>2</sub>, 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 52% des 2 098 kg totaux émis. Les centrales énergie participent pour 29% des émissions.

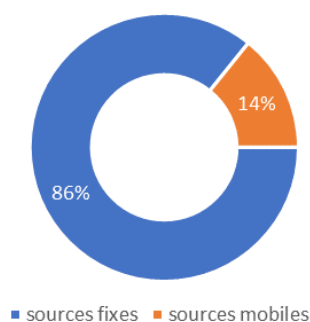


Figure 15 : Répartition des émissions de CH<sub>4</sub> par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Le réseau de distribution de gaz et les centrales énergies constituant les sources fixes émettrices de CH<sub>4</sub>, représentent 86% des émissions totales. Les sources mobiles participent quant à elles à 14% des émissions.

### 2.1.3.3. Emissions de N<sub>2</sub>O

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 2022.

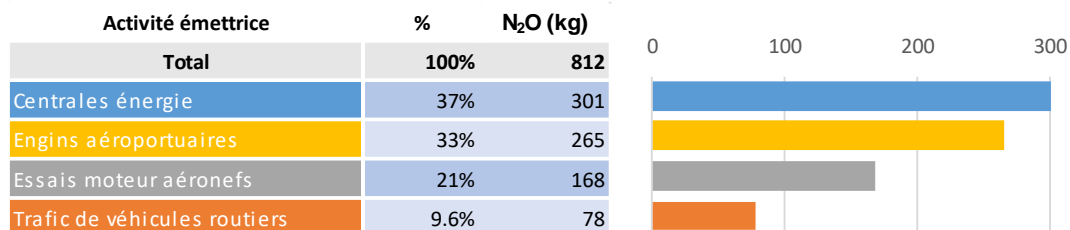


Figure 16 : Emissions de N<sub>2</sub>O au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Au niveau de la plateforme, les centrales énergie et les engins aéroportuaires sont les premiers émetteurs de N<sub>2</sub>O avec 37 et 33% des 664 kg totaux émis. Les émissions des essais moteurs sont les seconds émetteurs de la plateforme avec 21% du total, puis le trafic routier vient en 4<sup>ème</sup> position avec 9.6% du total.

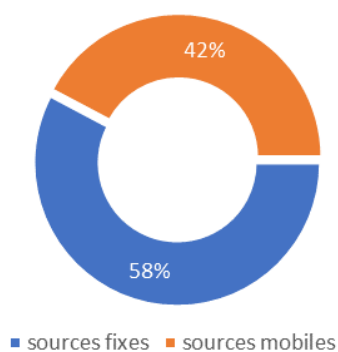


Figure 17 : Répartition des émissions de N<sub>2</sub>O par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les sources mobiles, constituées par les engins aéroportuaires, le trafic routier et les engins agricoles participent pour 58% des émissions de N<sub>2</sub>O. Les centrales énergie contribuent pour les 42% 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> équivalent.

Activité émettrice	%	HFC (tCO <sub>2</sub> e)
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>228</b>
Climatisation et réfrigération	100%	228

Figure 18 : Emissions de HFC au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

En 2022, les émissions fugitives de HFC s'élèvent à 228 tCO<sub>2</sub>e. La multiplication par 10 entre l'inventaire de 2019 et celui-ci s'explique par des déclarations plus complètes de certains déclarants cette année. En effet les fuites estimées en 2019 se basaient sur une unique recharge de 14 kg de fluide alors que les émissions de 2022 se basent sur les fuites théoriques de plusieurs appareils ayant une capacité totale de 910 kg de fluide. Ainsi en appliquant un taux de fuite moyen annuel des appareils présentés les fuites représentent 93 kg de HFC (soit 228 tCO<sub>2</sub>e).

### 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 CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e). Le calcul du PRG a été effectué avec les coefficients 2007 du GIEC (4<sup>ème</sup> rapport) et comprend les GES et familles de GES suivants : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) et le trifluorure d'azote (NF<sub>3</sub>). Par convention, le CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>e sont relativement faibles pour l'inventaire de la plateforme. Le CO<sub>2</sub> contribue pour 97% des émissions de GES.

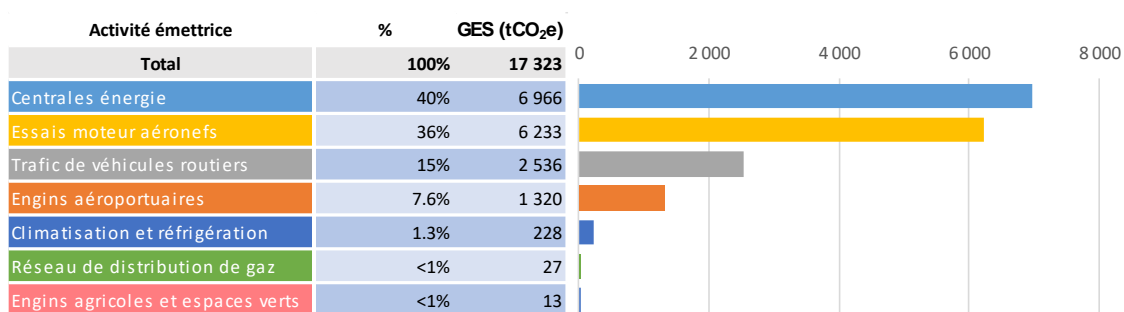


Figure 19 : Emissions de GES au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Déclinées par activités, les émissions de GES de l'inventaire sont en grande partie induites deux principaux postes, les centrales énergies avec 40% émises et les essais moteurs des aéronefs avec 36% des 17 ktCO<sub>2</sub>e totales. Le trafic de véhicules routiers, en troisième position, participe pour 15% du total suivi par les engins aéroportuaires avec 7,6%. La climatisation, les engins agricoles, le réseau de distribution de gaz et la climatisation et réfrigération se partagent les 1,3% restant.

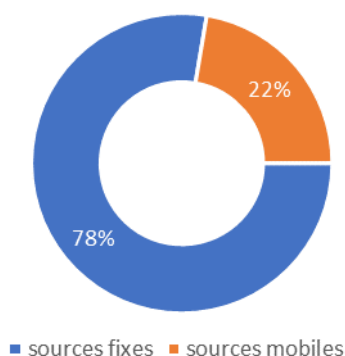


Figure 20 : Répartition des émissions de GES par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

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 78% contre 22% pour les sources mobiles.

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

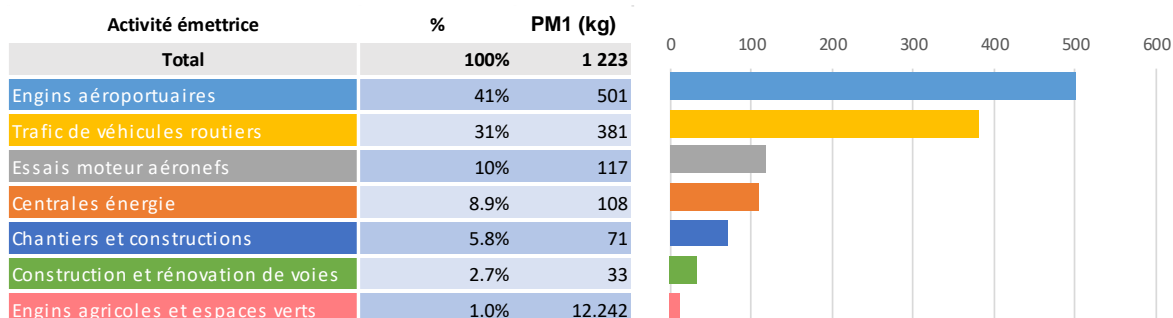
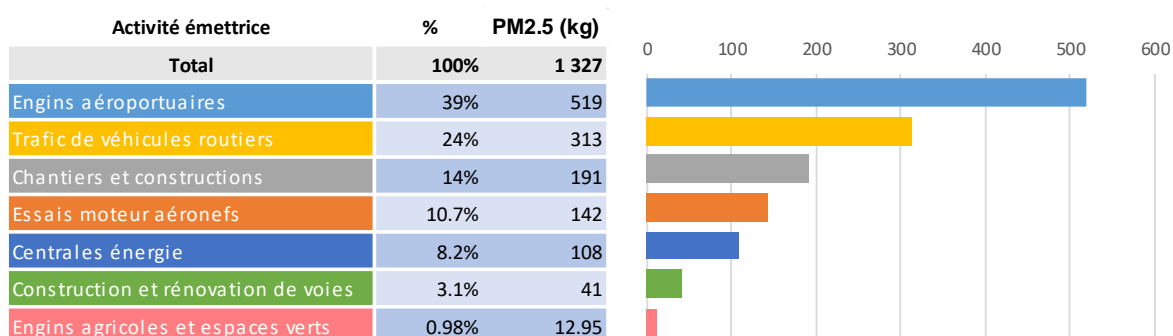
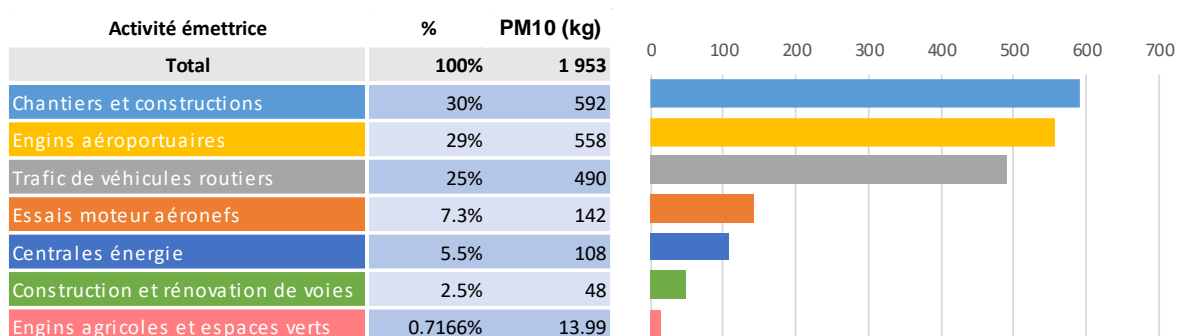
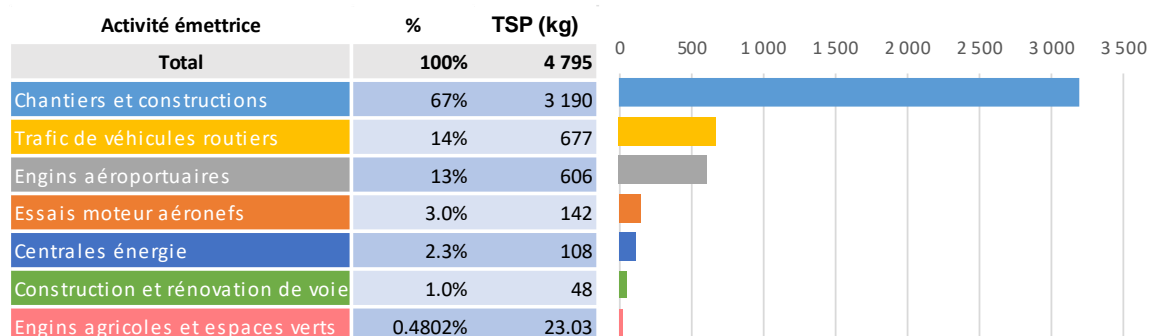


Figure 21 : Emissions de particules au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

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. Des sources vont ainsi majoritairement émettre des particules grossières et moyennes (contenues dans les classes TSP : particules totales et PM10) alors que d'autres sources vont essentiellement émettre des particules plus fines (PM2.5 et PM1).

En observant la figure précédente **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, on constate que les chantiers et constructions sont une source d'émission majoritaire pour les TSP et les PM10 : respectivement 67% et 30% 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, les engins aéroportuaires et les essais moteurs des avions 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 13% alors que pour les PM1, elle est de 45%.

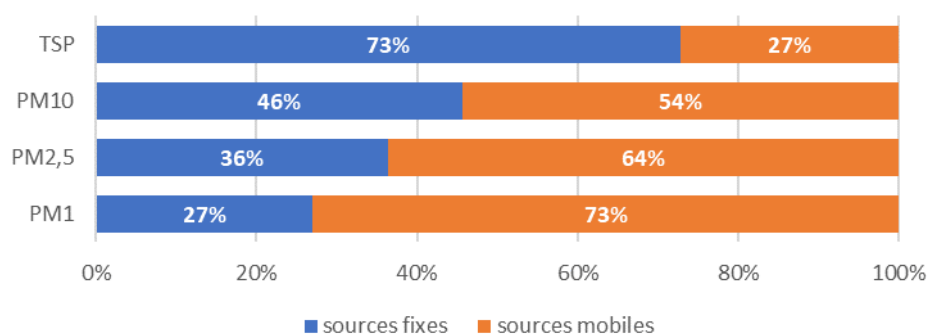


Figure 22 : Répartition des émissions de particules par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

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 73% des émissions de particules totales. Leur contribution baisse progressivement avec la taille des particules jusqu'à 27% pour les PM1. A l'inverse, les émissions des sources mobiles, représentées largement par les engins aéroportuaires et le trafic routier participent pour 27% des TSP et 73% 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. Cette source 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 en raison de leurs persistance, des effets délétères sur ceux-ci 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 entres 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, il est d'usage de sommer quatre HAP 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 ».

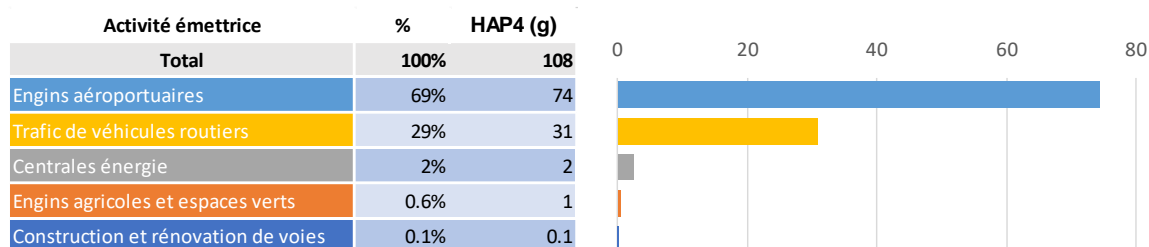


Figure 23 : Emissions de HAP 4 au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Au total 108g de HAP 4 sont émis par la plateforme en 2022. Les engins aéroportuaires sont les premiers émetteurs de HAP, ils contribuent pour 69% des émissions du polluant. Le trafic routier est le deuxième contributeur avec 29% des émissions. Les centrales énergies, les engins agricoles et les opérations de construction et rénovation de voies (pose d'asphalte) se partagent les 2,7% 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.

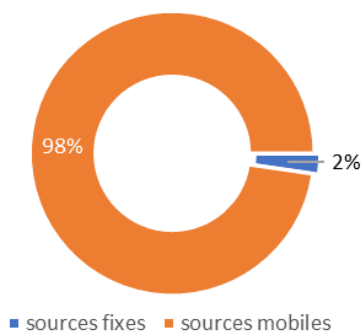


Figure 24 : Répartition des émissions de HAP 4 par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

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)
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>0.031</b>
Trafic de véhicules routiers	100.0%	0.031

Figure 25 : Emissions de PCB au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les émissions de poly-chloro-biphényles (PCB) en 2022 sur la plateforme s'élèvent à 0,031 mg et sont entièrement liées au trafic de véhicules en 2022. Précédemment liées quasi entièrement à la consommation de fioul dans les centrales énergétiques, ces émissions se sont effondrées avec l'arrêt d'utilisation du fioul.

### 2.1.5.3. Emissions de HCB

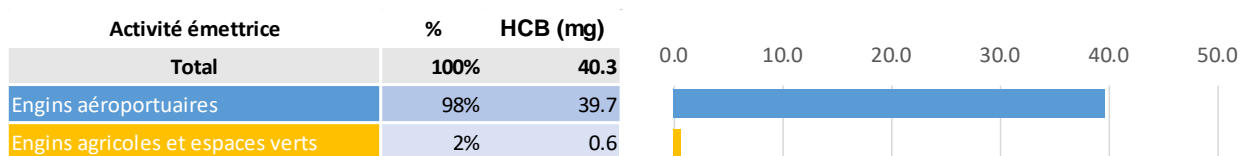


Figure 26 : Emissions de HCB au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les engins aéroportuaires ainsi que les engins agricoles sont les 2 sources d'hexachlorobenzène (HCB) recensées sur la plateforme. 98% des 40,3 mg de HCB émis sont issus des engins aéroportuaires.

#### 2.1.5.4. Emissions de PCDD-F

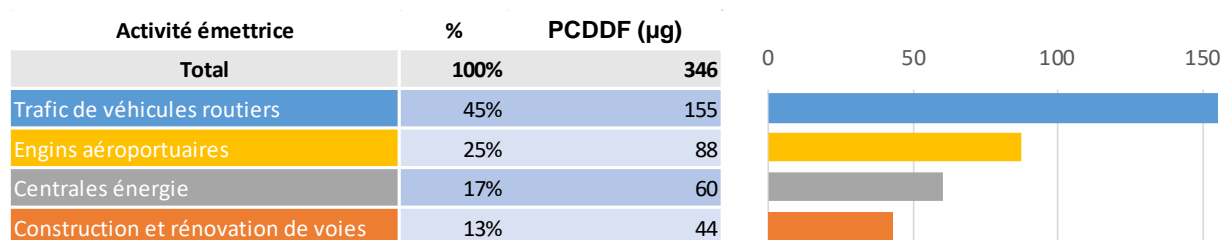


Figure 27 : Emissions de PCDD-F au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

En 2022, les polychlorodibenzo(p)dioxines et dibenzofuranes (PCDD-F) sont émis sur la plateforme à hauteur de 346 µg. Le trafic de véhicules routiers est le premier contributeur avec 45% des émissions soit 155 µg et les engins aéroportuaires viennent en second avec 25% des émissions soit 88 µg. La construction et rénovation de voies (pose d'asphalte) et les centrales énergie arrivent 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> émetteur avec respectivement 17 et 13% des émissions du polluant.

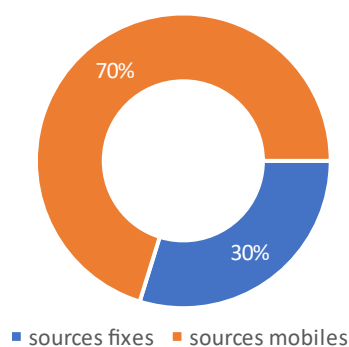


Figure 28 : Répartition des émissions de PCDD-F par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Les sources d'émissions mobiles de PCDD-F sont responsables de 70% du total, contre 30% pour les émissions des sources fixes. 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	Essais moteur aéronefs	Total	Unité
<b>As</b>	26 245	-	-	-	<b>26 245</b>	mg
<b>Cd</b>	2 153	0.1	11	-	<b>2 164</b>	mg
<b>Cr</b>	25 217	1	61	751 577	<b>776 856</b>	mg
<b>Cu</b>	4 907 090	23	2 148	-	<b>4 909 261</b>	mg
<b>Hg</b>	2 994	-	-	-	<b>2 994</b>	mg
<b>Ni</b>	26 701	1	89	-	<b>26 791</b>	mg
<b>Pb</b>	1 713 249	-	-	76 270	<b>1 789 518</b>	mg
<b>Se</b>	7 459	0.1	11	-	<b>7 471</b>	mg
<b>Zn</b>	5 499 226	14	1 263	-	<b>5 500 503</b>	mg

Tableau 5 : Emissions de métaux lourds par source d'activité de la plateforme aéroportuaire en 2022

Les métaux lourds sont donc émis en très grande majorité par le trafic de véhicules routiers : entre 96,2 et 100% selon les métaux. Pour le chrome (Cr), ce sont toutefois les essais moteurs des aéronefs qui présentent 97% avec les 3% restants liés au trafic routier. La participation des essais moteurs est également notable pour les émissions de plomb avec 4% des émissions totales, à mettre en rapport avec les essais d'avions à piston consommant de l'AVAGAS.

Les deux autres sources (engins aéroportuaires et agricoles) ont des participations situées entre 0 et 3,7 % des émissions.



## 2.2. Emissions du trafic aérien

### a- Comparaison des émissions du trafic aérien aux sources au sol

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 trafic aérien	Total	Unité
<b>ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE</b>	SO <sub>2</sub>	2 041	17 884	19 925	kg
	NO <sub>x</sub>	54 990	217 233	272 223	kg
	COVNM	124 115	13 531	137 646	kg
	CO	25 119	210 821	235 939	kg
	NH <sub>3</sub>	57	-	57	kg
<b>ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE</b>	CH <sub>4</sub>	2 097	1 503	3 600	kg
	CO <sub>2</sub>	16 800 971	56 511 076	73 312 046	kg
	N <sub>2</sub> O	813	1 538	2 351	kg
	HFC	227 820	-	227 820	kg CO <sub>2</sub> e
	PFC	-	-	-	kg CO <sub>2</sub> e
	SF <sub>6</sub>	-	-	-	kg CO <sub>2</sub> e
<b>PARTICULES EN SUSPENSION</b>	TSP	4 795	15 234	20 029	kg
	PM10	1 953	8 299	10 252	kg
	PM2,5	1 327	5 402	6 729	kg
	PM1	1 223	1 122	2 345	kg
<b>CONTAMINATION PAR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS</b>	PCB	0.000	-	0.00	g
	HCB	0.04	-	0.04	g
	PCDDF	0.0003	-	0.0003	g
	BaP	27	-	27	g
	BbF	31	-	31	g
	BkF	25	-	25	g
	IndPy	25	-	25	g
	HAPind	-	-	-	g
<b>CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS</b>	As	26	-	26	g
	Cd	2	-	2	g
	Cr	777	7 233	8 010	g
	Cu	4 909	-	4 909	g
	Hg	3	-	3	g
	Ni	27	-	27	g
	Pb	1 790	20 366	22 155	g
	Se	7	-	7	g
Zn	5 501	-	5 501	g	

Tableau 6 : Emissions totales (sources au sol + aéronefs) de la plateforme aéroportuaire en 2022

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.

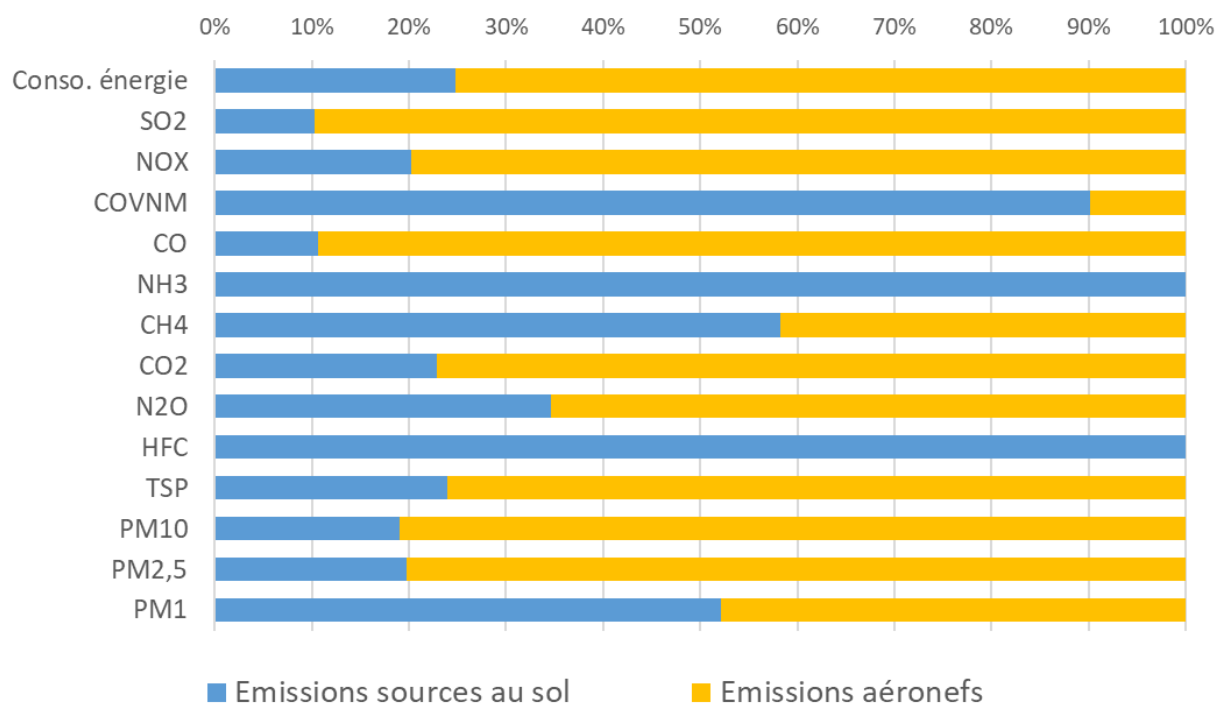


Figure 29 : Répartition des émissions des principaux polluants entre les sources au sol et du trafic aérien pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

#### Emissions majoritaires du trafic aérien :

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 SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 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 en majorité issues des aéronefs. Ici encore, les consommations importantes de carburants en sont la principale cause.

Toutefois les émissions de particules liées uniquement à la combustion ont vu leurs estimations baisser depuis le dernier inventaire des émissions de la plateforme, en raison d'une mise à jour des facteurs d'émissions OMINEA du CITEPA (surtout visible sur les PM1).

#### 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 (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O) 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 N<sub>2</sub>O et le CO<sub>2</sub> des sources au sol, ce sont essentiellement les engins aéroportuaires, des centrales énergies et le trafic routier qui contribuent à leurs émissions.

Il est à noter que les émissions de NH<sub>3</sub> 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.

*b- Détail des émissions du trafic aérien :*

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	Emissions totales aéronefs	unité
SO <sub>2</sub>	4 (22%)	<b>5.2</b> <b>(29%)</b>	3.8 (21%)	2.5 (14%)	2.3 (13%)	<b>17.9</b> <b>(100%)</b>	t
NO <sub>x</sub>	36.4 (17%)	22.9 (11%)	<b>92.8</b> <b>(43%)</b>	44.7 (21%)	20.5 (9%)	<b>217.2</b> <b>(100%)</b>	t
COVNM	0.7 (5%)	<b>11.5</b> <b>(85%)</b>	0.3 (2%)	0.3 (2%)	0.7 (5%)	<b>13.5</b> <b>(100%)</b>	t
CO	17.6 (8%)	<b>155.2</b> <b>(74%)</b>	20.8 (10%)	5.3 (3%)	11.9 (6%)	<b>210.8</b> <b>(100%)</b>	t
NH <sub>3</sub>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	<b>0</b> <b>(0%)</b>	t
CH <sub>4</sub>	0.1 (5%)	<b>1.3</b> <b>(85%)</b>	0 (2%)	0 (2%)	0.1 (5%)	<b>1.5</b> <b>(100%)</b>	t
CO <sub>2</sub>	12.6 (22%)	<b>16.5</b> <b>(29%)</b>	12.1 (21%)	8 (14%)	7.3 (13%)	<b>56.5</b> <b>(100%)</b>	kt
N <sub>2</sub> O	0.3 (22%)	<b>0.4</b> <b>(29%)</b>	0.3 (21%)	0.2 (14%)	0.2 (13%)	<b>1.5</b> <b>(100%)</b>	t
HFC	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	<b>0</b> <b>(0%)</b>	t
PFC	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	<b>0</b> <b>(0%)</b>	t
SF <sub>6</sub>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	<b>0</b> <b>(0%)</b>	t
TSP	0.3 (2%)	<b>14.3</b> <b>(94%)</b>	0.3 (2%)	0.2 (1%)	0.2 (1%)	<b>15.2</b> <b>(100%)</b>	t
PM <sub>10</sub>	0.3 (4%)	<b>7.3</b> <b>(88%)</b>	0.3 (4%)	0.2 (2%)	0.2 (2%)	<b>8.3</b> <b>(100%)</b>	t
PM <sub>2,5</sub>	0.3 (6%)	<b>4.4</b> <b>(82%)</b>	0.3 (5%)	0.2 (4%)	0.2 (3%)	<b>5.4</b> <b>(100%)</b>	t
PM <sub>1</sub>	0.3 (22%)	<b>0.3</b> <b>(29%)</b>	0.2 (21%)	0.2 (14%)	0.1 (13%)	<b>1.1</b> <b>(100%)</b>	t
Cr	1.6 (22%)	<b>2.1</b> <b>(29%)</b>	1.5 (21%)	1 (14%)	0.9 (13%)	<b>7.2</b> <b>(100%)</b>	kg
Pb	3.4 (17%)	1.5 (8%)	<b>12.3</b> <b>(61%)</b>	3.1 (15%)	0 (0%)	<b>20.4</b> <b>(100%)</b>	kg

Tableau 7 : Distinction des émissions des avions par phase LTO et des APU sur la plateforme aéroportuaire en 2022

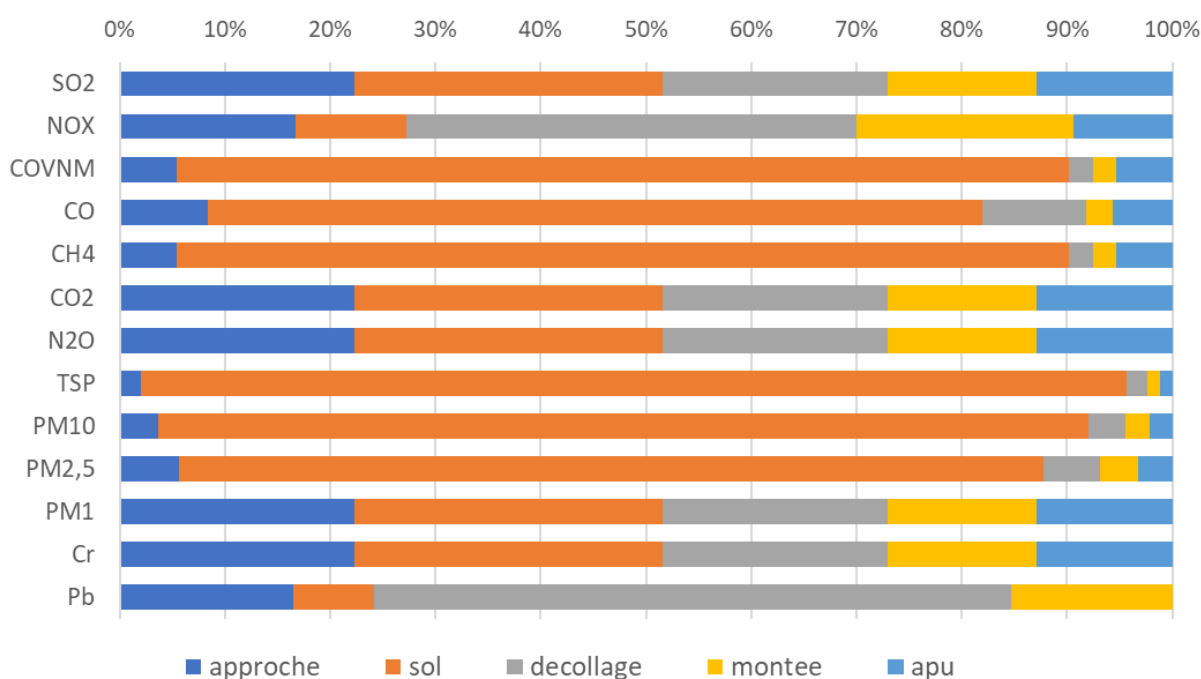


Figure 30 : Contribution de chaque phase de cycles LTO, des APU et des essais moteurs des avions de plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022

Pour plusieurs des polluants inventoriés, la phase au sol est la plus émettrice dans les contributions des mouvements d'avions. 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 sont 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.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COVNM	CO	TSP	PM10	PM2,5	PM1
<b>Total IFR</b>	779 553	17 717	216 159	11 005	179 952	13 905	7 628	5 006
Approche	174 129	3 957	36 174	419	13 569	302	302	302
APU	101 409	2 305	20 441	722	11 859	176	176	176
Décollage	166 582	3 786	92 345	137	1 981	289	289	289
Montée	108 877	2 474	44 401	77	1 460	189	189	189
Sol	228 557	5 194	22 798	9 649	151 083	12 949	6 673	4 050
<b>Total VFR</b>	7 222	164	1 060	2 495	30 545	1 329	671	396
Approche	1 627	37	191	312	3 995	3	3	2.8
APU	113	3	15	1	25	0	0	0.2
Décollage	1 759	40	434	174	18 808	3	3	3.0
Montée	2 132	48	338	216	3 634	4	4	3.7
Sol	1 592	36	81	1 791	4 083	1 320	661	386
<b>Total général</b>	<b>786 776</b>	<b>17 881</b>	<b>217 219</b>	<b>13 499</b>	<b>210 497</b>	<b>15 234</b>	<b>8 299</b>	<b>5 402</b>

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Pb	Cr
IFR	<b>Total IFR</b>	1 223	55 985 997	1 524	1	7
	Approche	47	12 505 586	340	1	2
	APU	80	7 282 994	198		1
	Décollage	15	11 963 580	326	0	2
	Montée	9	7 819 299	213	0	1
	Sol	1 072	16 414 539	447	0	2
VFR	<b>Total VFR</b>	277	517 234	14	19	0.07
	Approche	34.7	116 618.8	3.2	2.8	0.015
	APU	0.2	8 117.1	0.2		0.0010
	Décollage	19.3	125 387.9	3.5	12.1	0.02
	Montée	24.0	152 889.0	4.2	2.6	0.02
	Sol	199	114 222	3.1	1.2	0.015
<b>Total général</b>		<b>1 500</b>	<b>56 503 232</b>	<b>1 538</b>	<b>20</b>	<b>7</b>

Tableau 8 : Distinction des émissions en kg des avions par phase LTO et type de vol (IFR et VFR) sur la plateforme aéroportuaire en 2022

### 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, Héringue, 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 31 : 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 21 activités (en plus des émissions des aéronefs) potentiellement génératrices de polluants atmosphériques. Au regard des calculs mis en œuvre et des résultats précédemment présentés, 6 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
- Essais moteurs des aéronefs
- 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 2022 (t/an)	Emissions totales aéroport (sources au sol + aéronefs) 2022 (t/an)	% aéroport /ZE
<b>ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHEMIQUE</b>	SO <sub>2</sub>	30	20	67%
	NO <sub>x</sub>	625	272	44%
	COVNM	722	138	19%
	CO	1 186	236	20%
	NH <sub>3</sub>	60	0	0.1%
<b>ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE</b>	PRG <sub>2007</sub>	262 117	74 330	28.4%
	CH <sub>4</sub>	234	3.6	1.5%
	CO <sub>2</sub>	240 208	73 312	31%
	N <sub>2</sub> O	25	2.4	10%
	HFC	8 740	228	3%
	PFC	0	-	-
	SF <sub>6</sub>	205	-	-
<b>PARTICULES EN SUSPENSION</b>	TSP	259	20	8%
	PM10	133	10	8%
	PM2,5	89	7	8%
	PM1	71	2	3%

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 SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> dues aux activités de l'aéroport atteignent respectivement 67% 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 CO<sub>2</sub>) les activités aéroportuaires contribuent pour 3 à 31% des émissions de la zone environnante.

Concernant le CH<sub>4</sub>, l'aéroport contribue seulement pour 1,5% 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.

	Polluant	Emissions Transport routier ZE 2022 (t/an)	Emissions trafic véhicules routiers aéroport 2022 (t/an)	% aéroport /ZE
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHEMIQUE	SO <sub>2</sub>	0	0.02	9%
	NO <sub>x</sub>	206	6	3%
	COVNM	19	0.5	2%
	CO	173	4	2%
	NH <sub>3</sub>	3	0.1	2%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG <sub>2007</sub>	80 302	2 536	3%
	CH <sub>4</sub>	2	0.3	13%
	CO <sub>2</sub>	78 063	2 507	3%
	N <sub>2</sub> O	2	0.1	3%
	HFC	1 511	-	-
	PFC	-	-	-
	SF <sub>6</sub>	-	-	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	22	0.7	3%
	PM10	16	0.5	3%
	PM2,5	11	0.3	3%
	PM1	6	0.4	7%

Tableau 10 : Comparaison des émissions dues au trafic de véhicules routiers sur la zone aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2022 à celles liées au transport routier sur la zone environnante en 2022

Le transport routier dans la zone publique de l'aéroport n'a qu'une part limitée dans les émissions routières de la zone environnante : entre 2 et 13% 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 centrales énergies

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 2022 (t/an)	Emissions centrales énergie aéroport 2022 (t/an)	% aéroport /ZE
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHEMISQUE	SO <sub>2</sub>	7	0.1	1%
	NO <sub>x</sub>	35	7	21%
	COVNM	189	0	0.2%
	CO	590	2.4	0.4%
	NH <sub>3</sub>	6	0	-
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG <sub>2007</sub>	41 465	6 966	17%
	CH <sub>4</sub>	29	0.6	2%
	CO <sub>2</sub>	39240	6 861	17%
	N <sub>2</sub> O	0.8	0.3	39%
	HFC	1258	-	-
	PFC	0	-	-
	SF <sub>6</sub>	0	-	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	59	0.1	0.2%
	PM10	56	0.1	0.2%
	PM2,5	55	0.1	0.2%
	PM1	54	0.1	0.2%

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 2022

Les émissions des centrales énergie de la plateforme participent pour des valeurs allant de 0,4 à 39% des émissions liées à la combustion des secteurs résidentiel et tertiaire de la ZE.

La valeur remarquable d'une participation de 39% des émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 25 fois 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 N<sub>2</sub>O 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<sub>x</sub> liées aux centrales énergie de la plateforme participent à 21% 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 émissions de NO<sub>x</sub>.

Les émissions de COVNM ont quant à elles vues leur représentativité chuter drastiquement entre 2019 et 2022 (passant de 13% à 0.2%) en raison de l'arrêt d'utilisation de fioul dans la production énergétique.

Les rejets atmosphériques de CO<sub>2</sub>, dont l'aéroport représente 17% 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 SO<sub>2</sub> 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) 2022 (t/an)	Emissions totales Haut-Rhin 2022 (t/an)	% aéroport/Haut-Rhin	Emissions totales Grand Est 2022 (t/an)	% aéroport/Grand Est
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO <sub>2</sub>	20	918	2.2%	8 316	0.2%
	NO <sub>x</sub>	272	11 400	2.4%	83 931	0.3%
	COVNM	138	25 318	0.5%	270 521	0.1%
	CO	236	24 890	0.9%	226 572	0.1%
	NH <sub>3</sub>	0.1	3 329	0.002%	63 640	0.0001%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG <sub>2007</sub>	74 330	5 516 603	1.35%	43 639 593	0.170%
	CH <sub>4</sub>	3.6	8 300	0.04%	189 455	0.002%
	CO <sub>2</sub>	73 312	4 842 303	1.5%	33 841 138	0.2%
	N <sub>2</sub> O	2.4	1 136	0.2%	13 665	0.02%
	HFC	228	128 368	0.18%	989 853	0.023%
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	20	6 457	0.3%	97 487	0.02%
	PM10	10	3 303	0.3%	38 056	0.03%
	PM2,5	7	2 397	0.3%	22 679	0.03%
	PM1	2	1 912	0.1%	16 849	0.01%

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 0,002% à 2,4% des émissions du département. Les contributions les plus élevées concernent le SO<sub>2</sub> et les NO<sub>x</sub> avec 2,7% chacun. Pour les particules, la contribution aux émissions est d'environ 0,3%.

Au niveau du Grand Est, les activités de la plateforme participent globalement pour une faible part des émissions avec un maximum de 0,3% pour les NO<sub>x</sub>.

## 2.4.2. Au regard des émissions du trafic aérien du Grand Est

Polluant		Emissions aéronefs Bâle Mulhouse 2022 (t/an)	Emissions aéronefs Grand Est 2022 (t/an)	% Bâle Mulhouse / Grand Est
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO <sub>2</sub>	18	25	71%
	NO <sub>x</sub>	217	291	75%
	COVNM	14	27	50%
	CO	211	567	37%
	NH <sub>3</sub>	-	0	-
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG <sub>2007</sub>	57 007	77 156	74%
	CH <sub>4</sub>	2	3	50%
	CO <sub>2</sub>	56 511	76 460	74%
	N <sub>2</sub> O	2	2	74%
	Fluorés (HFC, PFC, SF <sub>6</sub> )	0	0	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	15	72	21%
	PM10	8	37	23%
	PM <sub>2,5</sub>	5	22	24%
	PM1	1	2	74%

Tableau 13 : Comparaison des émissions des aéronefs de la plateforme de Bâle Mulhouse aux émissions du trafic aérien 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 liés à la combustion la contribution des aéronefs transitant par la plateforme de Bâle Mulhouse est très importante. En effet la contribution pour le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les COVNM, et les PM1 (particules étant émises exclusivement par la combustion) représente entre 50% et 75% des émissions du total de l'aérien du Grand Est.

Concernant les émissions de GES : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, la contribution de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse est similaire car ces émissions proviennent également de la consommation de carburant des avions. La contribution de l'aéroport est de 74% des émissions en équivalent CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e au PRG<sub>2007</sub>) du secteur aérien du Grand Est.

Pour les particules plus grossières que les PM1 émises majoritairement avec l'usure des freins et des pneus lors des différentes phases LTO des aéronefs, la contribution est estimée moindre dans cette mise à jour. En effet la méthodologie V2024 de l'inventaire des émissions du transport aérien prend en compte la totalité des vols pour l'usure des freins et des pneus. Ainsi les vols des petits avions à pistons sont dorénavant pris en compte avec les mêmes facteurs d'émissions que pour les avions turboréacteurs par manque de facteur d'émissions adapté. Ainsi étant majoritaires sur les petites plateformes aéroportuaires, les émissions d'usure des petits avions ont pris de l'importance sur cette version de l'inventaire expliquant une contribution plus mince de la plateforme de Bâle Mulhouse sur les émissions totales du Grand Est.

## 2.5. Comparaison avec l'inventaire de la plateforme pour l'année 2019

### 2.5.1. Les sources au sol (hors trafic aérien)

Lors de la réalisation du nouvel inventaire de la plateforme aéroportuaire de Bâle-Mulhouse pour l'année 2022, un changement méthodologique majeur a été opéré dans le calcul des émissions du trafic routier.

Cette évolution importante est liée à l'indisponibilité des données de comptages sur les différents tronçons pour l'année 2022. Ainsi les nombres d'entrée des différents parkings ont été utilisées afin d'estimer les émissions du trafic routier en prenant en compte la route pour accéder à ces derniers. Ce changement méthodologique permet toutefois une estimation plus précise de ces émissions en prenant en compte le trajet exact de chaque véhicule pour entrer et sortir de la plateforme. Il en résulte une division par deux des émissions du trafic entre 2019 et 2022 alors qu'une baisse de l'ordre de 22% équivalente à celle du nombre de passagers aurait été attendue. L'intégration du télétravail au sein des entreprises (notamment suite à la crise COVID) peut également expliquer cette diminution de trafic observée. L'estimation de la circulation en zone réservée et de ses émissions est faite avec la même méthodologie que celle de 2019.

Ainsi 2019 et 2022 restent tout de même deux années d'inventaires comparables d'un point de vue méthodologique hormis pour le trafic routier et les essais moteurs. 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 (15% en 2022 et 26% en 2019), toutefois les principaux partenaires de la plateforme ont bien retourné leur réponse et les retours ont été plus complets en termes de données pour 2022.
- 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 2022 (t/an)	Evolution 2022/2019
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO <sub>2</sub>	1.98	2.04	3%
	NO <sub>x</sub>	70.8	55	-22%
	COVNM	145	124	-14%
	CO	34.7	25	-28%
	NH <sub>3</sub>	0.12	0.1	-54%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	CH <sub>4</sub>	21 433	17 323	-19%
	CH <sub>4</sub>	2.2	2.1	-4%
	CO <sub>2</sub>	21 009	16 801	-20%
	N <sub>2</sub> O	1.2	0.8	-30%
	Fluorés (HFC, PFC, SF <sub>6</sub> )	24.8	228	817%
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	23.6	5	-80%
	PM10	6.1	2.0	-68%
	PM2,5	3.1	1.3	-57%
	PM1	1.8	1.2	-33%

Tableau 14 : Comparaison des émissions totales des sources au sol de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse entre les deux années d'inventaires 2019 et 2022

De manière globale, les émissions ont diminué 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 2019 et 2022 sont disponibles dans l'annexe 2.

Pour les polluants SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVNM, CO, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, il est constaté une diminution de 4% à 80% des émissions entre 2019 et 2022. Pour plusieurs de ces polluants, les émissions sont pour une grande part, liées aux consommations d'énergies :

- Le poste le plus consommateur d'énergie est lié aux centrales de chauffage avec 33 435 MWh consommés en 2022. Ce poste à tout de même connu une diminution des consommations de 22% entre 2019 et 2022 notamment en lien avec l'arrêt d'usage du fioul et les réponses au questionnaire mentionnant moins de consommations et d'équipements. Ainsi sans ces consommations de fioul, les émissions de SO<sub>2</sub> des centrales énergétiques ont connu une diminution de 36%. Le réseau de chaleur principal de l'aéroport a été raccordé au réseau de chauffage urbains de Saint-Louis en septembre 2022. Ainsi, des consommations de gaz ont été évitées sur le périmètre de la plateforme. De plus, les conditions de température ont été plus clémentes en 2022 qu'en 2019, réduisant ainsi les besoins en chauffage des bâtiments de la plateforme aéroportuaire.
- Les essais moteurs deviennent les second plus gros consommateurs d'énergie de cet inventaire avec 23 906 MWh d'énergie consommée. Les essais moteurs sont un poste relativement stable entre les deux années d'inventaire avec une hausse de 6% des consommations énergétiques estimées entre 2019 et 2022.
- Le trafic de véhicules routiers est le troisième poste de consommation malgré la diminution de 50% de sa consommation énergétique par rapport aux estimations de 2019 avec 9 604 MWh consommés en 2022. Cette diminution est liée au changement de méthodologie de calcul se basant sur les entrées parking et non plus sur les points de comptage des tronçons routiers. Ainsi la plupart des polluants liés au trafic routier ont connu une diminution similaire à celle de la consommation d'énergie de ce poste, soit entre 47% et 67%.
- Le quatrième poste le plus consommateur d'énergie est constitué par les engins spéciaux aéroportuaires. La consommation du parc d'engins ayant été estimée au prorata de la diminution du trafic lorsque les données n'étaient pas disponibles, une diminution de la consommation de 28% est observée dans les résultats finaux avec une diminution des différents polluants similaire à cette réduction.

Pour certains polluants l'évolution est encore plus importante entre les 2019 et 2022 notamment pour les particules fines et les fluorés.

- Les émissions de TSP ont vu leur total chuter de 80% pour les sources au sol en grande partie avec une division par deux de la surface de chantiers entre 2019 et 2022. La diminution des émissions du trafic routier liée à un ajustement méthodologique contribue également à cette diminution, en plus de la baisse de l'activité aéroportuaire entre 2019 et 2022.
- Les émissions de composés fluorés connaissent une multiplication par 8 entre les deux périodes. Cette hausse est liée à un retour du questionnaire détaillant un large parc d'installations productrices de froid, alors absent des déclarations de 2019. Avec l'estimation des fuites de gaz de ce parc nouvellement déclaré, les émissions de HFC ont explosé en 2022.

## 2.5.2. Le trafic aérien

Le principal changement avec l'inventaire précédent (2019) est une diminution importante des émissions de particules fines lors du cycle LTO des avions. Ce changement est lié à la mise à jour des facteurs d'émissions de la base OMINEA du CITEPA, l'utilisation d'un modèle de calcul prenant en compte des certifications moteur permettant une meilleure estimation des émissions de particules. Les émissions des polluants hors particules n'ont pas été impactées par ce changement.

Ainsi entre l'année 2019 recalculée avec les nouveaux facteurs d'émissions et l'année 2022 l'évolution est la suivante :

	Polluant	Emissions trafic aérien 2019 (t/an)	Emissions trafic aérien 2022 (t/an)	Variation 2019-2022
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO2	22 506	17 884	-21%
	NOX	255 100	217 233	-15%
	COVNM	16 491	13 531	-18%
	CO	266 671	210 821	-21%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG2007	71 740 864	57 006 981	-21%
	CH4	1 832	1 503	-18%
	CO2	71 118 277	56 511 076	-21%
	N2O	1 935	1 538	-21%
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	19 064	15 234	-20%
	PM10	10 421	8 299	-20%
	PM2,5	6 810	5 402	-21%
	PM1	1 462	1 122	-23%

Tableau 15 : Comparaison des émissions des aéronefs de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse entre l'année 2019 recalculée et l'année 2022

Le nombre de mouvement totaux sur la plateforme de Bâle Mulhouse a diminué de 15% entre 2019 et 2022 en lien avec la crise sanitaire de 2020 qui a grandement perturbé le trafic aérien. La consommation énergétique des aéronefs lors du cycle LTO et de l'usage d'APU a connu une diminution plus importante que la baisse du trafic : une baisse de 21%, qui en plus des 15% de réduction de mouvements, est à mettre en lien avec le déploiement d'avions nouvelles génération moins consommateurs d'énergie. Ainsi les polluants et gaz à effet de serre liés à cette consommation énergétique ont connu une baisse approximativement similaire.

## 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 un inventaire d'émissions a été construit : un 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. Pour la première fois, les émissions des essais moteurs opérés sur la plateforme ont été comptabilisées dans l'inventaire des émissions. L'impact plus global a aussi été évalué en considérant 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.

### **Concernant les niveaux d'émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire hors trafic aérien :**

Les émissions de la plateforme aéroportuaire (hors trafic aérien) ont été estimées pour l'année de référence 2022 et pour 21 activités différentes.

- Les 4 principales sources d'émissions pour la plupart des polluants inventoriés sont le trafic de véhicules routiers, les centrales énergie et les engins aéroportuaires spéciaux et les essais moteurs des aéronefs.

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 (88%), de la peinture (8%) et de la distribution de carburant (1%).
- Les émissions de dioxyde de carbone principalement issues des sources de combustion ont pour principales origines les centrales d'énergie, le transport routier mais également les essais moteurs des aéronefs.
- Le dioxyde de soufre, est un polluant issu de la combustion de carburants ou combustibles. Pour la plateforme, les essais moteurs en sont les principaux contributeurs avec 96% des émissions. Les centrales énergies n'y contribuent plus qu'à 3% grâce à l'abandon du fioul.
- Le monoxyde de carbone, les oxydes d'azotes (NO<sub>x</sub>) sont issus de combustions de carburants et principalement des essais moteurs des aéronefs (65%), le reste étant lié aux centrales énergies, aux engins aéroportuaires et au trafic routier à parts quasiment égales.
- Les particules fines PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>1</sub> sont principalement émises par les engins spéciaux aéroportuaires ainsi que le trafic de véhicules routiers. Alors que les particules les plus grossières (TSP et PM<sub>10</sub>) sont principalement issues des activités de chantier et construction opérées en 2022 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 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 déverglaçage 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) sur la plateforme aéroportuaire :**

Les émissions des aéronefs sur la plateforme de Bâle-Mulhouse ont été estimées pour l'année de référence 2022 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 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, GES ainsi que les particules PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1</sub>) 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'inventaires, 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 + trafic aérien) aux émissions totales de la zone environnante varie selon le polluant étudié avec tout de même quelques valeurs remarquables :

- Les émissions de SO<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub> sont pour respectivement 67% 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 3% à 8% 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 13% 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<sub>x</sub> et CO<sub>2</sub> générées par les centrales énergies de la plateforme correspondent respectivement à 21% et 17% 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<sub>x</sub>).

### **Concernant les émissions des aéronefs de la plateforme de Bâle Mulhouse en comparaison aux émissions totales des aéronefs au niveau Grand Est :**

La plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse génère une importante activité de trafic aérien (64 193 mouvements commerciaux en 2022). 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 50 à 75% des émissions. Seule la contribution de la plateforme aux émissions de particules grossières (TSP, PM10 et PM2.5) issues principalement de l'usure des freins et pneus est plus faible (21% à 24%) suite à la prise en compte de ces émissions sur les plus petits avions.

### **Comparaison des résultats de l'inventaire 2022 avec les résultats de l'inventaire 2019 :**

De manière générale, toutes activités confondues, les émissions des principaux polluants sont cohérentes entre les deux années d'inventaire au vu de la diminution du trafic entre 2019 et 2022. Ainsi les résultats de 2022 sont globalement moins élevés que ceux de 2019, à l'exception des émissions de fluorés dont la hausse est due aux déclarations.

Cette étude a également été l'occasion de prendre en compte la méthode détaillée comme méthode standard d'inventaire. Ainsi le calcul annuel des émissions de l'inventaire des émissions régionales d'ATMO Grand Est utilise la méthode la plus précise pour l'inventaire des émissions de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse. Ce qui permet d'avoir des résultats annuels précis et cohérents sans multiplier le nombre d'études et de méthodes de calcul.

**Ces travaux se sont attachés à la caractérisation des émissions de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse pour l'année 2022. 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 <sup>3</sup> 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 <sub>6</sub> )	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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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
21	Essais moteurs des aéronefs	750 heures d'essais moteurs

## ANNEXE 2 – CARACTERISATION DES DIFFERENTES PHASES LTO

### Donnés radar

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). Les limites des étapes clés du décollage et de la montée sont mises 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).

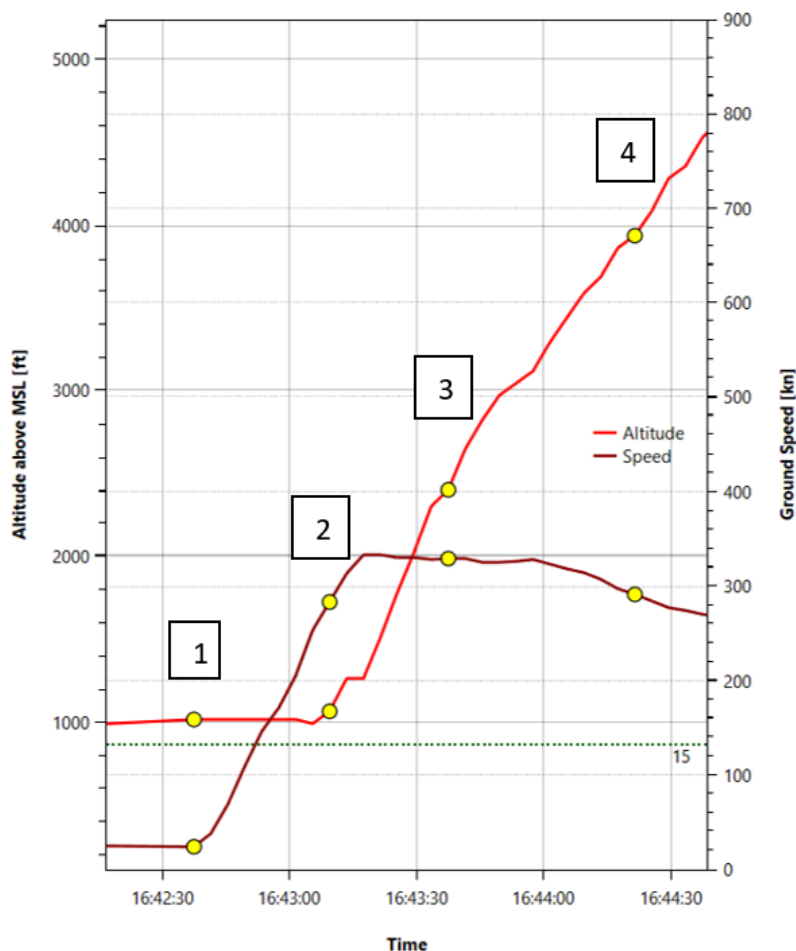


Figure 32: Profils d'altitude et de vitesse d'un A320

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.

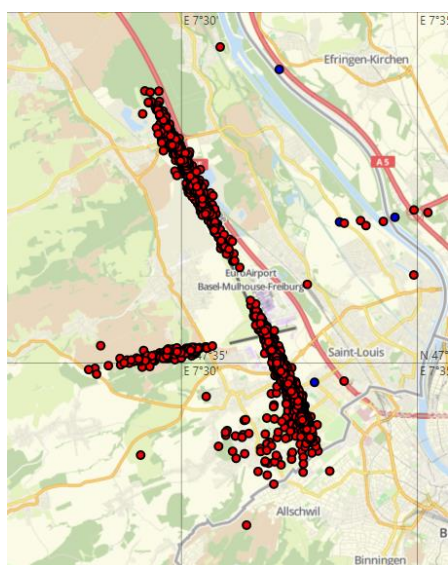


Figure 33: Données radar des départs à 1'500 ft effectués entre le 01.01.2019 et le 03.01.2019.

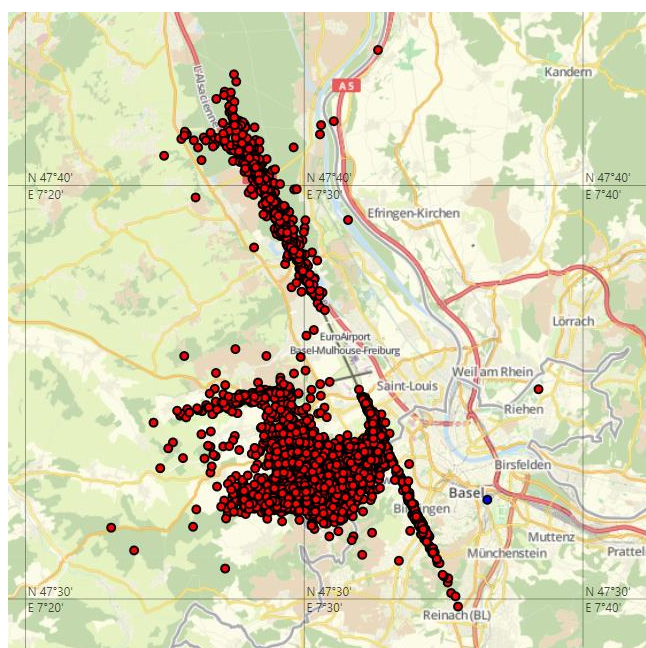


Figure 34: Données radar des départs à 3'000 ft effectués entre le 01.01.2019 et le 03.01.2019.

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.

#### 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).

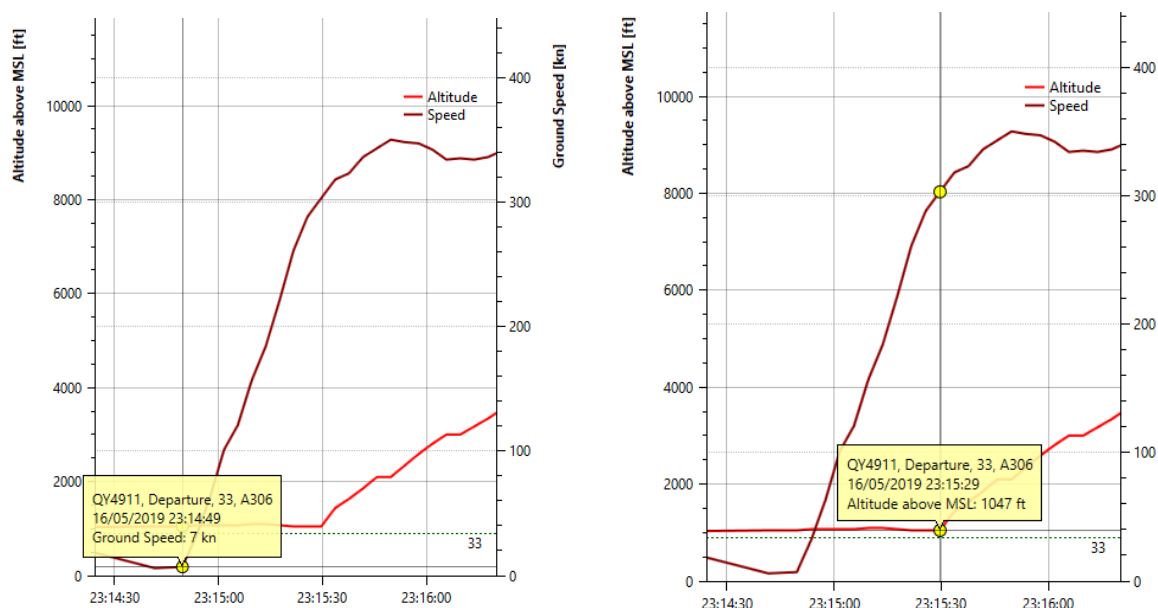


Figure 35 : Profils d'altitude et de vitesse d'un A306. A gauche, le point jaune présente le moment du début de l'accélération. A droite le point jaune présente le moment du décollage.

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 4.

### 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	

### Considération des vols VFR (Visual Flight Rules)

Comme pour les 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 délimiter 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 :

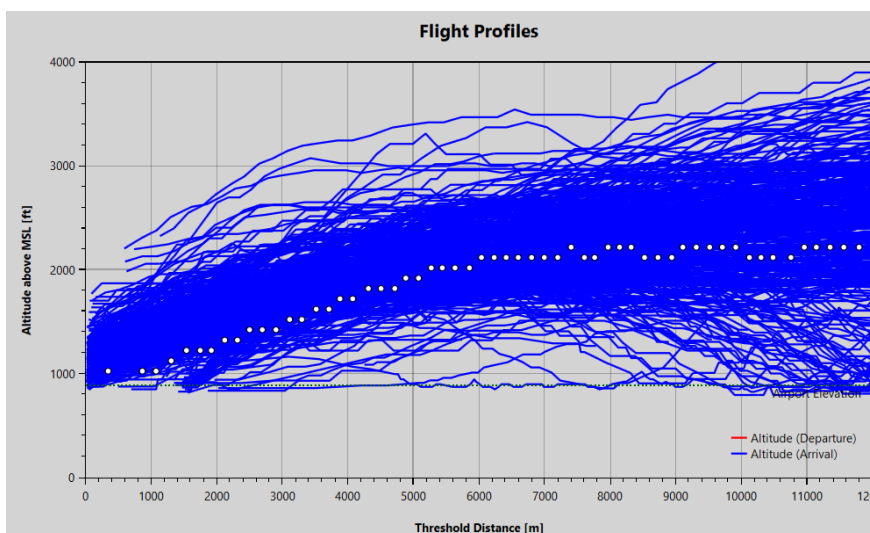


Figure 36: Profils d'altitude des atterrissages des vols VFR durant le mois d'avril 2021

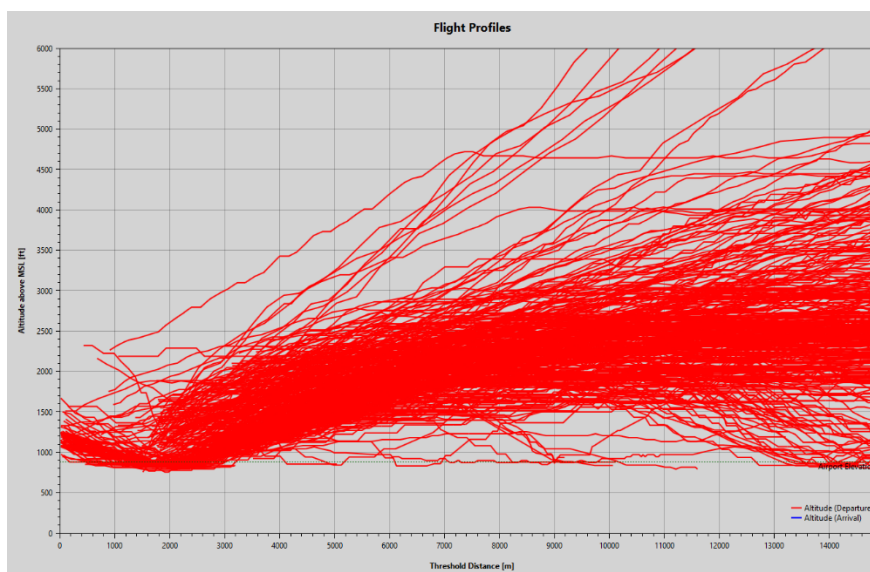


Figure 37: Profils d'altitude des décollages des vols VFR durant le mois d'avril 2021



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 :

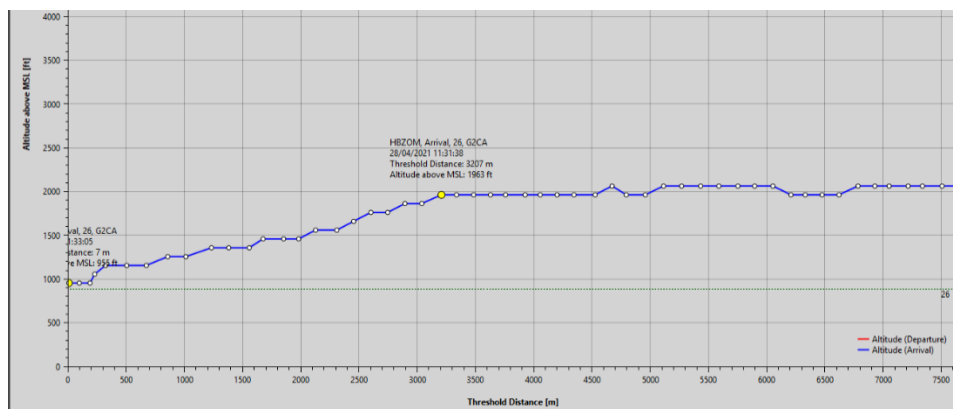


Figure 38: Profil d'altitude d'un atterrissage VFR

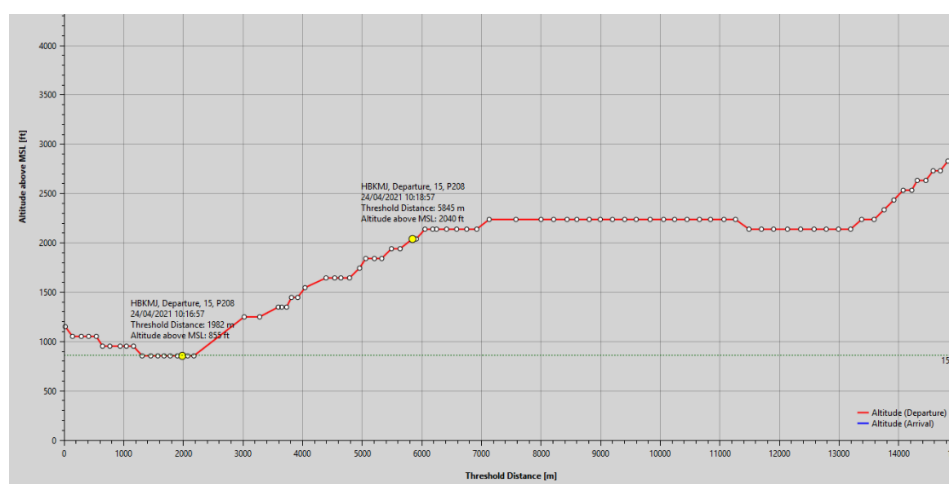


Figure 39: Profil d'altitude d'un décollage VFR

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
<b>Circulation au sol [s]</b>	
504	



## ANNEXE 3 – RESULTATS TOTAUX EN KG DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS DES SOURCES AU SOL DE LA PLATEFORME AEROPORTUAIRE DE BALE MULHOUSE POUR 2019 ET 2022

ANNEE	ID_FICHE	SO2	NOX	COVNM	CO	NH3	CH4	CO2	N2O	HFC	PRG	TSP	PM10	PM2,5	PM1
2019	Centrales énergie	94	13274	10397	3075	-	705	8749638	383	-	8881435	140	139	138	138
2019	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	24834	24834	-	-	-	-
2019	Stockages d'hydrocarbures	-	-	122202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Distribution de combustibles et carburants	-	-	3311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Réseau de distribution de gaz	-	-	113	-	-	1096	-	-	-	27396	-	-	-	-
2019	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Construction et rénovation de voies	-	-	66	-	-	-	-	-	-	-	91	91	76	63
2019	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Déverglacement routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	4093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	1435	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	116	634	4480	-	27	35050	1	-	35994	62	45	43	43
2019	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	0
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
2019	Essais moteur aéronefs	1838	34296	808	7523	-	90	5808638	158	-	5857988	126	126	126	104
2022	Centrales énergie	60	7222	301	2407	-	602	6860959	301	-	6965678	108	108	108	108
2022	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	227820	227820	-	-	-	-
2022	Stockages d'hydrocarbures	-	-	109088	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Distribution de combustibles et carburants	-	-	1694	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Réseau de distribution de gaz	-	-	113	-	-	1096	-	-	-	27396	-	-	-	-
2022	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Construction et rénovation de voies	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	48	48	41	33
2022	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Déverglacement routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	734	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	10075	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Essais de feux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3190	592	191	71
2022	Trafic ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Engins agricoles et espaces verts	0	50	184	1265	-	8	12736	0	-	13026	23	14	13	12
2022	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Engins aéroportuaires	8	6379	477	7311	-	38	1239575	265	-	1319581	606	558	519	501
2022	Trafic de véhicules routiers	17	5802	482	4118	57	252	2506920	78	-	2536455	677	490	313	381
2022	Essais moteur aéronefs	1956	35537	909	10018	-	101	6180781	168	-	6233431	142	142	142	117

ANNEE	ID_FICHE	AS	CD	CR	CU	HG	NI	PB	SE	ZN	PCB	HCB	PCDDF	BAP	BBF	BKF	INDPY	HAP4
2019	Centrales énergie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
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	-	0,00	0,00	0,01	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
2019	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Engins aéroportuaires	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	-
2019	Trafic de véhicules routiers	0,06	0,00	0,06	9,85	0,01	0,05	3,28	0,02	11,39	0,00	-	-	0,02	0,03	0,02	0,02	-
2019	Essais moteur aeronefs	-	-	0,67	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Centrales énergie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	0,00	-
2022	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Stockages d'hydrocarbures	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Distribution de combustibles et carburants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Réseau de distribution de gaz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Construction et rénovation de voies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
2022	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Déverglacement routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Essais de feux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Trafic ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Engins agricoles et espaces verts	-	0,00	0,00	0,01	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
2022	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	Engins aéroportuaires	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	-
2022	Trafic de véhicules routiers	0,06	0,00	0,06	9,85	0,01	0,05	3,28	0,02	11,39	0,00	-	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	-
2022	Essais moteur aeronefs	-	-	0,67	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## ANNEXE 4 – 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 69 24 73 73 – [contact@atmo-grandest.eu](mailto:contact@atmo-grandest.eu)

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air