

Modélisation des émissions et de l'impact des rejets atmosphériques liés aux activités de l'aéroport de Charleroi

Rapport RID01-2211238-V01
adressé le 25/05/2024

à

M. Blaise ALTDORFER

Ariès Consultants
Rue des Combattants 96
B-1301 Bierges



BELGIQUE

Siège technique

Rue de l'Hydrion, 50 Bte 001
6700 ARLON
Tel : 0032/63 33 90 50
Fax : 0032/63 38 37 34

FRANCE

ZI Sainte-Agathe – Rue Lavoisier
F-57190 Florange
Tel : +33 (0)9 73 03 66 94

www.odometric.com / info@odometric.com



PÔLE LABORATOIRE
COMPRENDRE ET
MESURER LES ODEURS



PÔLE IMPACT
ÉVALUER L'IMPACT
DE VOTRE ACTIVITÉ



PÔLE PROCESS
CAPTER ET TRAITER
LES ÉMISSIONS



PÔLE MONITORING
Suivre Et gérer les
ÉMISSIONS dans le
temps


Références du document :

Titre :	Modélisation des émissions et de l'impact des rejets atmosphériques liées aux activités de l'aéroport de Liège
Commanditaire :	Ariès Consultants
Contact :	Blaise ALTDORFER
Adresse:	Rue des Combattants 96 B-1301 Bierges


Numéro de l'offre : RID01-2211238-V01

Nombre de page : 56 pages + annexes

Signatures :



Jean François Thomas



Cédric Vérifier

Récapitulatif des modifications :

N° de version	Date	Auteur	Description de la publication ou des modifications
RID01-2211238-V01	25/05/2024	Jean François Thomas	Rédaction du rapport
RID01-2211238-V01	28/05/2024	Cédric Vérifier	Validation

En Région wallonne, Odometric est un laboratoire agréé pour réaliser des prélèvements, analyses, essais et recherches dans le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique.

En Région de Bruxelles-Capitale, Odometric est agréé pour la réalisation de prélèvements d'odeur et de réalisation d'essais en olfactométrie dynamique (EN13725 :2003).

Au Grand-duché de Luxembourg, Odometric est agréé pour le contrôle des émissions et la qualité de l'air dans le domaine des odeurs (A5) et pour les études d'impact relatives aux odeurs (E11).

Référence qualité du document :

Numéro : EN-REA-25-V0

Date de validation : 19/06/19

Table des matières

1. Objet de la demande	6
2. Glossaire	7
3. Périmètre de l'étude.....	9
3.1. Situations étudiées	9
3.2. Sources d'émission	9
3.3. Cadre réglementaire.....	11
4. Sources d'émission liées aux aéronefs	14
4.1. Cycle LTO	15
4.1.1. Données de trafic aérien.....	15
4.1.2. Données relatives aux phases du cycle LTO.....	16
4.1.3. Trajectoires de vol.....	17
4.1.4. Itinéraires de roulage des aéronefs	20
4.2. Stationnement des aéronefs	24
5. SOURCES D'EMISSION hors aéronefs	25
5.1. Sources d'émissions liées au trafic routier et à la circulation des engins spéciaux sur site	25
5.1.1. Trafic routier et circulation sur l'aéroport	25
5.1.2. Engins spéciaux	27
5.1.3. Stationnements/Parkings de l'aéroport.....	28
5.2. Installations de combustion	32
5.3. Gestion d'hydrocarbures	35
5.3.1. Stockage.....	35
5.3.2. Avitaillement des aéronefs	36
6. Modélisation du projet et de son environnement.....	40
6.1. Description du modèle de dispersion ADMS-Airport	40
6.2. Phénomènes pris en compte par le modèle.....	41
6.3. Définition du domaine d'étude et des points spécifiques.....	42
6.4. Définition du domaine d'étude et du maillage.....	44
7. Calage du modèle	47
7.1. Procédure de calage	48
7.2. Variables d'ajustement.....	49
7.3. Validation des résultats simulés	49
7.4. Résultats en NO ₂	50
7.5. Résultats en PM ₁₀	51
8. Caractéristiques des incertitudes	52
8.1. Incertitudes intrinsèques au modèle.....	52
8.2. Incertitudes relatives aux données d'entrée	53

9. Bilan des émissions.....	56
9.1. Quantification des émissions.....	56
9.2. Evolution des émissions	57
10. Résultats de modélisation.....	58
10.1. Seuils réglementaires	58
10.2. Résultats au niveau des points récepteurs.....	58
10.2.1. Concentrations de polluants aux points récepteurs – Situation initiale (2019).....	60
10.2.2. Concentrations de polluants aux points récepteurs – Situation future	61
10.3. Résultats cartographiques	62
11. Conclusions.....	63
12. ANNEXE A : résultats cartographiques	64
13. ANNEXE B : Rapport de campagne de mesures PM10 et NO2.....	74

Table des figures

<i>Figure 1 Localisation des stations de mesure pour la qualité de l'air du réseau ISSEP.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 2 – Trajectoires de vol – Sens standard</i>	<i>19</i>
<i>Figure 3 – Trajectoires de vol – Sens inverse</i>	<i>19</i>
<i>Figure 4 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Décollage sens standard – Etat initial en 2019</i>	<i>20</i>
<i>Figure 5 – Itinéraires de roulage des aéronefs – Atterrissage sens standard – Etat initial en 2019.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 6 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Décollage sens inverse – Etat initial en 2019</i>	<i>21</i>
<i>Figure 7 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Atterrissage sens inverse – Etat initial en 2019</i>	<i>22</i>
<i>Figure 8 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Décollage sens standard – Situation future 2045</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Atterrissage sens standard – Situation future 2045.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 10 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Décollage sens inverse – Situation future 2045</i>	<i>23</i>
<i>Figure 11 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Atterrissage sens inverse – Situation future 2045.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 12 – Itinéraires des camions citernes</i>	<i>26</i>
<i>Figure 13 – Localisation des stands.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 14 – Localisation des parkings voitures.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 15 – Localisation des chaudières</i>	<i>34</i>
<i>Figure 16 – Localisation des stocks d'hydrocarbures.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 17 - Localisation de la station météorologique de Charleroi-Gosselies</i>	<i>42</i>
<i>Figure 18 – Rose des vents issue de la station Charleroi-Gosselies pour l'année 2023</i>	<i>43</i>
<i>Figure 19 – Zone d'étude.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 20 – Illustration du maillage de points de calculs utilisé pour la modélisation</i>	<i>46</i>
<i>Figure 21 - Résultats de la campagne de mesures par tubes passifs dans l'environnement de l'aéroport</i>	<i>47</i>
<i>Figure 22 – Schéma descriptif de la procédure de calage</i>	<i>48</i>
<i>Figure 23 – Comparaison modèle / mesure des concentrations en NO2.....</i>	<i>50</i>
<i>Figure 24 – Comparaison modèle / mesure des concentrations en PM10</i>	<i>51</i>
<i>Figure 25 – Localisation des points récepteurs.....</i>	<i>59</i>
<i>Figure 26 – Correspondance entre points récepteurs et points de mesures.....</i>	<i>59</i>

Table des tableaux

Tableau 1 – Pollution de fond – Moyennes annuelles mesurées en 2023 par le réseau de station de l'ISSEP	10
Tableau 2 – Polluants et valeurs réglementaires fournis par l'AWAC	11
Tableau 3 – Seuils de concentrations de la réglementation européenne (Directive n° 2008/50/CE du 21/05/08 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe)	12
Tableau 4 – Valeurs guide de l'OMS (WHO global air quality guidelines, 22 september 2021)	13
Tableau 5 – Données de trafic aérien	15
Tableau 6 – Données générales relatives aux cycles LTO	16
Tableau 7 – Détails des phases des cycles LTO par type d'aéronefs (données issues de la littérature et d'études aéroportuaires déjà réalisées)	16
Tableau 8 – Données – Trafic routier sur site	26
Tableau 9 – Données – Engins spéciaux	27
Tableau 10 – Données – Zones de stationnement et parkings de l'aéroport	30
Tableau 11 – Dénomination et nombre de places de stationnement de chaque parking	31
Tableau 12 – Données – Chaudières	33
Tableau 13 – Description des chaudières pour la situation en 2019	34
Tableau 14 – Données – Stockages d'hydrocarbures	35
Tableau 15 – Données – Avitaillement des aéronefs	39
Tableau 16 – Phénomènes pris en compte par le modèle	41
Tableau 17 - Complexité du site et de son environnement	52
Tableau 18 - Qualité des données d'entrée du modèle	53
Tableau 19 - résultats de la quantification des émissions pour les scénarios 2019 et 2045	56
Tableau 20. Résultats de calculs au niveau des points spécifiques -Situation initiale	60
Tableau 21. Résultats de calculs au niveau des points spécifiques -Situation future	61

1. OBJET DE LA DEMANDE

ARIES Consultants a sollicité le bureau d'études Odometric pour réaliser l'étude de la dispersion atmosphérique des émissions de polluants rejetés à l'atmosphère par la plateforme aéroportuaire de Charleroi (Bruxelles-Sud), dans le cadre de l'étude d'incidences environnementales pour le renouvellement de son permis unique.

La modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de polluants rejetés à l'atmosphère par la plateforme aéroportuaire a été réalisée en collaboration avec la société NUMTECH, leader en France de la modélisation de phénomènes atmosphériques.

La collecte de données et l'exploitation des résultats produits par NUMTECH, du point de vue de l'impact du site et de son activité sur la qualité de l'air et la santé des populations, a été réalisée sous la supervision d'ODOMETRIC.

L'objectif de cette étude est de déterminer, par modélisation, les impacts actuels et futurs de l'aéroport et de vérifier que les niveaux de concentrations de polluants au niveau du voisinage du site sont conformes à la réglementation.

Deux scénarios sont évalués dans cette étude :

- L'état initial en 2019 antérieur à la création d'une extension de piste ;
- La situation future en 2045 (échéance du nouveau permis d'environnement, intégrant l'extension de la piste d'atterrissage/décollage de la plateforme aéroportuaire).

Afin de réduire les écarts entre mesures et valeurs simulées, et pour limiter l'incertitude globale en sortie de modélisation, une campagne de mesures a été réalisée par Odometric à l'aide d'échantillonneurs passifs pour les paramètres NO₂ et PM₁₀. Le but de cette campagne était de récolter des données (concentrations en polluants) qui ont permis à la société Numtech, en charge des modélisations, de caler de façon optimale le modèle de dispersion.

La campagne de mesure s'est déroulée du 16 février 2023 au 2 mars 2023.

Les résultats de cette campagne de mesures ont fait l'objet d'un rapport (« *Mesures d'exposition au NO₂ et PM₁₀ autour de l'aéroport de Bruxelles-Sud – Charleroi* » RLC-01-2211238-V01, 30/03/2023), qui est présenté en annexe.

2. GLOSSAIRE

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

L'APU fournit :

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

Benzène : est un composé organique appartenant à la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques (de formule C_6H_6). C'est un solvant liquide volatile largement utilisé dans l'industrie chimique. On le trouve dans la fumée de tabac, les émissions des véhicules et les vapeurs d'essence. L'exposition au benzène peut provoquer le cancer et d'autres problèmes de santé.

Benzo(a)pyrène ou benzopyrène ou B[a]P : est l'un des plus connus des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). De tels hydrocarbures se rencontrent dans les produits complexes formés lors de la combustion incomplète ou de la pyrolyse de matériaux organiques (présents dans les suies et fumées de toutes origines, dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion, dans la fumée de cigarette, etc.).

CO : Monoxyde de carbone. Gaz incolore et inodore, se formant lors de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fioul, bois ou carburants). La source principale est le trafic automobile. Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en dioxyde de carbone CO_2 et contribue à l'effet de serre. Le monoxyde de carbone a un effet toxique sur la santé humaine à certaines concentrations.

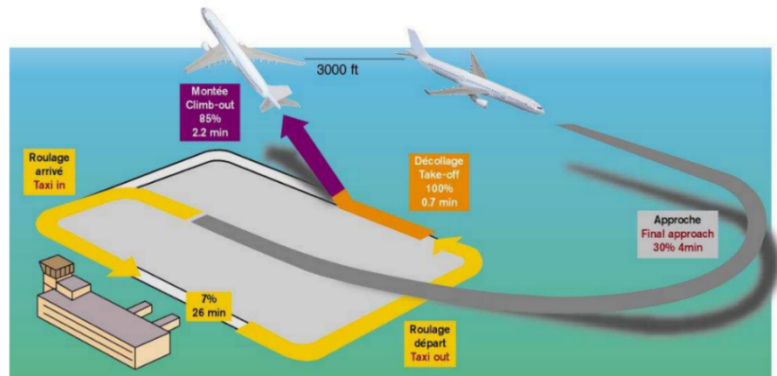
COVT : Un composé organique volatil (COV) est un composé organique (contenant du carbone) qui s'évapore rapidement dans l'atmosphère à température ambiante. Les composés organiques volatiles contribuent considérablement à la formation de smog et à certains problèmes de santé. Les COV sont souvent odorants. La quantité totale de COV (COV_T) peut constituer un indicateur très général de la qualité de l'air. Comme la composition des mélanges de COV peut fortement varier, la quantité totale de COV n'est pas une mesure pertinente pour l'évaluation des risques.

GPU (Ground Power Unit) : Groupe électrogène spécifique qui assure l'alimentation électrique des avions au sol lorsqu'ils sont à l'escale.

ICAO (International Civil Aviation Organization) : Organisation internationale de l'aviation civile créée par la convention de Chicago et notamment chargée d'éditer des textes sous forme de normes et de recommandations à l'usage de tous les états membres dans tous les domaines de l'aéronautique civile. Elle siège à Montréal

LTO (Landing and Take-Off) : le LTO est le cycle atterrissage-décollage. Il décompose les opérations de l'avion sur et autour de l'aéroport en quatre phases : approche, circulation au sol, décollage, montée. A chaque phase sont associés des durées et des réglages de poussée qui peuvent être respectivement décrits comme suit (valeurs indicatives) :

- Décollage : 0,7 min – 100% ;
- Montée : 2,2 min – 85% ;
- Approche : 4 min – 30% ;
- Roulage : 26 min – 7%.



Il s'agit bien entendu de moyennes. Les données relatives aux cycles LTO sur l'aéroport de Charleroi seront affinées.

PM₁₀ : Les PM₁₀ sont des particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres, d'où leur nom anglais de particulate matter 10, ou PM₁₀ en abrégé. Elles constituent les particules dites « respirables » et incluent les particules fines, très fines et ultrafines et peuvent pénétrer dans les bronches.

PM_{2.5} : Les PM_{2.5}, appelées « particules fines », sont des particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres, d'où leur nom anglais de particulate matter 2.5, ou PM_{2.5} en abrégé. Elles incluent les particules très fines et ultrafines et pénètrent dans les alvéoles pulmonaires ;

PM₁ : Les PM₁, appelées « particules très fines », sont des particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 1 micromètre, d'où leur nom anglais de particulate matter 1, ou PM₁ en abrégé. Elles incluent les particules ultrafines (0,1 µm) et peuvent passer la barrière alvéolo-capillaire.

3. PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

3.1. Situations étudiées

Deux scénarios de fonctionnement de l'aéroport de Charleroi Bruxelles-Sud ont été étudiés :

- L'état initial en 2019 antérieur à la création d'une extension de piste ;
- La situation future en 2045 (échéance du nouveau permis d'environnement, si celui-ci est renouvelé en 2025), intégrant l'extension de la piste d'atterrissage/décollage de la plateforme aéroportuaire.

La méthodologie de calcul des émissions et de modélisation est identique pour les deux scénarios étudiés. Les données d'entrée sont toutefois ajustées pour chacun des scénarios étudiés.

3.2. Sources d'émission

Les différentes études réalisées sur des zones aéroportuaires montrent que, classiquement, les principales sources d'émissions sont :

- Les aéronefs :
 - roulage ;
 - cycles LTO ;
 - APU.
- Les sources au sol :
 - GPU ;
 - trafic routier sur la plateforme aéroportuaire et les parkings ;
 - circulation des engins spéciaux appartenant à l'aéroport ;
 - stockage et distribution de carburant ;
 - dégivrage des pistes et de-icing des aéronefs ;
 - les centrales thermiques (chaudières).

La liste des sources d'émission présentée ci-dessus correspond aux principales activités émettrices caractéristiques des plateformes aéroportuaires, elle n'est cependant pas exhaustive. D'autres activités émettrices sont susceptibles d'être présentes sur l'aéroport, elles ont cependant été écartées de par leurs faibles contributions polluantes en comparaison aux activités principales recensées ci-dessus. Parmi les activités négligées on pourra noter :

- la circulation d'engins spéciaux industriels (chariot de manutention, compresseurs, pelleteuses, etc.) ;
- les opérations de maintenance et de nettoyage des aéronefs et des engins spéciaux ;
- l'entretien des espaces verts (engins spéciaux et utilisation d'engrais) ;
- les émissions liées aux opérations de démantèlement des aéronefs et de recyclage de leur composants ;

Il est à noter que le déverglage des parkings et des voies d'accès à l'aéroport a été identifié comme une activité non-émettrice, de par l'utilisation de sels de déverglage sur ces zones.

Enfin, la pollution de fond a été utilisée pour intégrer les sources d'émission non modélisées explicitement dans le modèle de dispersion lorsque les données le permettent (valeurs mesurées dans l'environnement de l'aéroport).

Pour caractériser cette pollution de fond, les données enregistrées par des stations de mesures proches de l'aéroport ont été exploitées. Ces stations (27) font partie du réseau de mesure en temps réel mis en place par l'ISSEP (réseau d'alarme susceptible de fournir des informations, en temps réel et en continu,

sur la qualité de l’air dans le but de protéger la santé de la population). Il se compose actuellement de plus de 80 moniteurs répartis sur 27 stations.

Dans le cadre de cette étude, une sélection des stations permettant de reproduire au mieux la pollution de fond de la zone d’étude a été réalisée sur la base d’un calage du modèle présenté au chapitre 7. Cette sélection a été effectuée parmi toutes les stations présentes dans l’environnement de l’aéroport, à savoir les stations Charleroi, Lodelinsart, Charleroi-Parc, Châtelaineau, Marcinelle, Marchienne-au-pont, Aéroport1 (TMCH08 – Site Middle Marker de Skeyes), Aéroport2 (TMCH07 – Site SOWAER de Jumet).

Les localisations de ces stations sont présentées en Figure 1

Les moyennes annuelles observées au niveau de ces stations en 2023, pour les polluants étudiés, sont fournies dans le Tableau 1.

Figure 1 Localisation des stations de mesure pour la qualité de l'air du réseau ISSeP



Tableau 1 – Pollution de fond – Moyennes annuelles mesurées en 2023 par le réseau de station de l’ISSEP

Station de mesure	Typologie de station	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	CO (µg/m ³)
Charleroi	Fond urbain	13	7	18	-	0.23
Lodelinsart	Fond suburbain	13	7	15	-	-
Charleroi-Parc	Trafic urbain	15	8	19	-	0.22
Châtelaineau	Fond suburbain	13	7	-	1	-
Marcinelle	Fond suburbain	13	7	-	-	-
Marchienne-au-pont	Industriel suburbain	16	8	13	1	0.2
Aéroport1	Proximité aéroport	13	7	11	-	0.21
Aéroport2	Proximité aéroport	13	7	-	-	-

3.3. Cadre réglementaire

Les polluants étudiés dans le cadre de cette étude sont : Les poussières (PM₁₀ et PM₁), le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x, dont NO₂), le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques totaux (CO_T), le benzo(a)pyrène et le benzène. Cette liste de polluants a été fournie par l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) au démarrage de la prestation.

Les limites en concentrations considérées pour ces derniers peuvent être divisées en 3 catégories :

- Les valeurs imposées par l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC), servant de référence pour ce dossier ;
- La réglementation européenne, moins restrictive que les limitations imposées par l'AWAC et qui permettra de mettre en perspective les seuils du point précédent ;
- Les valeurs guides de l'OMS, présentant des seuils intermédiaires aux deux points précédents.

Tableau 2 – Polluants et valeurs réglementaires fournis par l'AWAC

Polluant	Incrément Max.	Définition
Poussières PM ₁₀	4 µg/m ³	Moyenne journalière au P90,5 (35 jours/an de dépassement autorisé)
Poussière PM ₁ *	4 µg/m ³	Moyenne journalière au P90,5 (35 jours/an de dépassement autorisé)
SO ₂	25 µg/m ³	Moyenne journalière
NO _x **	40 µg/m ³	Moyenne horaire au P99,8 (18 heures/an de dépassement autorisé)
CO	0,2 mg/m ³	Moyenne glissante*** sur 8 heures
CO _T	4 µg/m ³	Moyenne journalière
Benzo(a)pyrène	0,012 ng/m ³	Moyenne annuelle
Benzène (effet cancérigène)	0,17 µg/m ³	Moyenne annuelle
Benzène (effets non-cancérogènes)	0,6 µg/m ³	Moyenne glissante*** sur 8h

* : Les études sur les particules fines de type PM₁ (diamètre < 1 µm) sont nettement plus rares que sur les PM₁₀ et PM_{2,5}. De plus, actuellement, ni réglementation ni mesures standardisées n'existent pour ces polluants. En raison de la difficulté d'obtention de données d'émissions suffisamment fiables, les résultats de modélisation de la dispersion de ces polluants sont caractérisés par un degré d'incertitude élevé.

** : Les résultats relatifs aux oxydes d'azote (NO_x) présentés dans cette étude correspondent à la somme de NO et NO₂ convertis en NO₂.

*** : C'est une moyenne qui au lieu d'être calculée sur l'ensemble des n valeurs d'un échantillonnage, est calculée tour à tour sur chaque sous-ensemble de N valeurs consécutives (N ≤ n). Cette moyenne pourra être calculée de 0h00 à 8h00, de 1h00 à 9h00, de 2h00 à 10h00, etc. On recherchera, sur une journée, la valeur maximale de la moyenne glissante, qui devra être inférieure à une concentration donnée. L'intérêt d'une moyenne glissante est de lisser les éventuels écarts accidentels.

En Wallonie, les incréments de concentrations dans l'air ambiant autorisés sont définis par l'Agence Wallonne pour la Qualité de L'Air (AWAC). Ces niveaux de concentrations sont généralement plus stricts que ceux issus de la directive européenne ou d'organismes tels que l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) ou l'US EPA (United States Environmental Protection Agency).

Tableau 3 – Seuils de concentrations de la réglementation européenne (Directive n° 2008/50/CE du 21/05/08 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe¹)

Polluant	critère de qualité dans le voisinage du site	Définition
Poussières PM ₁₀	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
	50 µg/m ³	Moyenne journalière au P90,5 (35 jours/an de dépassement autorisé)
Poussière PM _{2,5}	20 µg/m ³	Moyenne annuelle (révision du 01/01/2020)
SO ₂	125 µg/m ³	Moyenne journalière au percentile 99.2 (3 jours/an de dépassement autorisé)
	350 µg/m ³	Moyenne horaire au percentile 99.7 (24 heures/an de dépassement autorisé)
	500 µg/m ³	Seuil d'alerte si dépassé sur 3 heures consécutives en moyenne horaire
NO ₂	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
	200 µg/m ³	Moyenne horaire en percentile 99.8 (18 heures/an de dépassement autorisé)
	400 µg/m ³	Seuil d'alerte si dépassé sur 3 heures consécutives en moyenne horaire
CO	10 mg/m ³	Moyenne glissante sur 8 heures
CO _T	-	Pas de seuil dans la réglementation européenne
Benzo(a)pyrène	1 ng/m ³	Moyenne annuelle
Benzène	5 µg/m ³	Moyenne annuelle

Les seuils de concentrations de la réglementation européenne ne sont pas des incréments max comme dans le cas des seuils recommandés par l'AwAQ. C'est le critère de qualité dans le voisinage du site. Cela implique que c'est la pollution du site en considérant également la pollution émise par les autres sites proches dont les émissions atmosphériques sont contrôlées.

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0050#d1e32-34-1>

Tableau 4 – Valeurs guide de l'OMS (WHO global air quality guidelines², 22 septembre 2021)

Polluant	critère de qualité dans le voisinage du site	Définition
Poussières PM ₁₀	15 µg/m ³	Moyenne annuelle
	45 µg/m ³	Moyenne journalière au P99 (3 jours/an de dépassement)
Poussière PM _{2.5}	5 µg/m ³	Moyenne annuelle
	15 µg/m ³	Moyenne journalière au P99 (3 jours/an de dépassement)
SO ₂	40 µg/m ³	Moyenne journalière au percentile 99 (3 jours/an de dépassement)
NO ₂	10 µg/m ³	Moyenne annuelle
	25 µg/m ³	Moyenne journalière au P99 (3 jours/an de dépassement)
	200 µg/m ³	Maximum de la moyenne horaire
CO	4 mg/m ³	Moyenne journalière au P99 (3 jours/an de dépassement)
	10 mg/m ³	Moyenne glissante sur 8 heures
	35 mg/m ³	Maximum de la moyenne horaire
	100 mg/m ³	Maximum de la moyenne sur 15 min
CO _T	-	Pas de valeur guide OMS
Benzo(a)pyrène	-	Pas de valeur guide OMS
Benzène	-	Pas de valeur guide OMS

² <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

4. SOURCES D'ÉMISSION LIÉES AUX AÉRONEFS

Ce chapitre présente l'ensemble des données utilisées pour la quantification des émissions et pour la modélisation des sources associées aux aéronefs dans le modèle de dispersion **ADMS-Airport**.

L'estimation des émissions associées au fonctionnement des moteurs des aéronefs se base sur la méthodologie proposée par **l'agence européenne de l'environnement (EEA)**³. Cette méthodologie permet la prise en compte du modèle précis d'aéronef et des moteurs qui lui sont associés parmi une base de données de plus de 800 modèles d'aéronefs et de 750 modèles de moteurs. Cette méthodologie permet également de quantifier les émissions en différenciant chacune des 5 phases suivantes, définies pour un cycle LTO :

- Roulage avant décollage ;
- Décollage ;
- Montée initiale ;
- Approche et atterrissage ;
- Roulage après atterrissage.

En plus de la quantification liée au fonctionnement des moteurs d'aéronefs basée sur les documents de l'EEA, les émissions provoquées par l'usure des pneumatiques, des freins, l'érosion des pistes, et la potentielle utilisation d'APU, ont été quantifiées sur la base des facteurs d'émission proposés par le CITEPA dans son inventaire d'émission OMINEA⁴.

Il est à noter que certains modèles de moteurs sont absents de la base de données de l'EEA. Dans ce cas, les émissions ont été estimées à partir de motorisations équivalentes présentes dans la base de données.

Enfin, signalons que les bases de données précitées utilisées dans le cadre de cette étude ne comportent pas à l'heure actuelle de données relatives aux émissions de benzo(a)pyrène liées aux cycles LTO des aéronefs.

³ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – 1.A.3.a Aviation

⁴ Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

4.1. Cycle LTO

4.1.1. *Données de trafic aérien*

Les données relatives au trafic (mouvements) utilisées pour le calcul des émissions et pour la modélisation (situations 2019 et 2045) sont listées dans le tableau suivant.

L'aviation générale correspond à tout ce qui n'est pas relatif à l'aviation commerciale. Elle comprend donc l'aviation d'affaire et les vols des écoles de pilotage. L'aviation commerciale est principalement constituée des modèles A319-320-321, B736-737-738, et A343.

Tableau 5 – Données de trafic aérien

Données utilisées	Valeurs / données retenues Situation 2019	Valeurs / données retenues Situation 2045
Code ICAO	48 899 mouvements annuels d'aviation commerciale 33 080 mouvements d'aviation générale Le nombre annuel de mouvements d'aviation, ainsi que le parc d'appareil considéré pour les calculs d'émission sont issus du suivi en temps réel des vols en 2019. Le détail du parc d'appareils et le nombre de LTO recensés est présenté plus loin	83 128 mouvements annuels d'aviation commerciale : 80% - B Max 5% - A320 néo 14% - A321 néo 0.5% - A330neo 0.5% - B787 8 275 mouvements d'aviation générale (réduction de 75% par rapport à 2019) : Etant donné le « faible » impact de l'aviation générale en termes de flux polluants, relativement à l'aviation commerciale, et en l'absence de projection du parc d'appareil en 2045, il a été considéré identique à celui de la situation 2019
Modèle d'aéronef		
Type de moteur équipant chaque modèle d'aéronef et leur nombre		
Le nombre annuel de cycle LTO (rotation) pour chaque modèle d'avion		
Variabilité temporelle du trafic aérien	Données issues du suivi en temps réel des vols en 2019	Identique à la situation 2019 pour la variabilité mensuelle ; issue des projections d'exploitation réalisées par le BSCA, basées notamment sur les heures autorisées de vol
Répartition des décollages et atterrissages sur les pistes et sens pour chaque modèle d'avion	Données issues du suivi en temps réel des vols en 2019	Identique à la situation 2019, puisque les données météorologiques exploitées pour ce scénario sont les mêmes

4.1.2. Données relatives aux phases du cycle LTO

Tableau 6 – Données générales relatives aux cycles LTO

Données utilisées	Valeurs / données retenues pour les deux scénarios de modélisation (2019 et 2045)
Poussée (%) pour chaque phase du cycle LTO : le roulage, l'approche, l'atterrissage, la montée et le décollage	Données génériques de l'EEA considérées : <ul style="list-style-type: none"> - 7% pour le roulage ; - 30% pour l'approche et l'atterrissage ; - 85% pour la montée ; - 100% pour le décollage.
Durée de chacune des phases	Voir Les données présentées dans le tableau ci-dessous sont issues de recherches bibliographiques. Tableau 7 (données issues de la littérature et d'études aéroportuaires déjà réalisées)
Vitesse des avions au cours de chaque phase	

Les données présentées dans le tableau ci-dessous sont issues de recherches bibliographiques.

Tableau 7 – Détails des phases des cycles LTO par type d'aéronefs (données issues de la littérature et d'études aéroportuaires déjà réalisées)

Phase du cycle LTO	Paramètres	Aviation lourde (heavy)	Aviation moyenne (Medium)	Petite aviation (light)
Roulage	Vitesse moyenne (nœuds)	15	20	20
	Durée	Fonction de la distance parcourue	Fonction de la distance parcourue	Fonction de la distance parcourue
Décollage	Vitesse début – fin de la phase (nœuds)	0 - 180	0 - 160	0 - 85
	Durée moyenne	45 s	45 s	45 s
Montée (jusqu'à 1500 ft ~ 450 m)	Vitesse début – fin de la phase (nœuds)	180 - 250	160 - 250	85 - 250
	Angle	10 % (~6°)	10 % (~6°)	10 % (~6°)
	Durée moyenne	1 min	1 min	1 min
Descente (à partir de 3 000 ft ~ 915 m)	Vitesse début – fin de la phase (nœuds)	250 - 150	250 - 140	250 - 110
	Angle	5 % (~3°)	5 % (~3°)	5 % (~3°)
	Durée moyenne	2 min	2 min	2 min
Atterrissage	Vitesse début – fin de la phase (nœuds)	150 - 15	140 - 20	110 - 20
	Durée moyenne	25 s	25 s	25 s

Remarques :

- 1) La hauteur maximale des aéronefs considérée pour les calculs d'émissions diffère selon la phase du cycle LTO. En effet la phase d'approche est étudiée à partir de 915 m, mais la phase de décollage jusqu'à 450 m. Cette différence est nécessaire puisque l'angle des trajectoires de vol diffère d'un cas à l'autre : 10% (~6°) pour la phase de décollage et 5% (~3°) pour la phase d'approche. Par soucis de cohérence de taille de zone d'étude, et pour prolonger les trajectoires de vols jusqu'aux limites de cette dernière, il a donc été nécessaire de considérer une altitude limite différente selon la phase. On notera toutefois que les retours d'expériences d'études aéroportuaires similaires, et les résultats de la présente étude, montrent que l'impact des émissions des aéronefs devient négligeable au niveau du sol pour des altitudes bien inférieures à 450m. Cette différence n'engendre donc en aucun cas une sous-estimation de l'exposition (aigue ou chronique) des populations aux concentrations induites par l'aéroport.
- 2) Le modèle de dispersion ADMS-Airport permet de modéliser les moteurs d'aéronefs qui émettent les polluants étudiés lors de différentes phases de vol (phases d'approche, d'atterrissage, de roulage, de décollage et enfin de montée). Il s'agit de sources mobiles tridimensionnelles. Pour modéliser ces sources, différents paramètres sont utilisés :
 - La position des moteurs sur l'avion ;
 - Le diamètre des moteurs ;
 - La température et la vitesse d'émission en sortie des moteurs (qui ont un impact notamment sur la dispersion des polluants). Ils sont ajustés en fonction des phases. Une distinction est faite pour :
 - Le décollage ;
 - La montée ;
 - L'atterrissage / le roulage.

Ces paramètres ont été définis pour chaque modèle d'avion étudié. A défaut de données fournies par le client, des valeurs par défaut issues de recherches bibliographiques ont été utilisées.

4.1.3. Trajectoires de vol

Les trajectoires de vols ont été modélisées de façon à reproduire le fonctionnement moyen de l'aéroport, elles se basent sur les trajectoires réelles fournies par BSCA, issues du monitoring des aéronefs de plus de 10 tonnes sur l'année 2019. Ces trajectoires sont présentées en

Figure 2 et en Figure 3. Pour la situation future, l'analyse de trajectoires de vols en 2023 met en évidence que la mise en place de l'allongement de piste (inaugurée le 8 octobre 2021) n'impacte pas les trajectoires empruntées.

La Figure 3 met en évidence les **deux trajectoires d'approche pour un atterrissage en sens inverse** (trajectoires au sud-ouest de la piste). B.S.C.A. a évalué à 1/3 la proportion d'aéronefs empruntant la trajectoire la plus au nord. Cette hypothèse a été retenue pour la modélisation de l'état initial. Pour la situation future, il a été évalué que la totalité des aéronefs emprunteraient la trajectoire la plus au sud.

Figure 2 – Trajectoires de vol – Sens standard



Figure 3 – Trajectoires de vol – Sens inverse



4.1.4. Itinéraires de roulage des aéronefs

Les principaux itinéraires de roulages empruntés par les aéronefs pour un décollage, un atterrissage, pour chaque sens de circulation et chaque situation modélisée, sont présentés sur les Figures 4 à 11 des pages qui suivent. Les typologies d'appareils empruntant chaque trajectoire de roulage ont été fournies par le client dans le document « *Mouvements d'avions annuels 2017 - 2022.xlsx* ». Ainsi on pourra retenir que les vols commerciaux sont exclusivement affectés à la dalle nord de stationnement, et donc aux trajectoires de roulages correspondantes. La dalle sud est quant à elle relative aux vols des petits appareils liés aux écoles de pilotage et à l'aviation d'affaires.

Il est à noter que plusieurs trajectoires de roulage sont en réalité empruntées par les aéronefs. En raison de l'absence de données concernant la fréquence d'utilisation de chaque trajectoire, **seuls les itinéraires les plus longs ont été retenus afin de majorer les émissions des appareils.**

Figure 4 – Itinéraire de roulage des aéronefs – Décollage sens standard – Etat initial en 2019



Figure 5 – Itinéraires de roulage des avions – Atterrissage sens standard – Etat initial en 2019



Figure 6 – Itinéraire de roulage des avions – Décollage sens inverse – Etat initial en 2019



Figure 7 – Itinéraire de roulage des avions – Atterrissage sens inverse – Etat initial en 2019



Figure 8 – Itinéraire de roulage des avions – Décollage sens standard – Situation future 2045

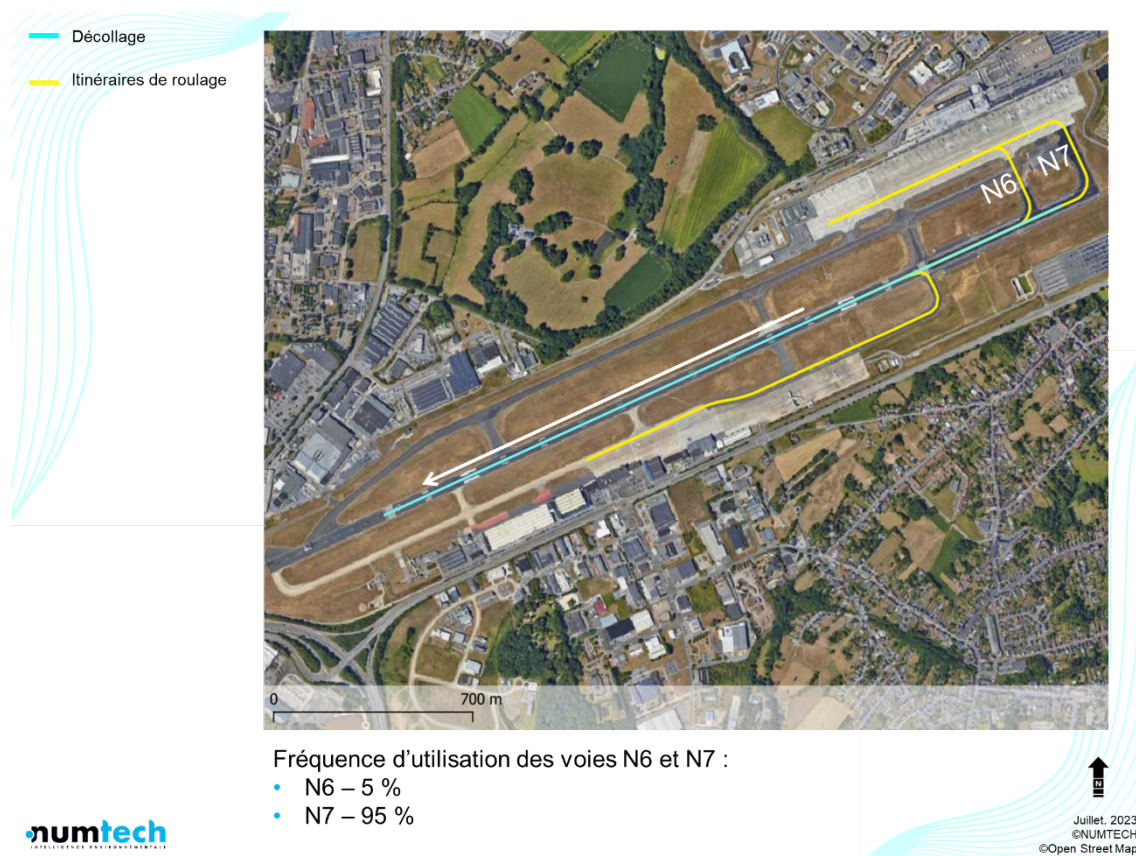


Figure 9 – Itinéraire de roulage des avions – Atterrissage sens standard – Situation future 2045



Figure 10 – Itinéraire de roulage des avions – Décollage sens inverse – Situation future 2045

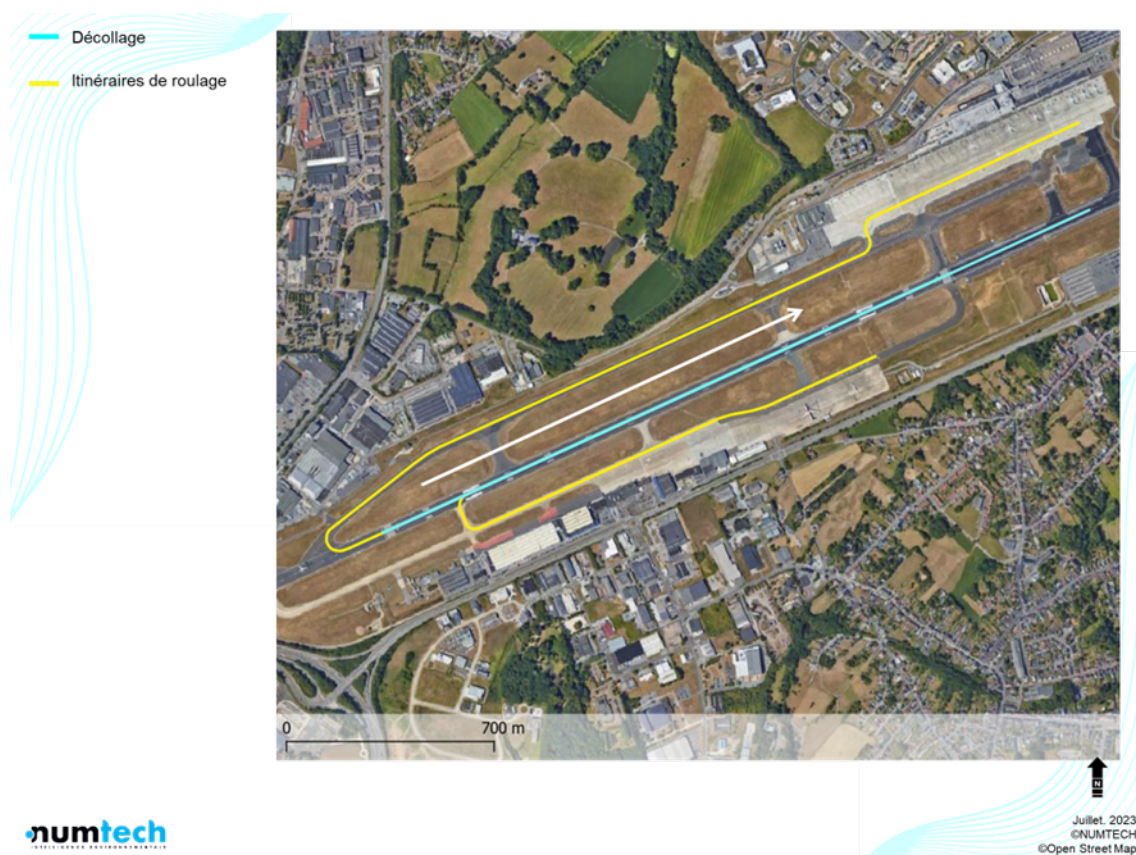
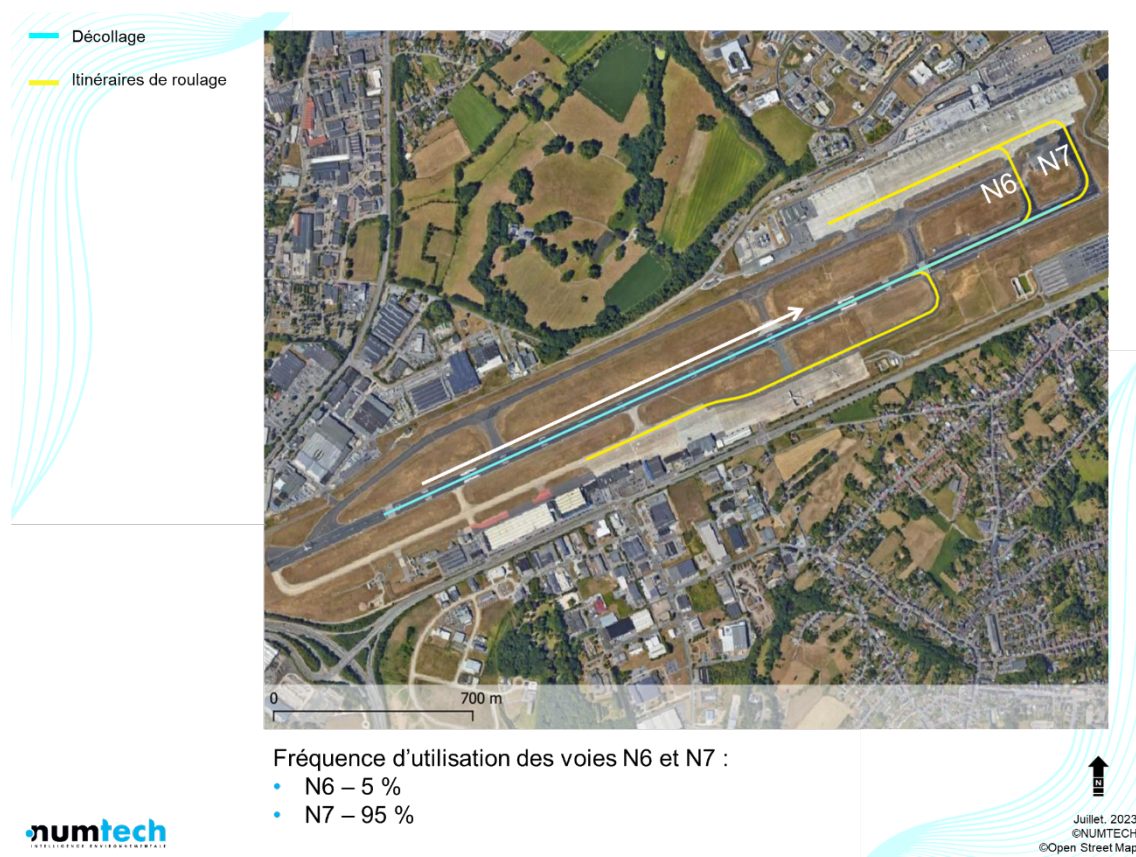


Figure 11 – Itinéraire de roulage des avions – Atterrissage sens inverse – Situation future 2045



4.2. Stationnement des avions

En stationnement, l'alimentation des avions au sol se fait généralement par les APU des avions ou par les GPU.

Dans le cas présent, les avions en stationnement étant systématiquement alimentés par GPU électriques le plus rapidement possible, Aucune émission liée à l'utilisation d'APU n'a donc été considérée.

5. SOURCES D'EMISSION HORS AÉRONEFS

Ce chapitre présente l'ensemble des données utilisées pour la quantification des émissions et pour la modélisation des sources hors aéronefs présentes sur la plateforme aéroportuaire. Les hypothèses de calcul sont également présentées.

5.1. Sources d'émissions liées au trafic routier et à la circulation des engins spéciaux sur site

5.1.1. *Trafic routier et circulation sur l'aéroport*

Les émissions liées au trafic routier sont de trois types :

- Les émissions des sources de trafic sur l'aéroport ;
- Les émissions du réseau routier à l'extérieur de l'aéroport (non pris en compte, comme convenu à la demande d'offre) ;
- le stationnement des véhicules légers et des poids lourds sur la plateforme.

Les émissions ont été estimées à partir de la méthodologie COPERT V (Computer programme to calculate emissions from road transport – Methodology and emission factors) qui permet la quantification de la consommation et des émissions induites par un flux de véhicules donné, sur une infrastructure donnée et à un horizon donné, en France.

La méthodologie COPERT V fait partie intégrante du guide méthodologique EMEP CORINAIR5 de l'Agence Européenne de l'Environnement pour la réalisation des inventaires d'émissions de polluants atmosphérique en Europe. Elle est compatible avec les directives IPCC 2006⁶ pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre.

Les émissions calculées correspondront aux émissions globales des véhicules à savoir la somme des émissions de l'échappement, de l'usure des véhicules (pneumatiques, freins, ...) et de l'usure et l'entretien des voies.

Les taux d'émissions ont été calculés pour l'état initial 2019 et la situation future 2045 et pour les polluants étudiés.

Les taux d'émission ont été calculés pour l'ensemble des voiries empruntées sur site.

Les données utilisées pour le calcul des émissions sont :

- L'année retenue pour la modélisation ;
- Le flux de véhicules par catégorie (véhicules légers VL, poids lourds PL) ;
- La vitesse des véhicules (km/h) ;
- La distance parcourue.

Les données utilisées pour le calcul des émissions et à la modélisation sont listées dans le tableau suivant.

⁵ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook,

⁶ Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

Tableau 8 – Données – Trafic routier sur site

Données utilisées	Valeurs / données retenues Situation 2019	Valeurs / données retenues Situation 2045
Les trajets empruntés par les véhicules sur la zone aéroportuaire	Peu de trajet entre dalle nord et dalle sud. Les camions citernes restent sur « leur » dalle. (voir Figure 12).	Même nombre de véhicules mais motorisation H ₂ ou électrique ; Camions pompiers plus légers et électriques.
Les données trafic le long des pistes	PL vers avions : 9 camions de 40.000 l au nord 1 camion de 20.000 l au sud	
Les vitesses de circulation (valeurs réelles ou valeurs limites)	30 km/h	
Les profils temporels journaliers (répartition horaire des trafics dans la journée), avec distinction semaine/week-end (données de comptage par exemple).	Selon planning des vols fournis dans le document « Mouvements d'avions annuels 2017 - 2022.xlsx »	
Les profils temporels mensuels : pondération temporelle des trafics mois par mois dans l'année (données de comptage par exemple).	Selon planning des vols fournis dans le document « Mouvements d'avions annuels 2017 - 2022.xlsx »	
Le nombre de voies par axe	Voie de contournement : 1 voie dans chaque sens.	

Figure 12 – Itinéraires des camions citernes



5.1.2. Engins spéciaux

On distingue, dans ce chapitre, trois types d'engins pouvant être utilisés régulièrement sur une zone aéroportuaire :

- Engins spéciaux liés aux espaces verts et utilisés dans l'agriculture ;
- Engins spéciaux des activités industrielles connexes ;
- Les engins spéciaux propres au fonctionnement de l'aéroport (GSE -Ground Support Equipment-, machinerie, camions de déverglage, etc.).

Parmi les types d'engins spéciaux, ceux liés à l'entretien des espaces verts, à l'agriculture et aux activités industrielles n'ont pas été pris en compte dans les calculs d'émissions (activités peu importantes).

En l'absence de données concernant les consommations annuelles spécifiques de chaque équipement de service au sol (tracteurs de poussage, chargeurs de convoyeurs, camions d'eau potable, etc.), leurs émissions ont été calculées sur la base de l'étude *Aircraft Ground Handling Emissions Methodology and Emission Factors Zurich Airport*⁷. Cette étude propose des facteurs d'émissions moyens, considérant toutes les opérations au sol associées à un cycle LTO, pour différentes catégories d'aéronefs.

La circulation des engins spéciaux étant principalement localisée à proximité des aéronefs, leurs émissions ont été assignées aux zones de stationnement (voir figure suivante).

Les données considérées pour les calculs sont :

Tableau 9 – Données – Engins spéciaux

Données utilisées	Valeurs / données retenues	Valeurs / données retenues
	Situation 2019	Situation 2045
La localisation des zones de stationnement	Dalle nord et dalle sud Voir figure 2.	Même nombre de véhicules mais motorisation H ₂ ou électrique ; Seules les émissions liées à l'usure des pneumatiques et des freins ont donc été considérées
La répartition des aéronefs par zone de stationnement	Données issues du suivi en temps réel des vols en 2019	
La variabilité temporaire du nombre d'aéronef stationnés par zone de stationnement	Données issues du suivi en temps réel des vols en 2019	

7

https://www.flughafen-zuerich.ch/-/jssmedia/airport/portal/dokumente/das-unternehmen/politics-and-responsibility/environmental-protection/technische-berichte/2014_gse_emissionmeth_zrh.pdf?vs=1

Figure 13 – Localisation des stands



5.1.3. Stationnements/Parkings de l'aéroport

Les émissions liées au stationnement des véhicules sur les parkings de l'aéroport ont été estimées en suivant la méthodologie COPERT V décrite au paragraphe 5.1.1. Les véhicules particuliers ainsi que les véhicules appartenant aux employés de l'aéroports ont été pris en compte.

Les données considérées pour les calculs d'émissions sont listées dans le Tableau 10. La localisation et le nombre de places associées à chaque parking sont respectivement présentés en Tableau 11 et

Figure 14. Les émissions liées au stationnement ont été modélisées comme des sources volumiques couvrant les parkings.

Tableau 10 – Données – Zones de stationnement et parkings de l'aéroport

Données utilisées	Valeurs / données retenues Situation 2019	Valeurs / données retenues Situation 2045
Surface du parking et nombre de places de stationnement	Détails présentés en Tableau 10	<p>Par rapport à la situation 2019 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ajout du parking Sablière (P5) ; - Mise en service de l'extension du parking P4. <p>Détails présentés en Tableau 10</p>
Flux de trafic	<p>Issu du suivi de vente de places pour les parkings suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - P1 - P2 - P3 - P4 <p>Pour les autres parkings (parkings du personnel de l'aéroport), l'hypothèse d'un aller-retour par jour et par place a été considéré.</p>	<p>Evolution négligeable des trafics de voiture privée (+0.45% en 2045 par rapport à 2024, cf. <i>Mode de transport – Prévision.xlsx</i>). Taux d'occupation identique à celui de la situation initiale pour les parkings existant en 2019.</p> <p>Pour le parking Sablière (P5) encore en projet lors de la réalisation de l'étude, le flux de trafic journalier moyen des parkings P1, P2, P3, P4 a été considéré.</p>
Distance moyenne des trajets réalisés par les véhicules dans le parking.	Estimée par SIG en considérant la distance maximale qu'un véhicule peut parcourir pour réaliser une entrée et une sortie de parking (hypothèse majorante)	
Vitesse moyenne des véhicules dans le parking.	Une vitesse moyenne de 10 km/h a été retenue.	
Profils temporels	Profils mensuels fournis par le BSCA pour les parkings P1, P2, P3, P4. Les données sont issues du suivi de vente des places.	
Localisation des zones de stationnement / parking	Voir Figure 14	
Données de parc automobile	A défaut de données spécifiques à la Belgique, le parc automobile roulant considéré pour les calculs d'émissions est basé sur les données françaises fournies par l'IFSTTAR pour l'année 2019	<p>Le parc automobile considéré pour la projection en 2045 est dérivé du parc utilisé pour la situation en 2019 en considérant les hypothèses d'évolution issues des données projetées en 2040 du Bureau fédéral du Plan pour le parc automobile roulant Belge :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 33 % de véhicules essence ; - 7 % de véhicules diesels ; - 43 % de véhicules électriques ; - 17 % de véhicules autres.

Figure 14 – Localisation des parkings voitures

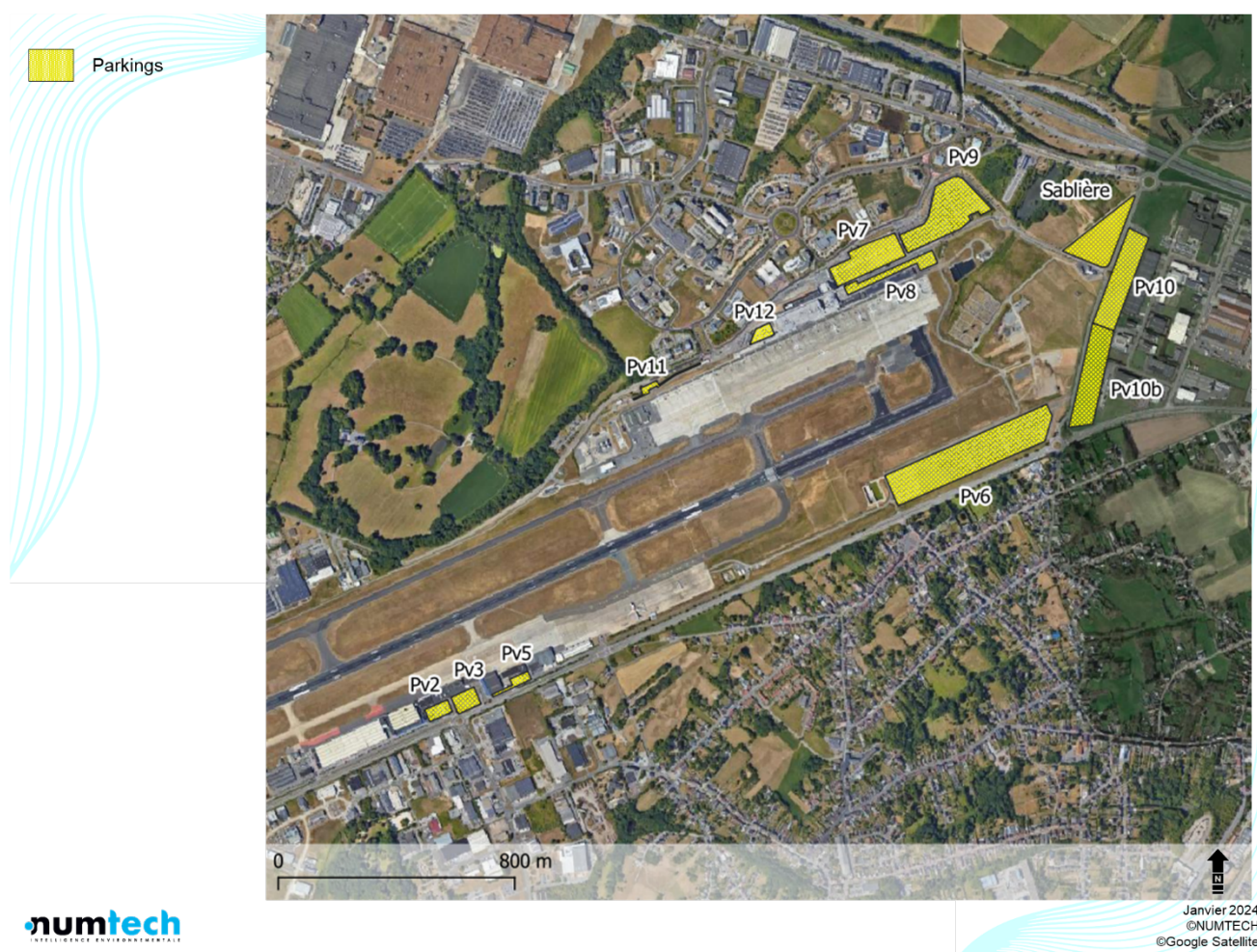


Tableau 11 – Dénomination et nombre de places de stationnement de chaque parking

Secteur	Numérotation BSCA	Dénomination	Nombre de places
SUD	PV2	Parking P31	419
	PV3	Parking P31	
	PV5	Parking P30	142
NORD	PV6	Parking P3	2835
	PV7	Parking P1 / Parking Express / Parking locations (2 étages et 3 niveaux dont dernier ouvert)	3400
	PV8	Parking P20 - Personnel	293
	PV9	Parking P2	1370
	PV10	Parking P4	962
	PV10b	Parking P4 extension (mise en service 04 avril 2023)	952
	PV11	Parking P25 - Personnel	81
	PV12	Parking P27 - Personnel	39
	Parking Sablière	P5	740

5.2. Installations de combustion

Les émissions liées au fonctionnement des chaudières ont été estimées en suivant les recommandations proposées par le CITEPA dans la 19^{ème} édition du guide OMINEA⁸.

Les données utilisées sont listées dans le Tableau 12. Un descriptif des chaudières exploitées par l'aéroport est présenté au

⁸ <https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/ominec/OMINEA-2022v2.pdf>

Tableau 13, leur localisation est présentée à la Figure 15.

Tableau 12 – Données – Chaudières

Données utilisées	Valeurs / données retenues Situation 2019	Valeurs / données retenues Situation 2045
Caractéristiques de la cheminée : <ul style="list-style-type: none"> Vitesse, température et diamètre en sortie Hauteur de la cheminée 	A défaut de données spécifiques pour les chaudières, des paramètres par défaut ont été utilisés : <ul style="list-style-type: none"> Température en sortie de cheminée = 100°C ; Diamètre de la cheminée = 0.25m ; Vitesse d'émission verticale en sortie de la cheminée = 15 m/s ; Hauteur = 1m au-dessus du bâtiment sur laquelle la source se situe. 	Idem
Nature des équipements (chaudières, turbines à gaz, moteurs dont les groupes électrogènes, etc.) et puissance thermique individuelle ; Nature et caractéristiques des combustibles utilisés dans chaque équipement ; Quantité d'énergie hors électricité consommées par équipement et par type de combustibles, pour la production de chaleur et de la production de froid.	Voir Tableau 13.	Passage au gaz des chaudières mazout
Temps de fonctionnement annuel et répartition sur l'année (profils temporels journalier et/ou mensuel)	Les consommations mensuelles en gaz et en fioul pour l'année 2019 ont été considérées pour la variabilité temporelle des émissions.	Consommation de gaz issue du fichier <i>Copie de Suivi énergie 2010_2023_SED.xlsx</i> (données de décembre 2022 à novembre 2023) en considérant uniquement les chaudières gaz, soit 354 694 m ³ /an
Localisation des cheminées	Issue de l'exploitation de plans de masse de la plateforme aéroportuaire.	Idem

Tableau 13 – Description des chaudières pour la situation en 2019

Dénomination	Installation	Capacité		Localisation	
ZONE SUD					
CH1	Chaudière gaz	106	KW	S6	Terminal business - Aviation général - tour de contrôle
CH2	Chaudière gaz	106	KW		
CH3	Chaudière gaz	460	KW		
CH4	Chaudière gaz	460	KW		
CH5	Chaudière gaz	460	KW		
CH6	Chaudière mazout (en 2019) Chaudière gaz (situation future 2045)	280	KW	S9	Atelier de mécanique pour véhicules de l'aéroport
CH7	Chaudière mazout (en 2019) Chaudière gaz (situation future 2045)	280	KW		
CH8	Chaudière mazout (en 2019) Chaudière gaz (situation future 2045)	210	KW		
CH9	Chaudière mazout (en 2019) Chaudière gaz (situation future 2045)			S10	Remisage de véhicules et avions de tourisme
CH10	Chaudière mazout (en 2019) Chaudière gaz (situation future 2045)				
CH11	Chaudière gaz	166	KW	S14	Bureaux, arsenal des pompiers, traitement du fret et remisage des véhicules
CH12	Chaudière gaz	166	KW		
CH6/S17	Chaudière mazout (en 2019) Chaudière gaz (situation future 2045)	280	KW	S17	Bâtiment Fire School/Services incendie
ZONE NORD					
CHG	Chaufferie gaz	9.600	KVa		Bâtiment énergie
COGEN	Cogénération (gaz-élec)	70	KW		

Figure 15 – Localisation des chaudières



5.3. Gestion d'hydrocarbures

5.3.1. *Stockage*

Ce chapitre porte sur le stockage et la manutention (remplissage et vidange des réservoirs) de combustibles liquides.

L'estimation des émissions associées a été réalisée suivant les recommandations proposées dans le guide du CITEPA et la DGAC en 2013⁹.

Les données utilisées pour le calcul des émissions et à la modélisation sont listées dans le Tableau 14. Les localisations des réservoirs d'hydrocarbures sont présentées en Figure 16.

Les sources ont été modélisées comme des sources volumiques couvrant les zones de stockage présentées Figure 16.

Tableau 14 – Données – Stockages d'hydrocarbures

Données utilisées	Valeurs / données retenues Situation 2019	Valeurs / données retenues Situation 2045
Nature des produits stockés	JET A-1 pour l'aviation commerciale (stock dalle nord) AVGAS et AVGAS UL91 uniquement pour la petite aviation (stock dalle sud)	JET A-1 + SAF (SBC et E-fuel) pour l'aviation commerciale (stock dalle nord) AVGAS et AVGAS UL91 uniquement pour la petite aviation (stock dalle sud) A défaut de facteur d'émission spécifiques à l'évaporation su SAF, ce carburant a été assimilé à du JET A-1
Quantités annuelles de produits stockés	Quantités issues du suivi mensuel de ventes et d'achats de carburants : Dalle nord : - 168 705 744 L de JET A-1 Dalle sud : - 88 846 L d'AVGAS - 18 376 L d'AVGAS UL91	Estimation des quantités stockées en 2045 : <ul style="list-style-type: none"> Proportionnelle à l'évolution du trafic aérien soit +70% de carburant pour l'aviation commerciale et -75% pour l'aviation générale par rapport à 2019 ; Prise en compte de l'évolution technologique du parc aérien soit -25% de consommation pour l'aviation commerciale, et aucun changement pour l'aviation générale (hypothèse simplificatrice majorante étant donné le faible impact de l'aviation générale sur les émissions totales) Dalle nord : - 215 099 824 L de JET A-1 Dalle sud : - 22 212 L d'AVGAS - 4 594 L d'AVGAS UL91
Type de réservoir : - Toit fixe ; - Toit flottant ; - Toit avec écran interne collé ou soudé.	Toit Fixe	Toit Fixe

⁹ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_CITEPA_2013.pdf

Figure 16 – Localisation des stocks d'hydrocarbures



5.3.2. Avitaillement des aéronefs

Des émissions de COVNM sont provoquées par le refoulement des vapeurs dans les réservoirs des aéronefs durant leur avitaillement. Ce refoulement a lieu lorsque qu'aucun système de récupération des vapeurs n'équipe les véhicules d'avitaillement, comme c'est le cas ici.

Les données utilisées pour le calcul des émissions et à la modélisation sont listées dans le

Tableau 15.

Les émissions ont été estimées en croisant les quantités de produits transférés par an par les facteurs d'émissions fournis dans le guide du CITEPA 2013.

Les sources ont été modélisées comme des sources diffuses de type volumique couvrant les zones de stationnement des aéronefs, ces dernières sont présentées à la figure

Figure 13.

Tableau 15 – Données – Avitaillement des aéronefs

Données utilisées	Valeurs / données retenues Situation 2019	Valeurs / données retenues Situation 2045
Type de produit	JET A-1 pour l'aviation commerciale (avitaillement dalle nord) AVGAS et AVGAS UL91 uniquement pour la petite aviation (avitaillement dalle sud)	JET A-1 + SAF (SBC et E-fuel) pour l'aviation commerciale (avitaillement dalle nord) AVGAS et AVGAS UL91 uniquement pour la petite aviation (avitaillement dalle sud)
Technique de remplissage des réservoirs (sans dispositif de récupération / à partir de canalisation)	Sans dispositif de récupération	idem
Volumes transférés par les camions citernes vers les réservoirs des avions (tonne)	Identiques aux volumes annuels stockés soit : Dalle nord : - 168 705 744 L de JET A-1 Dalle sud : - 88 846 L d'AVGAS - 18 376 L d'AVGAS UL91	Identiques aux volumes annuels stockés soit : Dalle nord : - 118 304 903 L de JET A-1 - 96 794 921 L de SAF (total : 215 099 824 L) Dalle sud : - 22 212 L d'AVGAS - 4 594 L d'AVGAS UL91
Répartition / période de fonctionnement sur l'année (profils temporels journalier et/ou mensuel)	Selon le planning des vols, issu des suivis des vols en 2019	idem
Localisation des sources / zones d'activités	Dalle nord et dalle sud, selon les zones de stationnement des aéronefs déterminées pour chaque vol à partir du suivi en 2019. Voir Figure 13	idem

6. MODÉLISATION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

La modélisation de la zone aéroportuaire sera réalisée avec le modèle de dispersion ADMS-Airport. Ce chapitre présente les hypothèses qui ont été utilisées pour l'estimation des émissions et la modélisation des sources d'émissions.

6.1. Description du modèle de dispersion ADMS-Airport

Le système de gestion de la qualité de l'air ADMS-Airport repose sur le modèle de dispersion atmosphérique ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System), utilisé, reconnu et validé internationalement. Il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine, et remplace l'ancienne génération des modèles de dispersion. Parmi les utilisateurs français, on compte des instituts et organismes nationaux.

Le modèle ADMS est développé depuis 1993 par le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), groupe de chercheurs de Cambridge (Royaume-Uni). Les versions sont régulièrement réactualisées, afin de tenir compte des dernières avancées technologiques et de l'évolution du cadre réglementaire. Le logiciel est distribué de façon exclusive en France par la société NUMTECH, qui en assure également la maintenance technique et les développements spécifiques.

ADMS-Airport n'est pas un simple modèle de dispersion atmosphérique, mais bien un système de gestion de la qualité de l'air à l'échelle d'un aéroport. Outre un modèle de dispersion 3D, il intègre en effet de nombreux modules permettant par exemple la gestion de bases de données telles que les inventaires d'émissions, ainsi que des liaisons directes avec des Systèmes d'information géographiques SIG (ARCVIEW et MAPINFO).

Il permet par ailleurs de prendre en compte la dispersion simultanée de nombreux effluents (NO_x , CO , SO_2 , COV, particules fines, ...), pouvant provenir de plus de 8000 sources différentes : Les jets en mouvement (avions), les routes et les trafics associés, les sources industrielles ponctuelles et surfaciques, les sources diffuses (utilisées sous forme de cadastres).

ADMS-Airport permet plus spécifiquement la modélisation exhaustive des sources de pollution liées aux activités aéroportuaire suivantes :

- Les émissions liées à l'activité sur l'aéroport : trafic aérien (cycles LTO), groupes électrogènes, engins de manutention, entretien des avions et des pistes... ;
- Les émissions liées aux activités annexes de l'aéroport : centrales d'énergie, stations de traitement des eaux usées, stockage des carburants... ;
- Les émissions des infrastructures de transport desservant l'aéroport : routes et autoroutes, files de taxi, trains ;
- Les sources d'émission présentes dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire : sources industrielles, pollution urbaine, zones agricoles...

Les applications d'un tel système sont très diverses :

- Impact environnemental et sanitaire des rejets d'un aéroport existant, d'un aménagement, d'un projet d'extension ou d'une nouvelle plate-forme ;
- Outil d'aide à la décision et de management des émissions au sein d'un aéroport ;
- Evaluation de la contribution relative des différentes sources de pollution ;
- Aide à la communication sur l'impact atmosphérique des activités d'une plate-forme aéroportuaire.

ADMS-Airport est utilisé par :

- Des gestionnaires d'aéroports : Aéroports de Paris (Charles-de-Gaulle, Paris-Orly, Paris-Le Bourget - FR), Budapest (HU), Londres Heathrow et Gatwick (UK),... ;
- Des organismes publics : Ministry of Transport (CN), Beijing Environmental Monitoring Centre Municipal Government (CN), Harvard School of Public Health (US), Institut de recherche Onera à Toulouse (FR),... ;
- Des bureaux d'études : Ricardo-AEA (UK), RESEAUX Research for Environmental Applications using Experiments and Simulation (IT), Parsons Brinckerhoff (UK),...

6.2. Phénomènes pris en compte par le modèle

Dans le cadre de cette étude, les phénomènes physiques qui ont été pris en compte sont synthétisés dans le Tableau 16 suivant.

Tableau 16 – Phénomènes pris en compte par le modèle

Hypothèses retenues	Pris en compte dans le modèle	Commentaires
Météorologie locale	Oui	Données horaires sur 1 année (2019) mesurée à la station locale référencée 6478.
Description verticale de la turbulence atmosphérique	Oui	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov.
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	Oui	Les données météorologiques ne sont pas traitées de façon indépendante.
Surélévation des panaches à l'émission	Oui	Modèle intégral de trajectoire 3D en sortie de cheminée.
Nature des sols rencontrés	Oui	Hauteur de rugosité variable sur le domaine.
Effet de la topographie (relief) sur la dispersion des panaches	Non	Le relief est plat sur le domaine d'étude.
Évolution chimique des rejets gazeux dans l'environnement	Oui	Si des calculs de concentrations en NO ₂ devaient être réalisés, le module Chimie d'ADMS-Airport serait alors activé.
Variabilité temporelle des émissions	Oui	Lorsque les données nécessaires sont disponibles, les variations temporelles des émissions ont été activées.
Effet aérodynamique des obstacles les plus proches des sources sur la dispersion des panaches	Oui	Les bâtiments présents sur site qui ont des dimensions qui ne sont pas susceptibles d'influencer de façon significative la dispersion des panaches issues de sources dites industrielles ont été pris en compte si leur localisation et leur hauteur ont été fournies.

6.3. Définition du domaine d'étude et des points spécifiques

La connaissance des paramètres météorologiques est primordiale pour l'étude de la dispersion des rejets dans l'atmosphère. La direction et la vitesse du vent, la température de l'air, les précipitations et la nébulosité sont des grandeurs physiques qui permettent de bien représenter la climatologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère. La température et la nébulosité permettent le calcul de la stabilité thermique ; les données de vent déterminent la trajectoire du panache et les effets de turbulence mécanique.

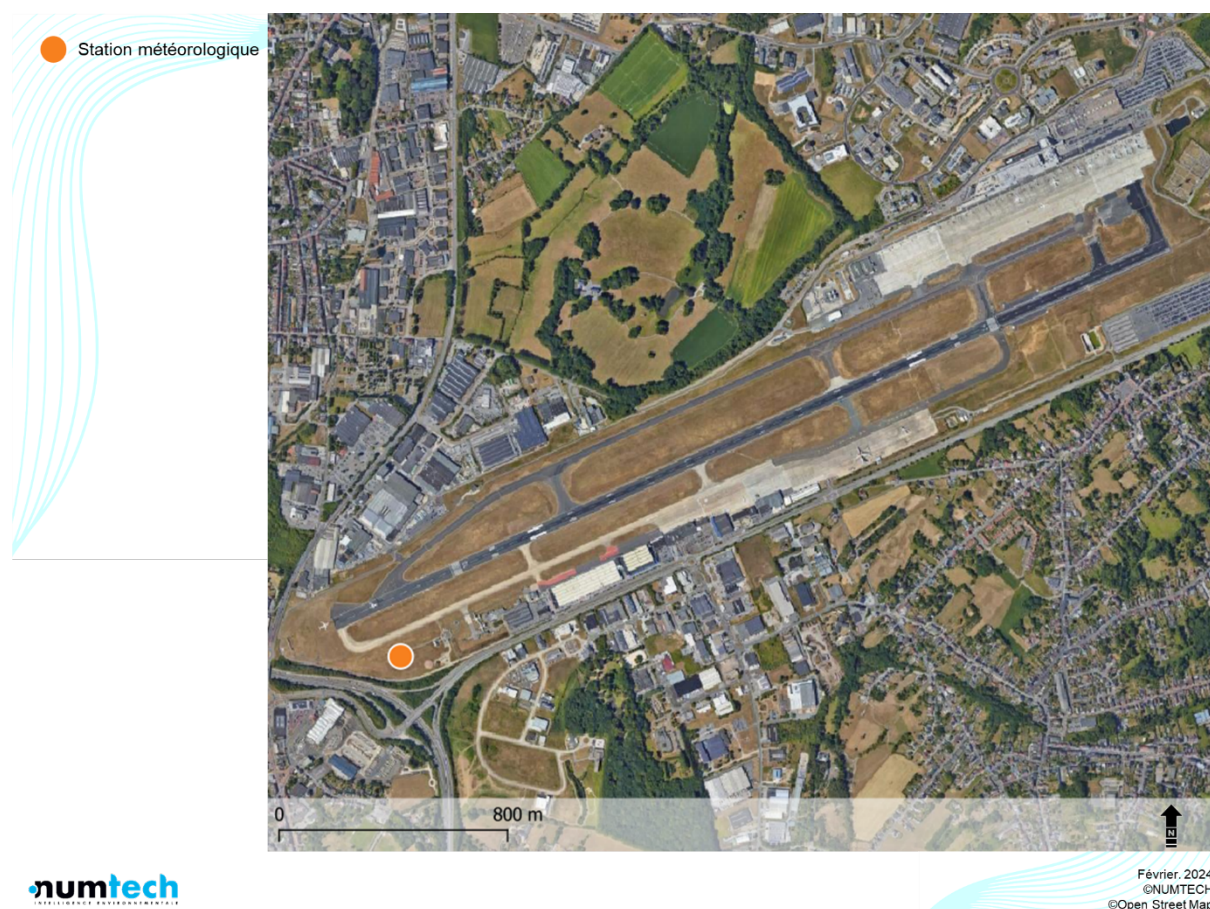
L'étude s'appuie sur les données météorologiques horaires provenant de la station de Charleroi-Gosselies pour l'année 2023. Cette station est localisée à l'intérieur du périmètre de l'aéroport, La représentativité de ses données vis-à-vis des conditions réelles sur site est donc maximale.

Les paramètres exploités sont les suivants :

- Vitesse du vent ;
- Direction du vent ;
- Température ;
- Couverture nuageuse.

La localisation de la station est présentée sur la Figure 17 ci-dessous :

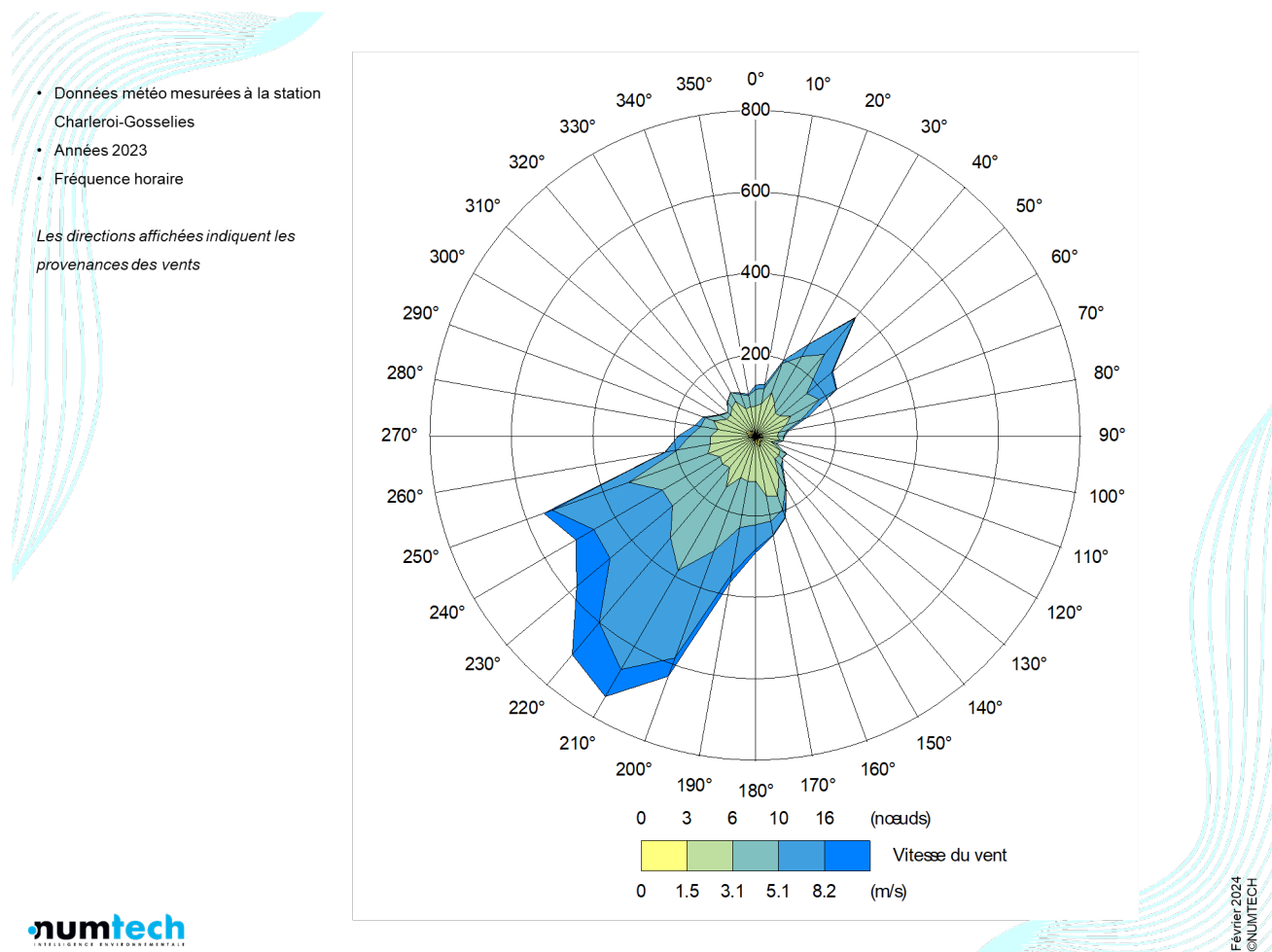
Figure 17 - Localisation de la station météorologique de Charleroi-Gosselies



La Figure 18 présente la rose des vents issue des données mesurées par la station Charleroi-Gosselies en 2023. Elle met en évidence des vents dominants provenant d'un large secteur sud-ouest (200°-250°), et dans des proportions plus faibles, du secteur nord-est (30°-60°).

En outre, les vents de vitesse élevée (>8.2 m/s) proviennent quasi-exclusivement du secteur sud-ouest (90% environ), et les vents de faible vitesse (<1.5 m/s) sont globalement peu fréquents avec approximativement 7% d'occurrence.

Figure 18 – Rose des vents issue de la station Charleroi-Gosselies pour l'année 2023



6.4. Définition du domaine d'étude et du maillage

Le domaine d'étude a été dimensionné par l'étalement des trajectoires de vols, soit un rectangle d'approximativement 17 km par 10 km, centré sur le site. Le maillage de points de calculs couvrant cette zone se compose de deux parties :

- Un maillage régulier de fond, de 100 m de résolution, et couvrant l'intégralité de la zone d'étude ;
- Un maillage fin en proximité des sources linéiques (c.à.d. les trajectoires de vol et de roulage des aéronefs, ainsi que le long des voies empruntées par les véhicules d'avitaillement), permettant de rendre compte de la décroissance rapide des concentrations le long de ces dernières.

Les valeurs de concentrations ont été simulées en chaque point de cette grille et point récepteurs, à une altitude de 1.5 m au-dessus du sol (hauteur moyenne d'exposition de la population), permettant ainsi de cartographier les rejets autour du site et sur l'ensemble du domaine d'étude. Le système de coordonnées géographiques utilisé pour cette étude est la projection Lambert Belge 1972 (EPSG : 31370).

La Figure 19 et la

Figure 20 présentent respectivement la zone d'étude ainsi que le maillage de points de calculs couvrant cette dernière.

Figure 19 – Zone d'étude

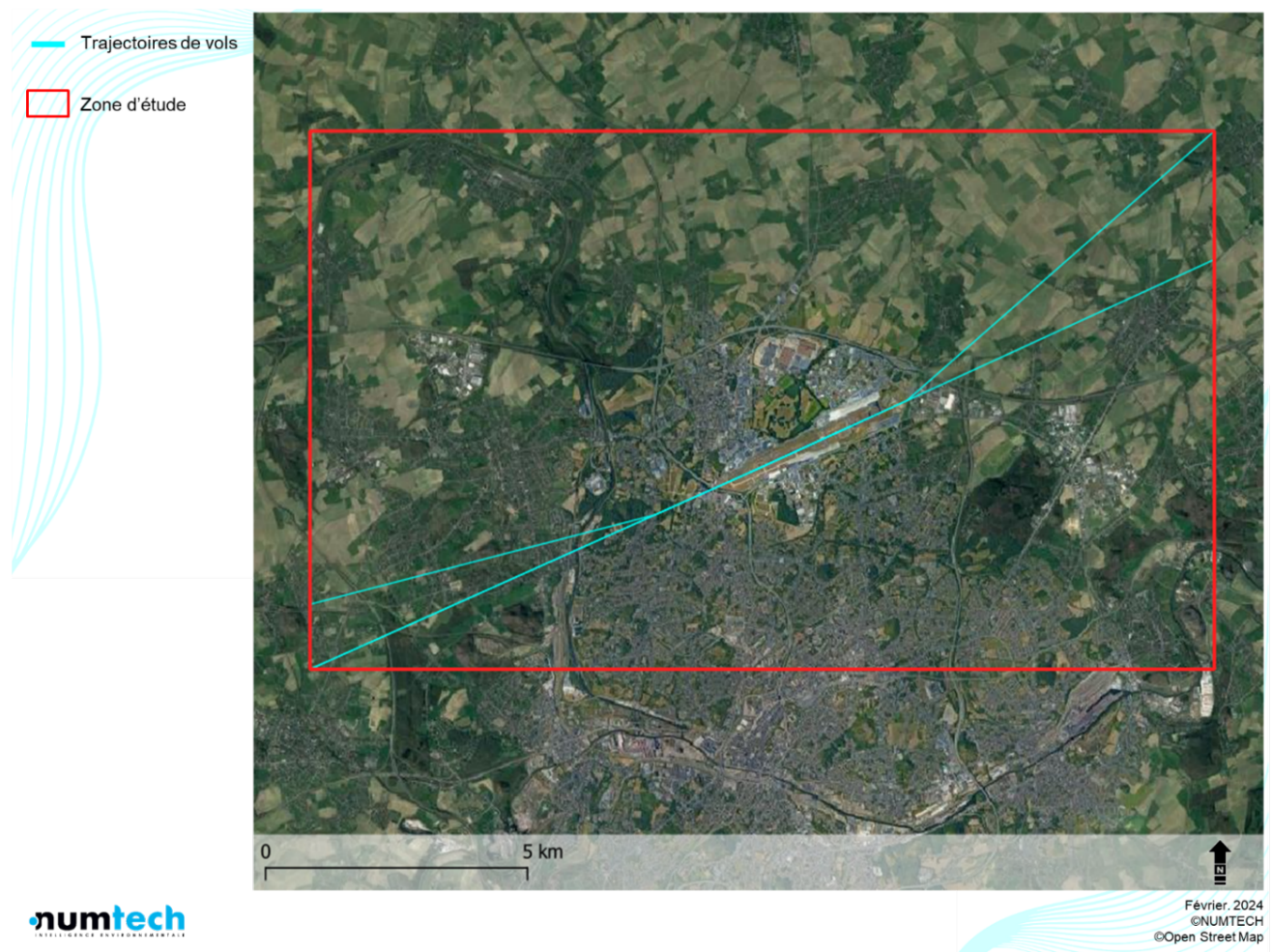


Figure 20 – Illustration du maillage de points de calculs utilisé pour la modélisation



7. CALAGE DU MODÈLE

En amont des calculs de dispersion, un calage du modèle a été effectué sur la base des mesures par tubes passifs réalisées par Odometric dans l'environnement de l'aéroport. La campagne de mesure s'est déroulée du 16 février 2023 au 2 mars 2023. Les résultats de cette campagne de mesures ont fait l'objet d'un rapport (« Mesures d'exposition au NO₂ et aux PM₁₀ autour de l'aéroport de Bruxelles-Sud – Charleroi » RLC-01-2211238-V01, 30/03/2023), qui est présenté en annexe.

Les résultats de cette campagne de mesure sont présentés en Figure 21.

Ce calage s'est appuyé sur un calcul des concentrations en NO₂ au niveau des points de mesures de la campagne. Les résultats ont ainsi été comparés directement, et le modèle ajusté.

Bien que des mesures en PM₁₀ aient été réalisées, elles n'ont pas été considérées pour le calage du modèle, et ce, pour les raisons suivantes :

- Les concentrations en PM₁₀ sont influencées par un grand nombre de sources et de typologies d'émissions. Un calage du modèle sur ce polluant présenterait donc une incertitude plus élevée qu'un calage sur le NO₂, dont les processus d'émissions sont mieux connus ;
- Les concentrations simulées en PM₁₀ permettent une validation supplémentaire du modèle après son calage sur les concentrations en NO₂.

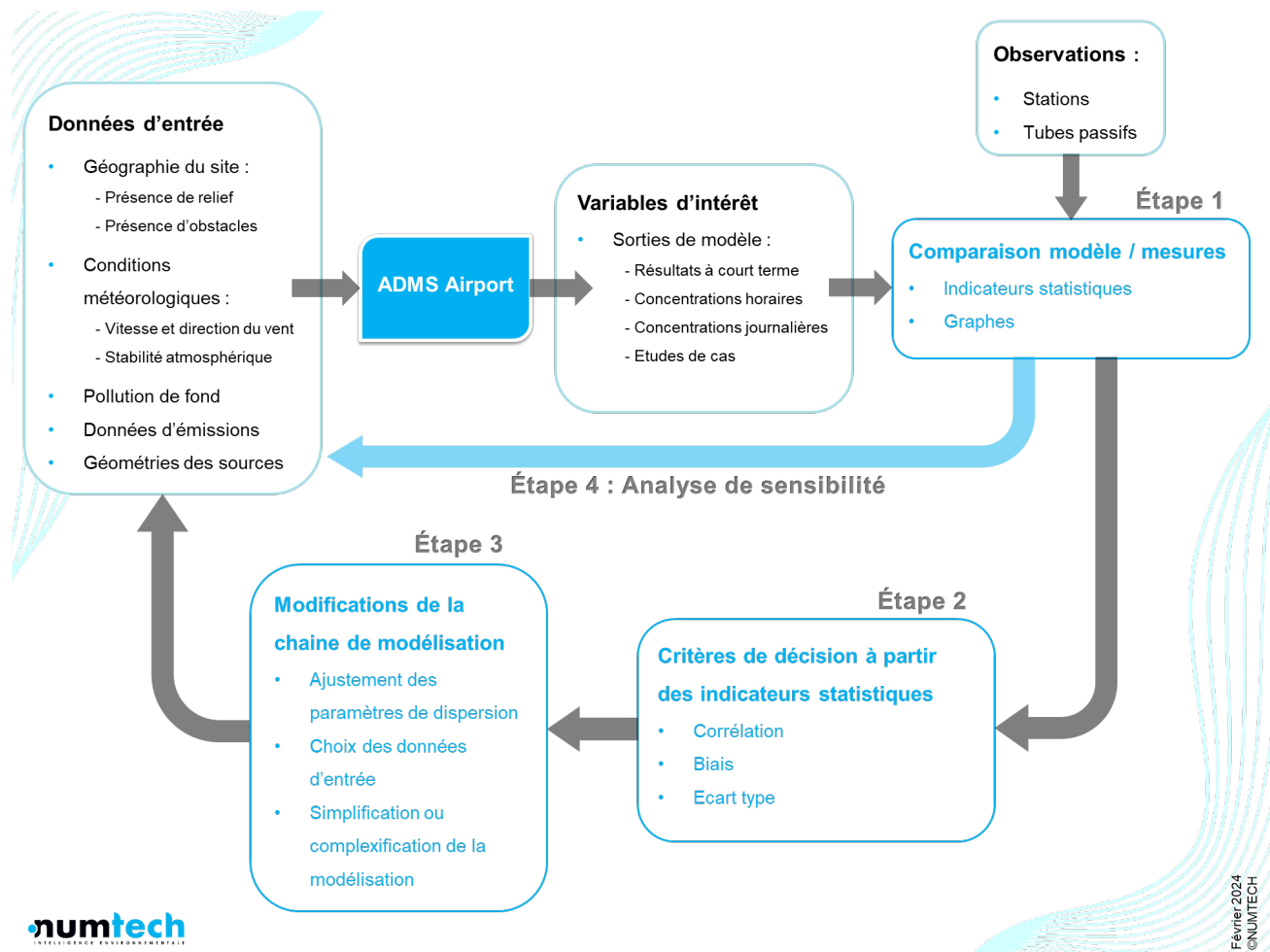
Figure 21 - Résultats de la campagne de mesures par tubes passifs dans l'environnement de l'aéroport



7.1. Procédure de calage

La Figure 22 synthétise la phase de calage en 4 étapes. La phase de validation apparaît à plusieurs moments dans la phase de calage, il s'agit d'une étape préliminaire (étape 1) et d'une étape finale (inclus dans l'étape 4).

Figure 22 – Schéma descriptif de la procédure de calage



L'étape 1 consiste à comparer les sorties de modèle aux mesures, cette tâche nécessite plusieurs moyens comme, en priorité, l'utilisation d'indicateurs statistiques. Ces outils permettent de connaître l'état général de la modélisation en quantifiant l'erreur totale et l'erreur systématique du modèle.

Les valeurs des indicateurs statistiques obtenues permettent de déterminer si un ajustement est nécessaire. Il s'agit de l'étape 2.

L'étape 3 consiste ensuite à modifier la chaîne de modélisation, c'est-à-dire ajuster les données d'entrée, complexifier ou simplifier le modèle.

Parallèlement, l'étape 4 consiste à faire une analyse de la sensibilité du modèle pour différents jeux de données d'entrée testés, afin de faciliter et d'optimiser l'étape 3.

Lorsque le calage est abouti pour une période et une zone donnée, la modélisation pourra être envisagée pour des scénarii prospectifs pour lesquels aucun moyen de comparaison à la réalité n'est possible.

7.2. Variables d'ajustement

Dans le cadre de cette étude, la configuration du modèle a été optimisée afin de mieux restituer les concentrations mesurées. Cette optimisation a porté sur les paramètres suivants :

- La pollution de fond issue des stations ISSEP de mesure de qualité de l'air. Des données horaires sont intégrées dans le modèle afin de restituer au mieux les variations temporelles de la pollution de fond (variation journalière et mensuelle / saisonnière) et donc les niveaux de concentrations, notamment en termes de percentiles réglementaires. Les données provenant des différentes stations dites de « fond » ont été testées ;
- La stabilité thermique minimale pour les conditions nocturnes (longueur minimale de Monin-Obukhov) qui renseigne sur les conditions dispersives rencontrées la nuit localement ;
- La hauteur de rugosité retenue sur la zone d'étude ;
- Le choix de la complexité du module de chimie.

7.3. Validation des résultats simulés

Afin de valider les capacités du modèle à restituer les niveaux de concentration des polluants et leur distribution spatiale sur le domaine d'étude, les comparaisons modèle / mesure ont porté sur le NO₂.

Les résultats présentés sont issus de la configuration présentant les meilleurs résultats à l'issue des tests.

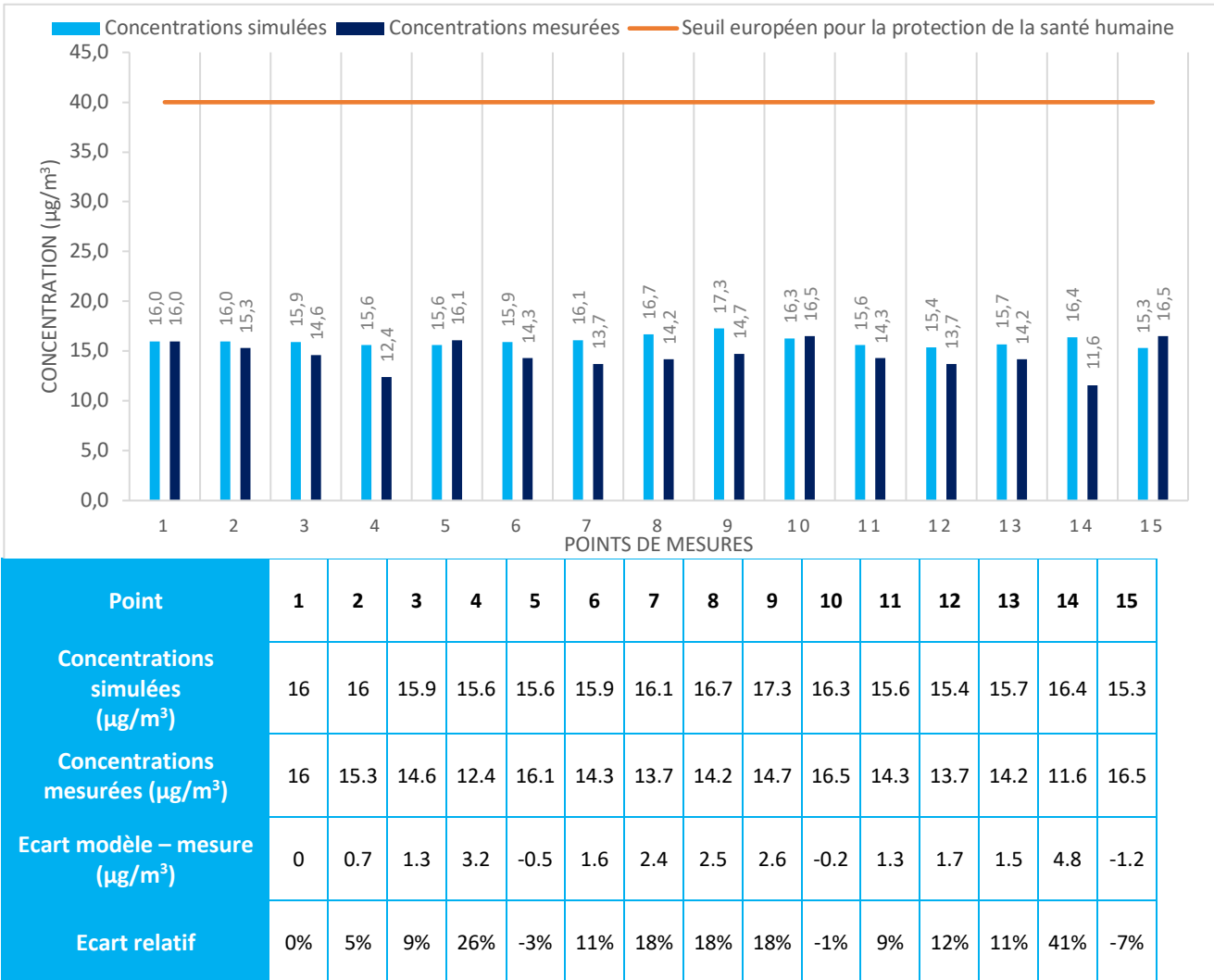
Les paramètres spécifiques à cette configuration sont les suivants :

- Rugosité homogène sur le domaine d'étude de 0,2 m, ce qui constitue une hypothèse réaliste pour un aéroport, et donc pour l'environnement direct des sources d'émissions ;
- Utilisation du module chimique GRS d'ADMS Urban ;
- Longueur minimale de Monin-Obukhov permettant de restituer l'effet d'îlot de chaleur urbain courant sur les agglomérations : 30 mètres, valeur caractéristique d'un environnement intermédiaire entre urbain et périurbain ;
- Pollution de fond : la zone d'étude s'étend sur une zone urbaine et périurbaine. Les mesures réalisées par les stations permettant de reproduire correctement les concentrations mesurées sur la zone d'étude ont donc été testées. Les stations de mesures du réseau ISSEP disponibles dans l'environnement de la zone d'étude sont localisées en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Il est important de préciser que toutes les stations ne mesurent pas systématiquement les mêmes paramètres :
 - En NO₂ et en NO_x : la pollution de fond considérée pour la modélisation est issue des stations Charleroi, Lodelinsart et Marchienne. Le fond « commun » à ces stations a été évalué par analyse corrélationnelle de leurs mesures sur l'année 2023 ;
 - En PM₁₀, PM_{2.5} et ozone : fond issu de la station Lodelinsart ;
 - En SO₂ : le fond « commun » aux stations Châtelineau et Marchienne a été extrait par analyse corrélationnelle (sur le modèle de ce qui a été retenu pour le NO₂) ;
 - En CO et en benzène : le fond « commun » aux stations Aéroport1 et Aéroport2 a été extrait par analyse corrélationnelle. Bien que leurs mesures soient possiblement influencées par les émissions liées au fonctionnement de l'aéroport, ces stations ont tout de même été retenues à défaut d'autres mesures en CO et en benzène exploitables pour la modélisation. En effet les alternatives présentent un trop grand nombre de mesures manquantes (notamment en benzène) ou ont été jugées non représentatives de la zone d'étude (pour le CO) ;
 - En COV totaux et benzo(a)pyrène : pas de données exploitables de pollutions de fond. Les résultats du modèle seront représentatifs de la contribution seule de la plateforme aéroportuaire aux concentrations dans son environnement.

7.4. Résultats en NO₂

La Figure 23 présente les résultats de la comparaison entre les concentrations moyennes modélisées et mesurées en NO₂ dans l'environnement de l'aéroport.

Figure 23 – Comparaison modèle / mesure des concentrations en NO₂



Les résultats de calage montrent globalement une bonne représentativité des concentrations simulées vis-à-vis des concentrations mesurées.

On remarque toutefois, notamment au point 14, une légère variabilité des concentrations mesurées qui n'a pas pu être restituée par la simulation. Elle dénote d'influences locales externes à l'aéroport qui ne peuvent pas être reproduites par une pollution de fond uniforme sur la zone d'étude. Parmi ces influences externes, on peut noter la présence d'une zone industrielle au niveau du point 13, et la variabilité spatiale des flux de trafic routier sur la zone d'étude. Pour rappel le secteur des transports reste le principal contributeur des émissions en NO₂, en particulier en milieu urbain. Le point 14 qui présente d'ailleurs la concentration mesurée en NO₂ la plus faible et l'écart modèle/mesure le plus important, est un des points les plus isolés des influences du trafic.

Afin de s'affranchir de ces influences, le calage du modèle a porté prioritairement sur la restitution des concentrations mesurées au niveau des riverains (points 2, 10, 11, 12 et 15). On pourra aussi noter que les concentrations simulées à l'intérieur des limites de l'aéroport (points 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) sont globalement supérieures aux niveaux mesurés en NO₂ en ces points, ce qui indique que l'impact simulé des sources aéroportuaires en proximité immédiate est majorant pour cette configuration du modèle.

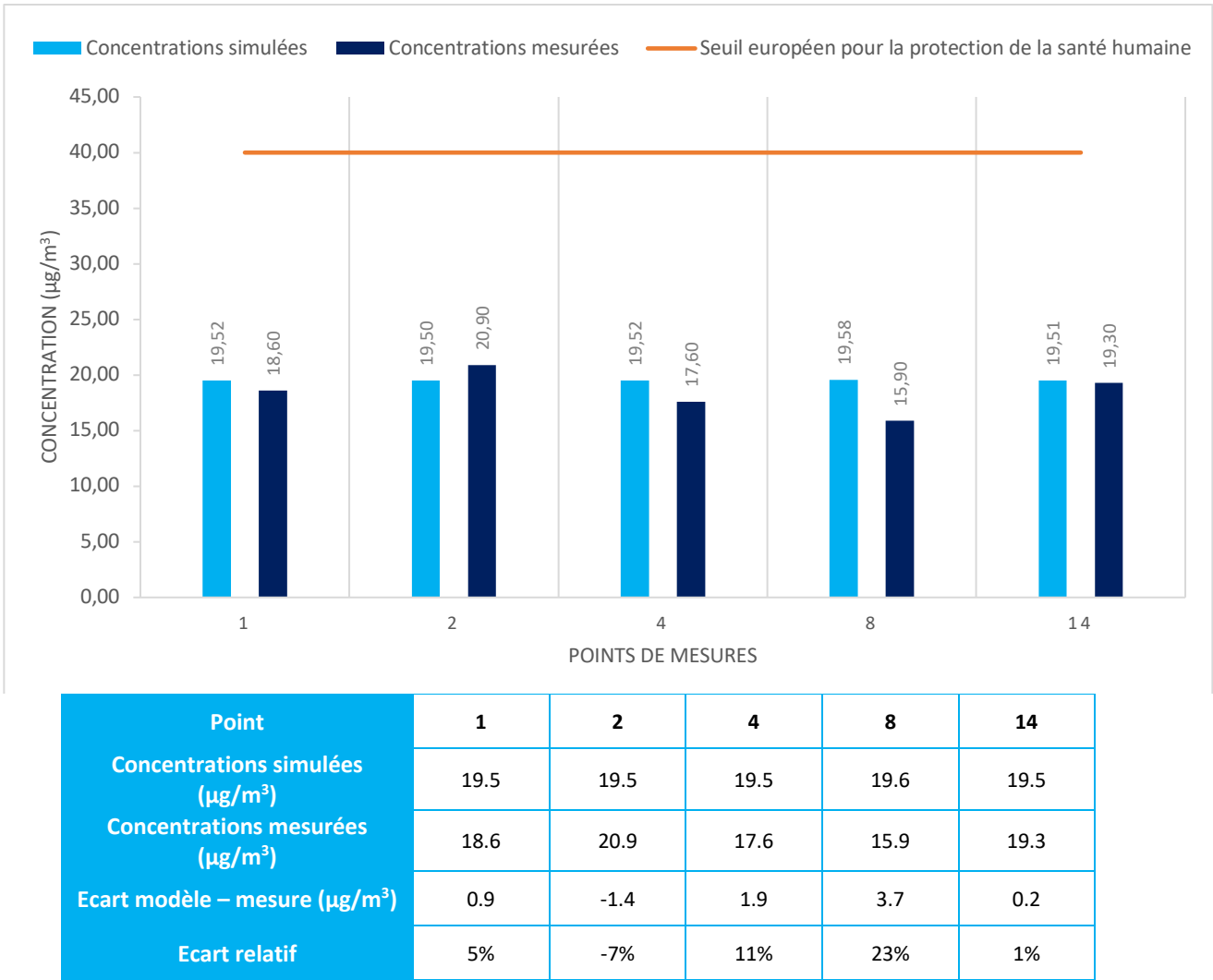
Enfin, les écarts observés restent faibles devant la réglementation européenne, qui fixe la valeur limite pour la protection de la santé humaine à 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂.

En conclusion, le calage du modèle montre une bonne restitution des concentrations, une configuration du modèle conservatrice vis-à-vis de l'exposition des populations, et une tendance à majorer la contribution de l'aéroport aux concentrations en NO₂.

7.5. Résultats en PM₁₀

A la suite du calage du modèle, une validation de sa configuration a été réalisée sur la base des mesures en PM₁₀. La figure suivante présente les concentrations mesurées et simulées au cours de la campagne de mesures.

Figure 24 – Comparaison modèle / mesure des concentrations en PM₁₀



La comparaison des concentrations simulées aux concentrations mesurées en PM₁₀ montre ici aussi une bonne restitution du modèle. Additionnellement, les écarts entre les concentrations simulées et mesurées (jusqu'à 3.7 µg/m³ au maximum) restent ici aussi faibles au regard de la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 40 µg/m³ en moyenne annuelle, tel que le stipule la réglementation européenne.

- APU (Auxiliary Power Unit)
- les sources au sol :
 - GPU (Ground Power Unit),
 - Trafic routier sur la plateforme, à l'extérieur et les parkings,
 - Engins spéciaux utilisés sur les zones aéroportuaires,
 - Centrales thermiques,

8. CARACTÉRISTIQUES DES INCERTITUDES

Les incertitudes relatives aux calculs de modélisation sont de deux types : celles intrinsèques au modèle numérique, compte tenu notamment de la complexité du site et de la problématique à modéliser, et celles relatives à la qualité des données d'entrée du modèle.

8.1. Incertitudes intrinsèques au modèle

Le tableau suivant liste les principales caractéristiques du site et de son environnement, susceptibles, par leur complexité, de favoriser l'augmentation des incertitudes dans le calcul de dispersion. La complexité de ces caractéristiques est classée suivant les critères : nulle, faible, moyenne, élevée.

Tableau 17 - Complexité du site et de son environnement

Modèle	Complexité	Commentaires
Relief sur le domaine	Faible	Le relief est globalement peu marqué sur le domaine d'étude, le niveau d'incertitude qui lui est associé est donc faible.
Obstacles autour de l'installation	De faible à moyenne	<p>Plusieurs bâtiments de grandes dimensions sont présents sur la plateforme aéroportuaire. Pour des raisons de complexité du modèle et de disponibilité des données, ils n'ont cependant pas été pris en compte. On pourra toutefois noter que :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les terminaux (bâtiments principaux) sont en réalité susceptibles de confiner les émissions ayant lieu à basse altitude (type roulage, trafic, GSE, etc.) dans l'enceinte de l'aéroport. Par conséquent les concentrations simulées en champ proche au-delà de ces bâtiments tendent à majorer la contribution de l'aéroport sur ces zones.• Les émissions les plus impactantes simulées en champ lointain sont liées au fonctionnement des aéronefs sur leurs trajectoires de vols. L'incertitude liée à la présence des bâtiments est alors faible en raison de la hauteur et de la distance des sources majeures d'émissions.
Météorologie	Faible	La zone ne présente pas de phénomènes météorologiques particulièrement complexes.
Complexité des sources	Faible	Pour les sources canalisées (chaudières).
	Moyenne	Pour les autres sources (volumiques, surfaciques et aériennes).
Échelles spatiales étudiées	Faible	Les cibles sont comprises entre quelques centaines de mètres et quelques kilomètres des sources, c'est à dire dans le domaine de validité du modèle.

Les principales sources d'incertitudes identifiées sont liées aux obstacles que constituent les bâtiments de la plateforme aéroportuaire et qui n'ont pas été pris en compte dans la modélisation. Cette configuration peut conduire à des incertitudes plus marquées en champ proche principalement, mais tend à majorer l'impact de l'aéroport dans son environnement immédiat.

8.2. Incertitudes relatives aux données d'entrée

Un bon modèle peut donner de mauvais résultats, si les données d'entrée sont de mauvaise qualité. Le tableau suivant regroupe les principaux paramètres d'entrée du modèle de dispersion ADMS, et les qualifie selon les critères suivants : mauvaise, moyenne, bonne, très bonne.

Tableau 18 - Qualité des données d'entrée du modèle

Données d'entrée	Qualité	Commentaires
Données météorologiques	Très bonne	Données horaires collectées auprès de la station de Charleroi-Gosselies, localisée sur site.
Localisation des sources	Bonne	<p>Les localisations des sources sont issues de l'exploitation du plan de masse de l'aéroport, des contraintes réglementaires de l'aéroport, et du suivi des trajectoires réelles des aéronefs. La qualité des données est donc très bonne.</p> <p>On notera toutefois que les trajectoires de vol et de roulage, de par leur nature variable, ont nécessairement fait l'objet de simplifications. Dans la mesure du possible, des hypothèses majorantes ont été considérées, notamment concernant les distances de roulages (maximisées afin de majorer les émissions) et les altitudes de vols (minimisées afin de majorer l'impact au sol).</p>
Caractéristiques physiques des sources	Moyenne	<p>Pour les chaudières dont les caractéristiques à l'émission n'étaient pas connues lors de la modélisation et qui ont donc fait l'objet d'hypothèses. Il reste toutefois à noter que, d'une part, la quantification des émissions n'est pas impactée par ces hypothèses puisqu'elle est basée sur des données de consommation, et, d'autre part, la contribution des chaudières aux flux totaux de polluant émis par la plateforme aéroportuaire reste négligeable devant les autres sources d'émissions (voir Tableau 19).</p> <p>Pour les sources volumiques représentatives des émissions liées au stationnement des véhicules sur les parkings, et à la circulation des équipements de service au sol : la nature de ces sources impose la prise en compte d'hypothèses simplificatrices. Nous avons retenu l'hypothèse, usuelle dans ce genre de cas, que les émissions se produisent sur toute la surface des zones concernées.</p>

		Pour les diffuses (stock d'hydrocarbures) dont les caractéristiques à l'émission font nécessairement l'objet d'hypothèses simplificatrices.
	Bonne	ADMS Airport permet une prise en compte spécifique des caractéristiques émettrices des rejets des aéronefs, telles que le nombre de moteurs des appareils, leur position, la température et la vitesse des gaz d'échappement, la vitesse de déplacement des aéronefs etc.
Valeurs d'émission des sources	Moyenne	Les données d'émissions sont issues de calculs théoriques basés sur l'utilisation de facteurs d'émissions, et doivent donc être considérées avec précaution. Ces facteurs d'émission proviennent toutefois des bases de données les plus récentes disponibles, et constituent la méthodologie de référence pour les calculs d'émissions des activités aéroportuaires.
Scénario d'émissions	Très bonne pour l'état initial en 2019	La modélisation de l'état initial en 2019 est basée sur des données d'activités réelles, issues du suivi de l'aéroports.
	Non qualifiée pour les projections en 2045	Hypothèses fournies par BSCA.
Variabilité temporelle des émissions	Très bonne pour le trafic aérien en 2019	Les données de suivi en temps réel des vols ont été exploitées pour juger de leur variabilité temporelle. Pour la modélisation de l'état initial les données sont donc idéales.
	Bonne pour le trafic aérien projeté en 2045	Pour leur extrapolation aux projections en 2045, il s'agit d'une hypothèse tout à fait valable puisque les contraintes horaires des vols ne sont pas amenées à être modifiées.
	Moyenne pour les autres sources	Lorsque cela était possible les données de suivi des activités ont été considérées. En l'absence de données, des hypothèses basées sur le trafic aérien et sur les horaires d'ouverture de l'aéroport ont dû être considérées.
Définition des polluants	Bonne pour les gaz autres que le NO ₂	L'hypothèse selon laquelle les gaz se dispersent comme un traceur passif a été retenue. Il s'agit d'une hypothèse tout à fait réaliste compte tenu de la nature des polluants étudiés.

	Moyenne pour le NO ₂ et les particules	Pour le NO ₂ : Le module chimique d'ADMS-Airport induit une incertitude plus importante sur les concentrations modélisées, qui sont toutefois évaluées lors du calage du modèle. Ici les concentrations en NO ₂ ont correctement été restituées par le modèle, et tendent à majorer la réalité.
--	---	---

Les incertitudes associées à la qualité des données d'entrée sont essentiellement liées à la complexité générale du fonctionnement d'un aéroport. On pourra toutefois retenir que ces dernières se basent dans la mesure du possible sur des données réelles de fonctionnement et qu'aucune hypothèse arbitraire n'a été réalisée. Additionnellement, lorsqu'elles étaient nécessaires, des hypothèses majorantes ont été considérées. Les résultats de calage confirment la tendance majorante des concentrations simulées.

9. BILAN DES ÉMISSIONS

9.1. Quantification des émissions

Les résultats de la quantification des émissions par typologie de source émettrice sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 19 - résultats de la quantification des émissions pour les scénarios 2019 et 2045

	Source d'émissions	Flux (kg/an)							
		PM ₁₀	PM ₁	SO ₂	NO _x	CO	COVT	BaP	Benzène
Situation initiale 2019	Chaudières	16	15	73	751	361	42	5.95E-05	0.9
	Stockage d'hydrocarbures	0	0	0	0	0	6 607	0	53
	Avitaillement	2	1	2.45E-02	54	14	5	4.25E-06	3.70E-03
	Stationnement	11	4	1.24E-01	128	80	15	2.75E-05	2.87E-01
	GSE (Ground Support Equipment)	817	361	10	13 682	6 091	1 178	2.16E-03	0.8
	Aviation commerciale	2 816	2 198	23 143	414 093	53 726	6 774	ND	424
	Aviation générale*	261	118	656	5 246	300 483	3 947	ND	355
	Total	3 923	2 696	23 883	433 954	360 755	18 568	2.25E-03	834
Scénario projeté en 2045	Chaudières	10	10	6	675	338	23	3.95E-05	0.9
	Stockage d'hydrocarbures	0	0	0	0	0	8 093	0	65
	Avitaillement	3	1	4.29E-02	94	24	9	7.44E-06	6.47E-03
	Stationnement	11	2	1.14E-01	46	42	6	2.41E-05	9.53E-02
	GSE (Ground Support Equipment)	777	343	0	0	0	0	2.05E-03	0
	Aviation commerciale	5 218	3 127	43 750	971 828	147 465	5 915	ND	354
	Aviation générale	88	35	196	1 415	85 600	1 542	ND	109
	Total	6 107	3 518	43 952	974 058	233 469	15 589	2.12E-03	529
	Variation par rapport à 2019	+ 56%	+ 30%	+ 84%	+ 124%	- 35%	- 16%	- 6%	- 37%

*Pour rappel, l'aviation générale correspond à l'aviation d'affaire et les vols des écoles de pilotage

9.2. Evolution des émissions

Par rapport à l'état initial, on peut faire les constats suivants :

- Une augmentation globale des émissions pour les polluants de type PM₁₀, PM₁, SO₂ et NO_x ;
- Une diminution globale des polluants de type CO, COV_T et benzène : les émissions de ces substances sont très dépendantes des caractéristiques de combustion des réacteurs ; à BSCA, les principaux modèles d'aéronefs observés pour l'aviation commerciale en 2019 et 2045 sont respectivement le B737 (~40 000 LTO/an) et le B39M ou Bmax (~66 000 LTO/an) dont les émissions pour ces polluants sont plus faibles que pour d'autres types d'aéronefs ;
- Une diminution voire une absence des émissions des polluants émis par les GSE (véhicules spéciaux au sol) ; le nombre de véhicules de cette catégorie considéré pour la situation future est le même mais en raison de leur motorisation hydrogène ou électrique, les seuls polluants émis seront ceux liés à l'usure des pneumatiques ou des freins (PM) ;
- Une augmentation des émissions de polluants de type PM₁₀, PM₁, SO₂ et NO_x pour l'aviation commerciale (cycle LTO) liée à l'augmentation du trafic aérien ; mais une diminution de COV_T et de benzène pour cette catégorie ;
- Une diminution des émissions liées aux chaudières en raison du passage au gaz des chaudières mazout ;
- Une augmentation des émissions des engins utilisés pour l'avitaillement car les émissions sont proportionnelles au trafic aérien ;
- Une augmentation des émissions de COV_T et de benzène pour le stockage d'hydrocarbures (en lien avec l'augmentation du trafic aérien).

10. RÉSULTATS DE MODÉLISATION

Les résultats des modélisations sont présentés sous forme numérique d'une part et sous forme graphique d'autre part.

- Points spécifiques : les tableaux des pages suivantes reprennent les résultats des calculs de retombées de polluants effectués par le modèle au niveau des points spécifiques sélectionnés dans cette étude. Pour rappel, ces points récepteurs correspondent au positionnement des capteurs ayant servi au calage du modèle (cf. campagne de mesures réalisée par Odometric). Les points « aéroport 1 » et « aéroport 2 » correspondent au positionnement des stations de mesures ISSeP de suivi de qualité de l'air à proximité des aéroports. Sur les 15 points récepteurs, 7 sont situés dans l'enceinte de l'aéroport (en limite de site) et 8 sont localisés dans le voisinage.
- Cartographies de dispersion : Les résultats graphiques présentés ci-après sous forme de cartographies correspondent aux résultats de calculs du modèle sur toute la zone d'étude, pour chaque polluant étudié sur chaque point du maillage.

10.1. Seuils réglementaires

Selon le polluant, plusieurs normes ou critères peuvent s'appliquer. Dans une étude de dispersion de polluants, il s'agit donc de démontrer à l'aide du modèle utilisé que chaque norme ou chaque critère relatif à un contaminant particulier sera respecté. Dans le cas présent, il s'agit, nous le rappelons, d'une étude de comparaison de deux scénarios : situation actuelle et situation future à l'horizon 2045. Les résultats présentés dans les tableaux qui suivent sont comparés aux seuils préconisés par l'AwAQ repris en gras dans chaque colonne.

Ces seuils sont décrits au chapitre 3 (point 3.3).

10.2. Résultats au niveau des points récepteurs

Sur les 15 points récepteurs :

- 7 sont situés dans l'enceinte de l'aéroport (en limite de site) ;
- 8 sont localisés dans le voisinage.

Figure 25 – Localisation des points récepteurs

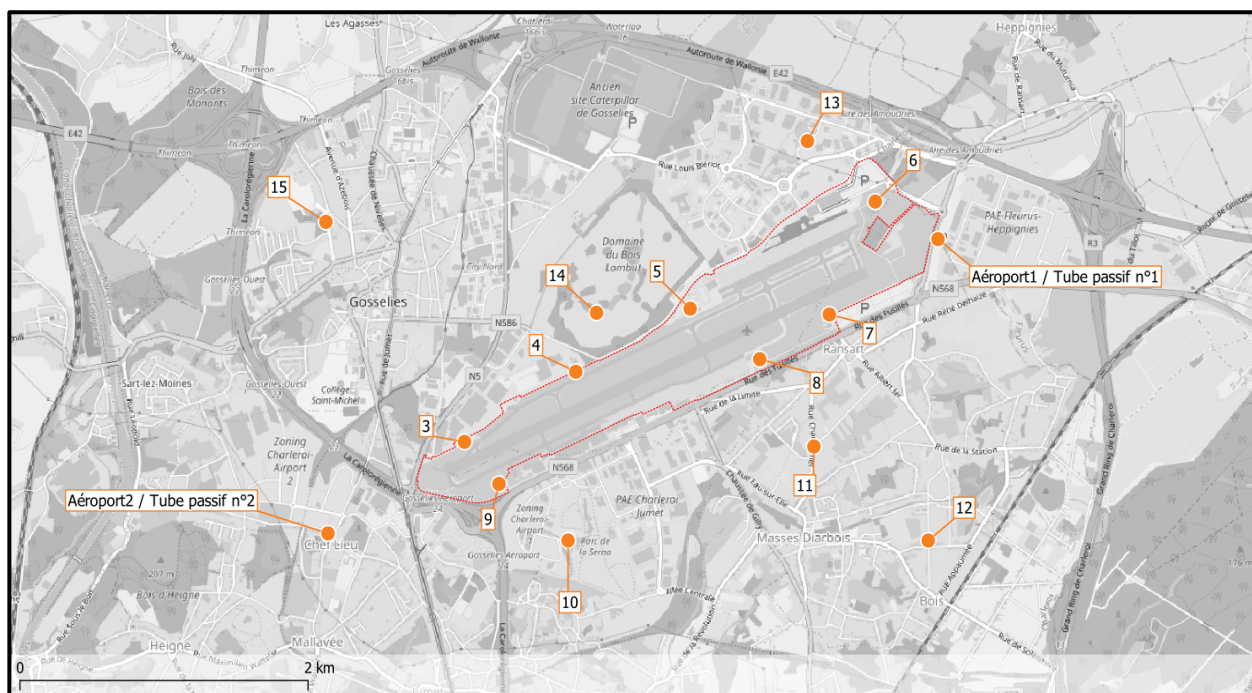
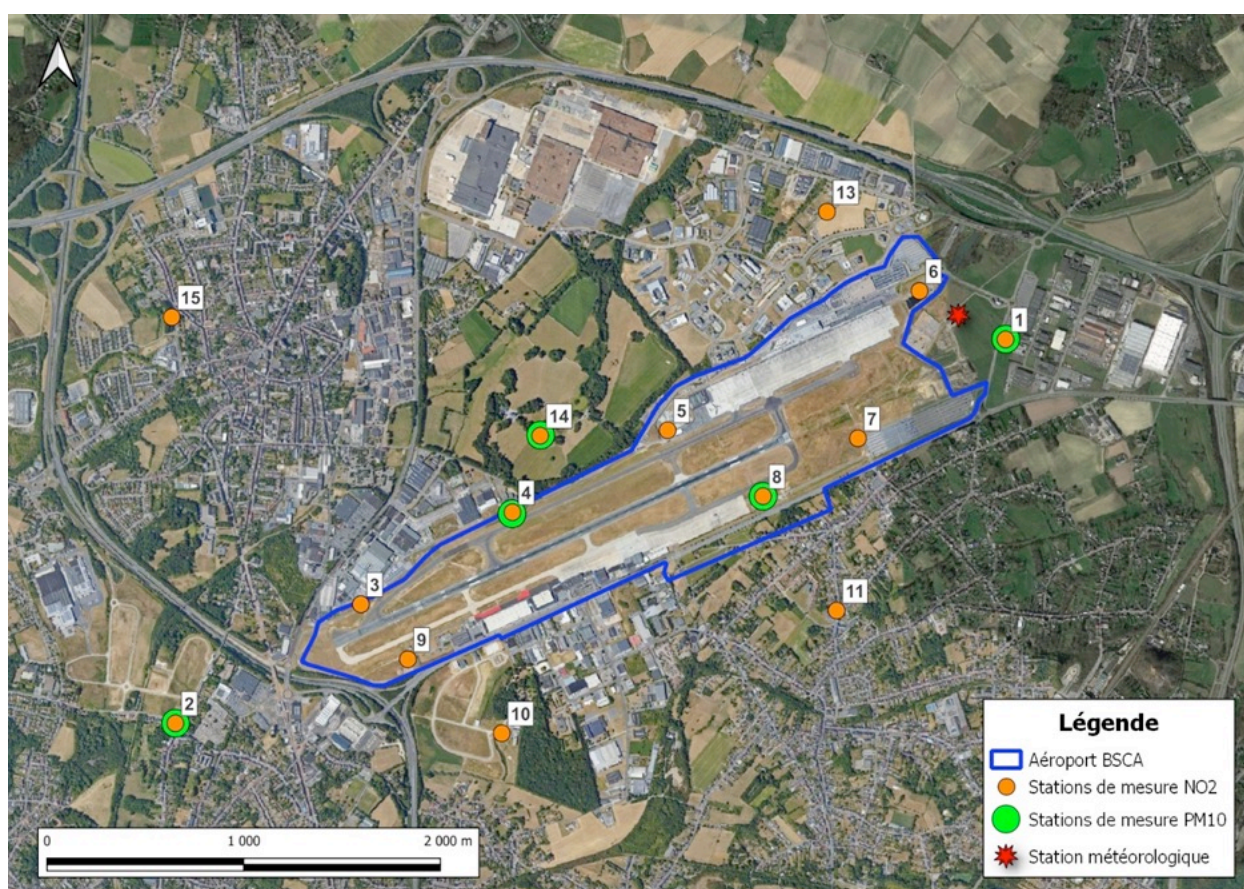


Figure 26 – Correspondance entre points récepteurs et points de mesures



10.2.1. Concentrations de polluants aux points récepteurs – Situation initiale (2019)

Tableau 20. Résultats de calculs au niveau des points spécifiques -Situation initiale

Points récepteurs	Coordonnées			Benzène C	Benzène NC	CO	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM ₁	BaP	COV _T
	X(m)	Y(m)	Z(m)	Moy. annuelle (µg/m³) 0,17 µg/m³	Moy. glissante /8h (µg/m³) 0,6 µg/m³	Moy. glissante /8h (µg/m³) 200 µg/m³	Moyenne journalière (µg/m³) 25 µg/m³	Moyenne horaire au P99,8 (µg/m³) 40 µg/m³	Moyenne journalière au P90,5 (µg/m³) 4 µg/m³	Moyenne journalière au P90,5 (µg/m³) 4 µg/m³	Moy. an. (ng/m³) 0,012 ng/m³	Moyenne journalière (µg/m³) 4 µg/m³
1 (aéro 1)	158212,42	128743,46	1,5	0,00	0,06	29,16	0,41	27,00	0,12	0,05	0,000	1,69
2 (aéro 2)	154012,42	126743,46	1,5	0,00	0,03	21,90	0,28	15,79	0,01	0,01	0,000	0,60
3	154958,22	127352,94	1,5	0,00	0,08	59,97	0,91	28,19	0,05	0,03	0,000	1,50
4	155731,09	127818,45	1,5	0,04	0,13	74,05	1,34	27,90	0,12	0,08	0,000	3,16
5	156524,89	128237,30	1,5	0,11	1,44	44,73	0,79	29,40	0,13	0,06	0,000	100,82
6	157809,58	128948,42	1,5	0,01	0,07	36,21	0,50	68,79	0,34	0,16	0,000	3,01
7	157490,89	128198,88	1,5	0,01	0,09	62,54	0,96	44,00	0,22	0,11	0,000	2,89
8	157007,89	127901,80	1,5	0,02	0,12	62,57	0,94	37,76	0,17	0,08	0,000	4,72
9	155197,66	127073,70	1,5	0,01	0,05	51,56	0,63	22,94	0,07	0,04	0,000	0,94
10	155677,23	126698,07	1,5	0,00	0,03	27,72	0,33	14,56	0,04	0,02	0,000	0,79
11	157383,86	127322,06	1,5	0,00	0,04	20,96	0,35	16,19	0,05	0,03	0,000	1,29
12	158177,68	126697,45	1,5	0,00	0,02	12,03	0,19	8,76	0,02	0,01	0,000	0,56
13	157338,93	129350,47	1,5	0,01	0,05	20,76	0,27	21,72	0,13	0,06	0,000	1,59
14	155874,48	128210,20	1,5	0,01	0,07	29,43	0,48	17,31	0,06	0,03	0,000	3,35
15	153996,33	128813,61	1,5	0,00	0,02	14,04	0,13	6,75	0,01	0,01	0,000	0,44

10.2.2. Concentrations de polluants aux points récepteurs – Situation future

Tableau 21. Résultats de calculs au niveau des points spécifiques -Situation future

Points récepteurs	Coordonnées			Benzène C	Benzène NC	CO	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM ₁	BaP	COV _T
	X(m)	Y(m)	Z(m)	Moy. annuelle (µg/m³) 0,17 µg/m³	Moy. glissante /8h (µg/m³) 0,6 µg/m³	Moy. glissante /8h (µg/m³) 200 µg/m³	Moyenne journalière (µg/m³) 25 µg/m³	Moyenne horaire au P99,8 (µg/m³) 40 µg/m³	Moyenne journalière au P90,5 (µg/m³) 4 µg/m³	Moyenne journalière au P90,5 (µg/m³) 4 µg/m³	Moy. an. (ng/m³) 0,012 ng/m³	Moyenne journalière (µg/m³) 4 µg/m³
1 (aéro 1)	158212,42	128743,46	1,5	0,00	0,05	33,62	1,05	58,30	0,16	0,07	0,00	1,97
2 (aéro 2)	154012,42	126743,46	1,5	0,00	0,02	15,34	0,63	40,90	0,03	0,02	0,00	0,62
3	154958,22	127352,94	1,5	0,00	0,06	42,64	2,19	72,20	0,12	0,05	0,00	1,47
4	155731,09	127818,45	1,5	0,03	0,10	83,50	4,13	78,70	0,50	0,17	0,00	3,51
5	156524,89	128237,30	1,5	0,13	1,84	35,01	1,70	63,30	0,25	0,10	0,00	128,56
6	157809,58	128948,42	1,5	0,01	0,06	33,21	1,38	87,60	0,46	0,19	0,00	3,18
7	157490,89	128198,88	1,5	0,01	0,07	39,50	2,01	122,00	0,35	0,15	0,00	3,61
8	157007,89	127901,80	1,5	0,01	0,12	43,34	1,75	82,80	0,27	0,12	0,00	5,77
9	155197,66	127073,70	1,5	0,00	0,03	22,95	1,20	56,20	0,13	0,06	0,00	0,97
10	155677,23	126698,07	1,5	0,00	0,03	15,25	0,63	36,20	0,08	0,03	0,00	0,93
11	157383,86	127322,06	1,5	0,00	0,04	17,58	0,73	40,60	0,08	0,03	0,00	1,57
12	158177,68	126697,45	1,5	0,00	0,02	10,51	0,40	18,40	0,04	0,01	0,00	0,63
13	157338,93	129350,47	1,5	0,01	0,04	19,62	0,76	35,90	0,20	0,09	0,00	1,87
14	155874,48	128210,20	1,5	0,01	0,08	19,20	0,95	42,70	0,11	0,05	0,00	4,20
15	153996,33	128813,61	1,5	0,00	0,01	8,49	0,29	16,60	0,02	0,01	0,00	0,48

10.3. Résultats cartographiques

Les résultats cartographiques correspondent aux résultats de calculs du modèle sur toute la zone d'étude, pour chaque polluant étudié sur chaque point du maillage. Les cartographies de résultats pour les situation actuelle et projetée sont présentées en annexe.

Benzo(a)pyrène :

Les émissions sont essentiellement liées au roulage des GSE et des véhicules sur les parkings. Pour rappel, il n'existe pas de données d'émissions concernant les cycle LTO des aéronefs pour ce polluant.

Benzène :

Les concentrations de ce polluant sont plus élevées à proximité des tanks stockage de carburant (parc d'hydrocarbure) et au niveau des extrémités de piste (émissions au démarrage et prise de vitesse).

Monoxyde de carbone :

L'augmentation du trafic aérien entraîne une augmentation d'émission de ce polluant. Cela dit, cette augmentation est limitée, notamment en raison de l'évolution du parc d'aéronefs (évolution technologique des modèles d'avions les plus courant pouvant aller jusqu'à une diminution d'un facteur 10 selon les types) et également en raison de la fin des moteurs à pistons (diminution de 80 % de l'aviation générale).

Oxydes d'azote :

Les retombées de ce polluant sont essentiellement liées aux émissions de l'aviation commerciale.

Particules (PM₁₀) :

Les concentrations les plus élevées sont localisées au niveau de la dalle nord car elles sont liées au roulage des avions et des GSE.

Dioxyde de soufre :

Les concentrations les plus élevées sont localisées sur la piste (phase de décollage).

Composés organiques volatils totaux :

Les concentrations de ce polluant sont plus élevées à proximité des tanks stockage de carburant.

11. CONCLUSIONS

12. ANNEXE A : RÉSULTATS CARTOGRAPHIQUES

1/ SITUATION INITIALE 2019

Concentrations moyennes annuelles en benzo(a)pyrène

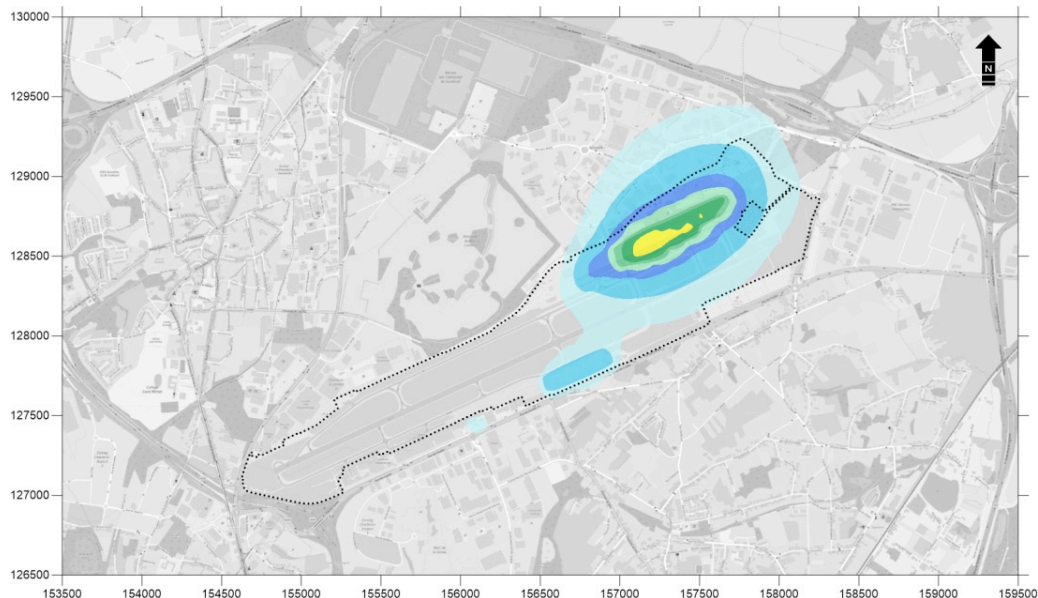
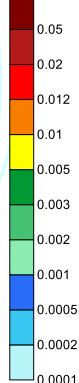
Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

numtech
INTELLIGENCE ENVIRONNEMENTALE

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2019
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 0.012 ng/m³

ng/m³



Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

JFTQ

Concentrations moyennes annuelles en benzène

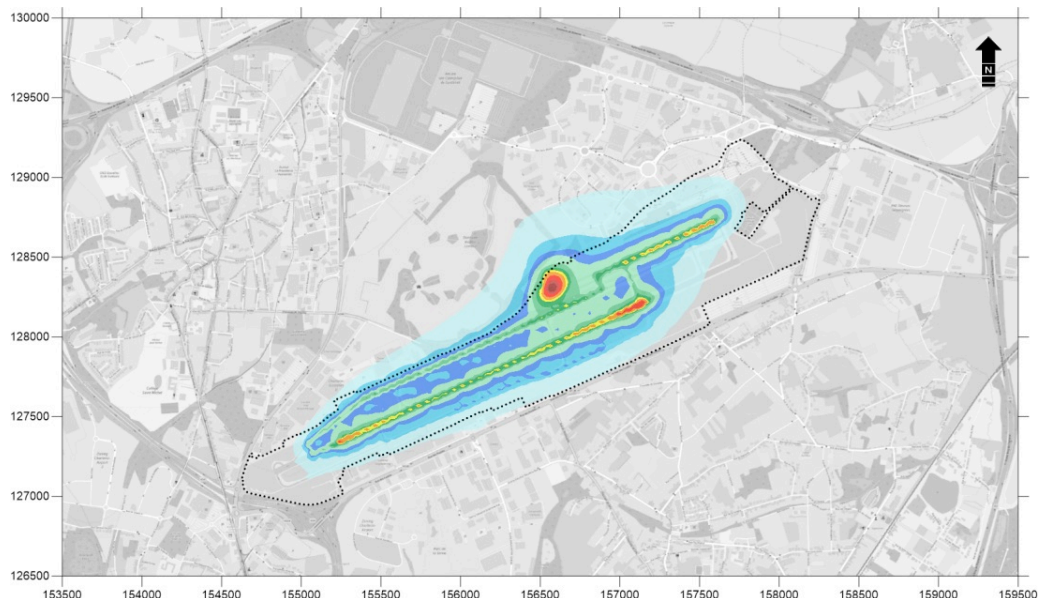
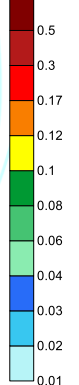
Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

numtech
INTELLIGENCE ENVIRONNEMENTALE

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2019
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 0.17 µg/m³

µg/m³



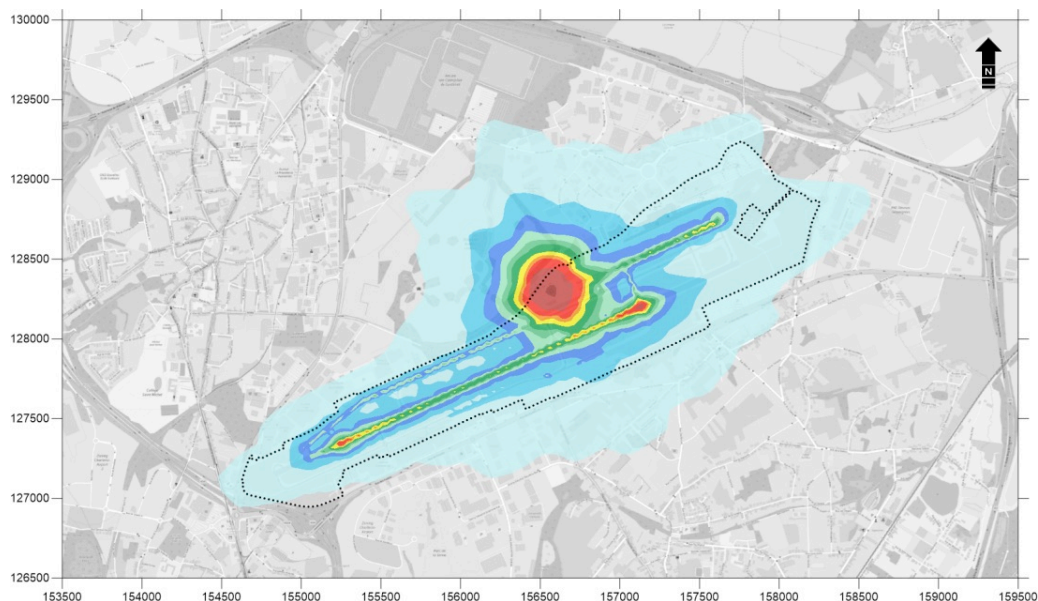
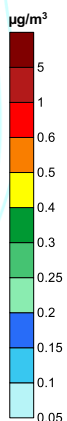
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations en benzène sur 8h glissantes

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 0.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



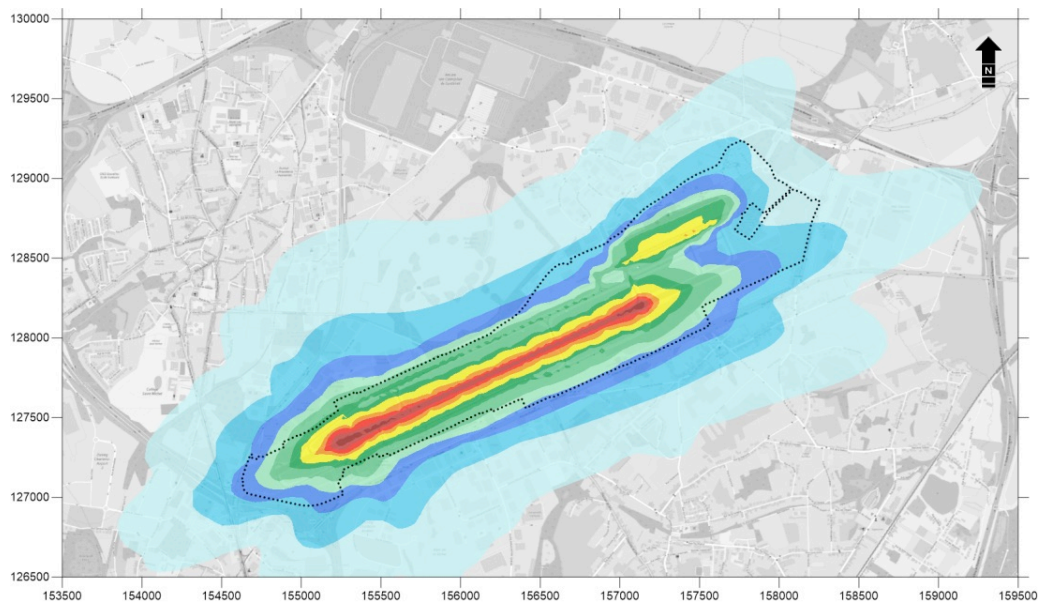
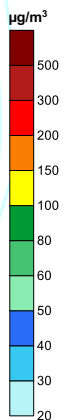
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations en CO sur 8 heures glissantes

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



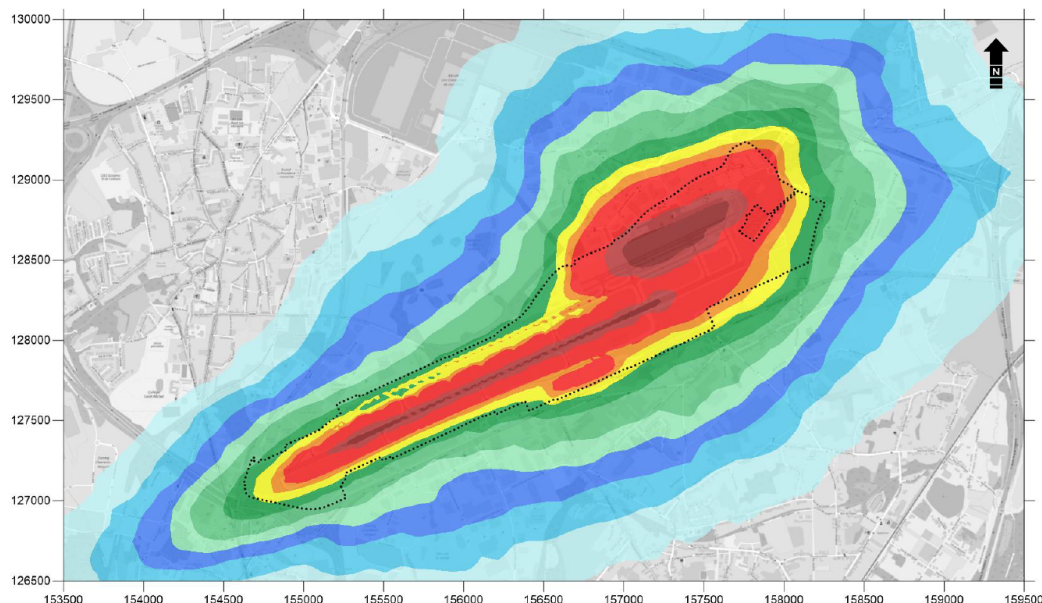
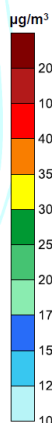
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 99.8 des concentrations horaires en NO_x

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2019
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 40 µg/m³



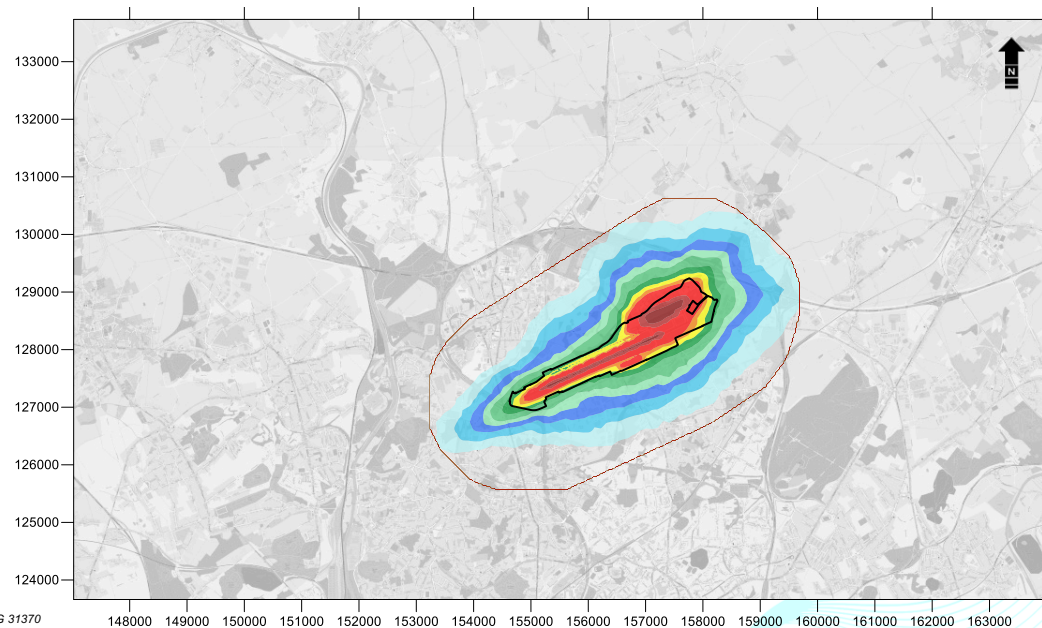
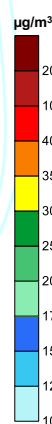
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 99.8 des concentrations horaires en NO_x

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 40 µg/m³



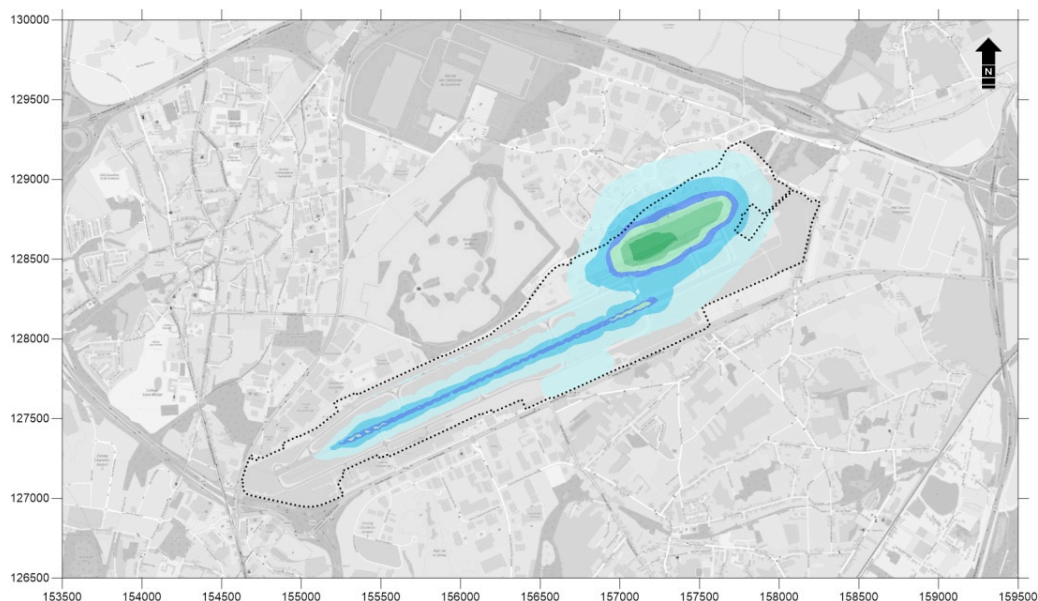
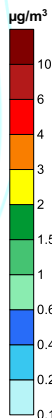
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 90.5 des concentrations journalières en PM₁

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 4 µg/m³



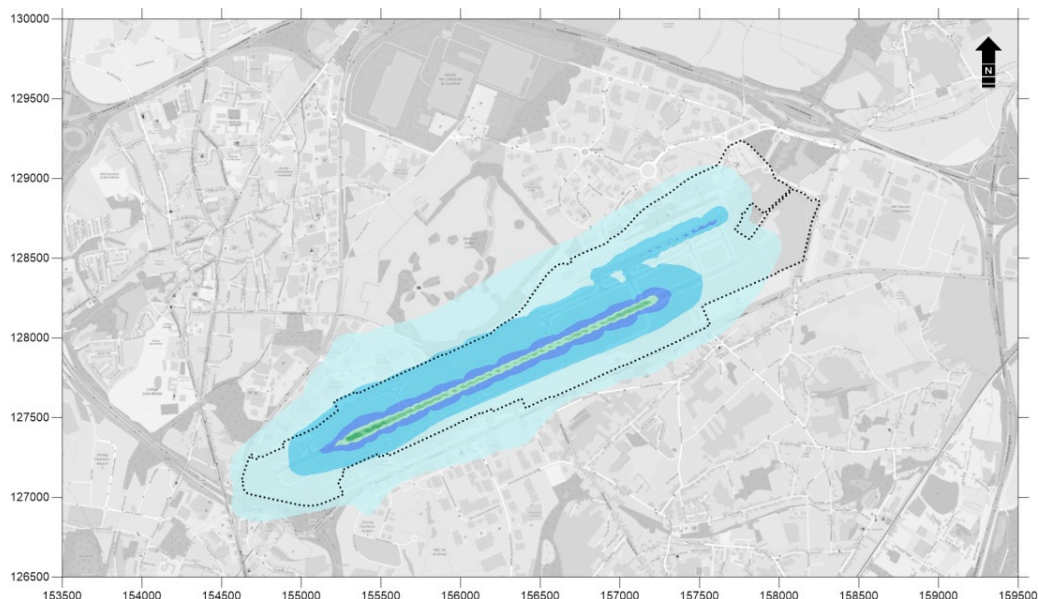
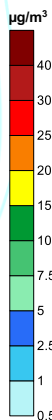
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations journalières en SO₂

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 25 µg/m³



Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations journalières en COVT

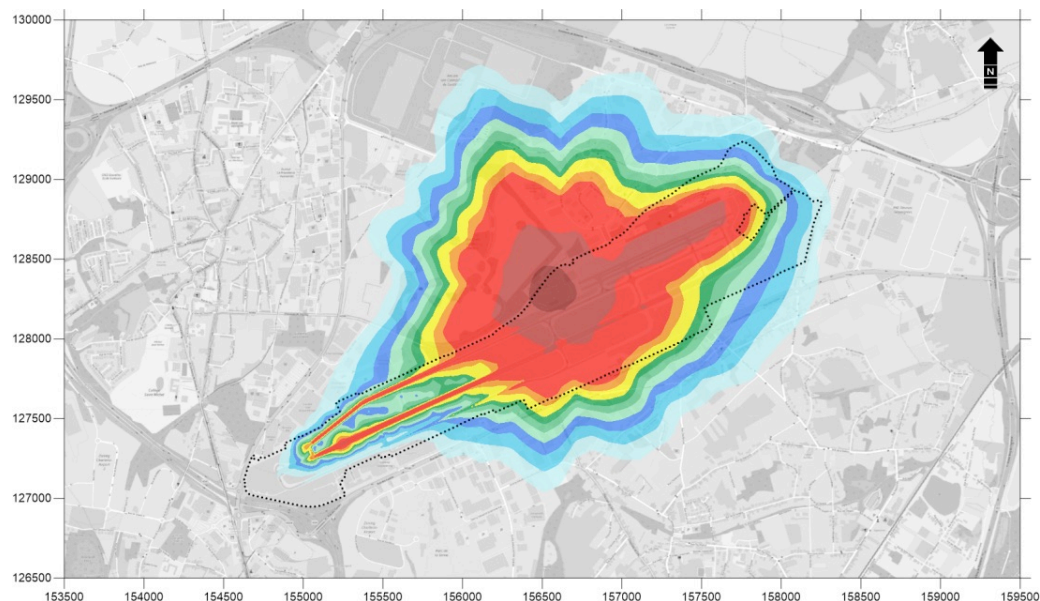
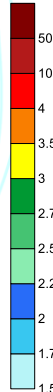
Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1.5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport

Seuil AWAC : 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

2/ SITUATION PROJETEE 2045

Concentrations moyennes annuelles en benzo(a)pyrène

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

numtech
INTELLIGENCE ENVIRONNEMENTALE

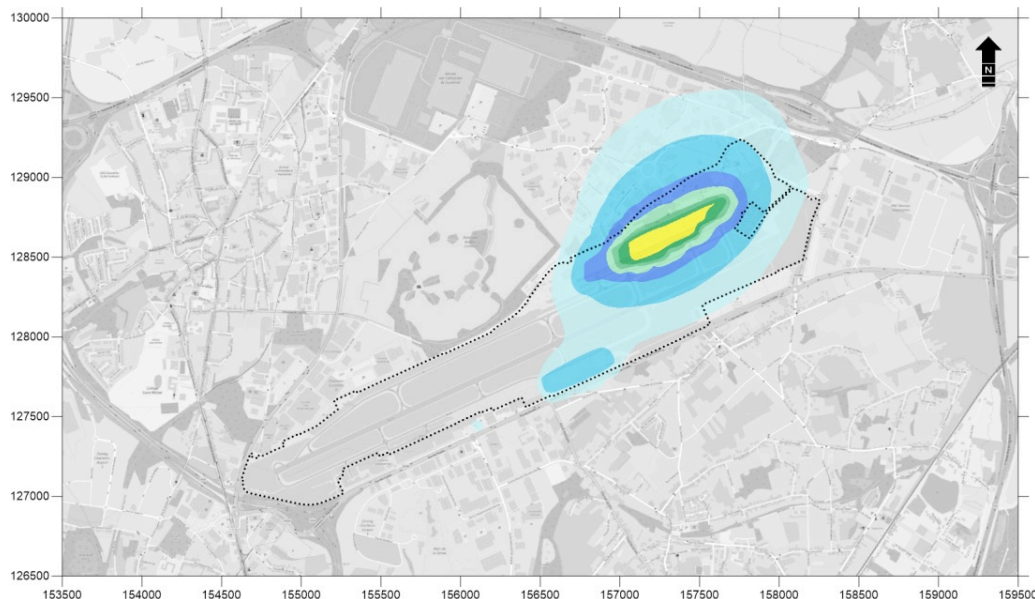
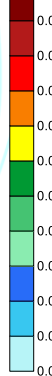
Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m

Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport

Seuil AWAC : 0.012 ng/m³

ng/m³



Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Concentrations moyennes annuelles en benzène

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

numtech
INTELLIGENCE ENVIRONNEMENTALE

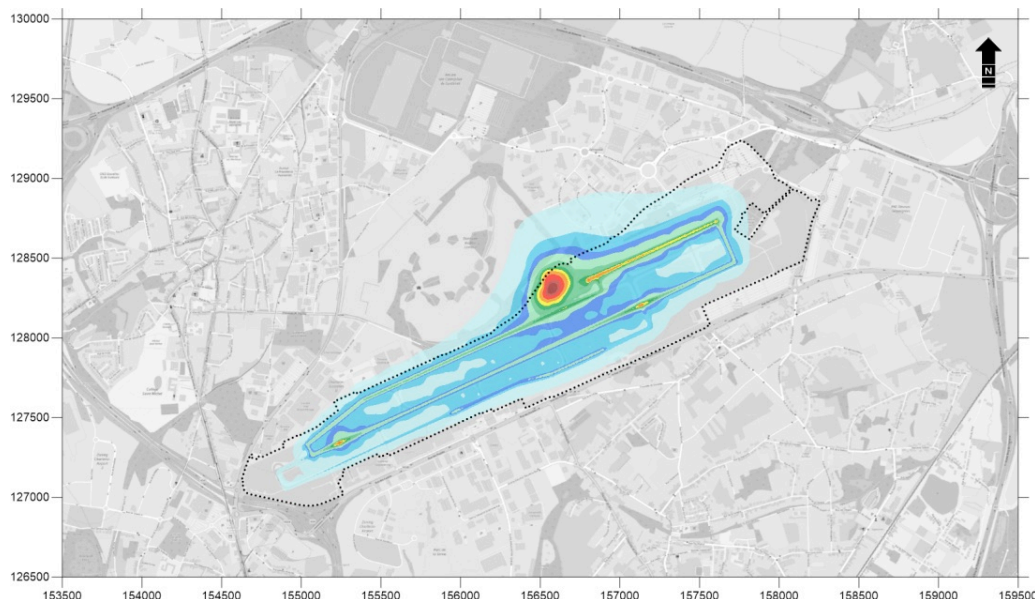
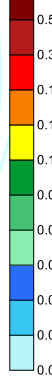
Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m

Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport

Seuil AWAC : 0.17 µg/m³

µg/m³



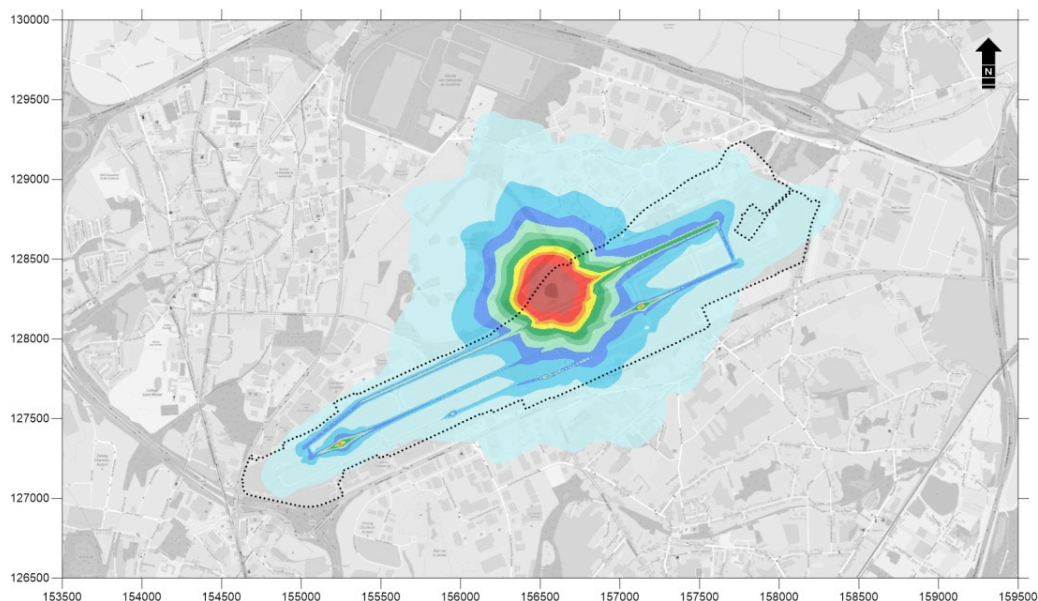
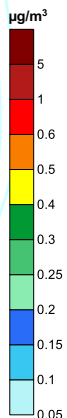
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations en benzène sur 8h glissantes

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation initiale en 2019

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 0.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



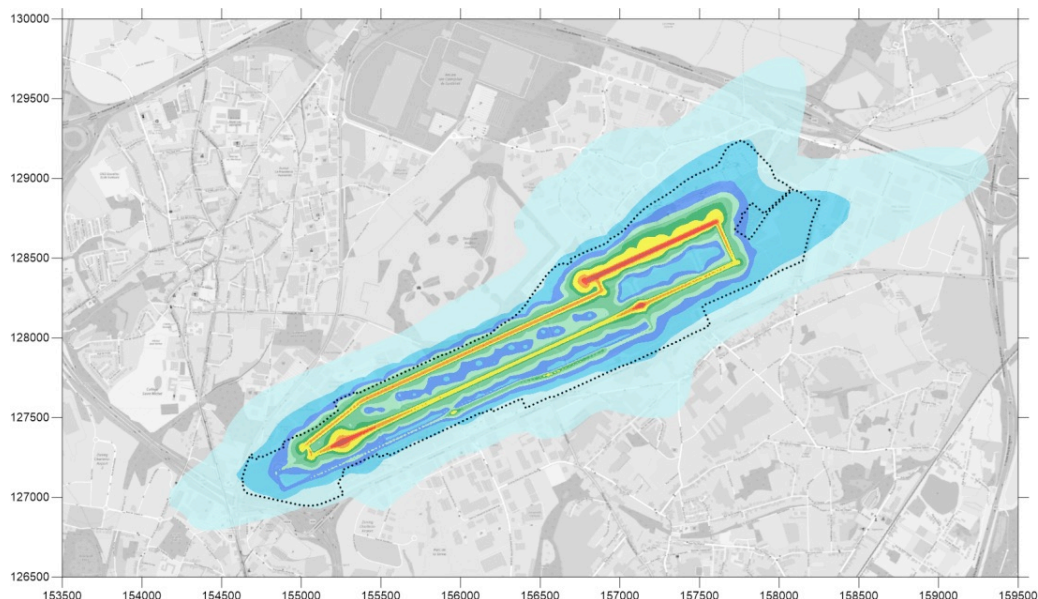
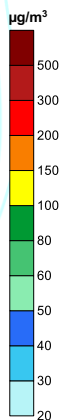
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations en CO sur 8 heures glissantes

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



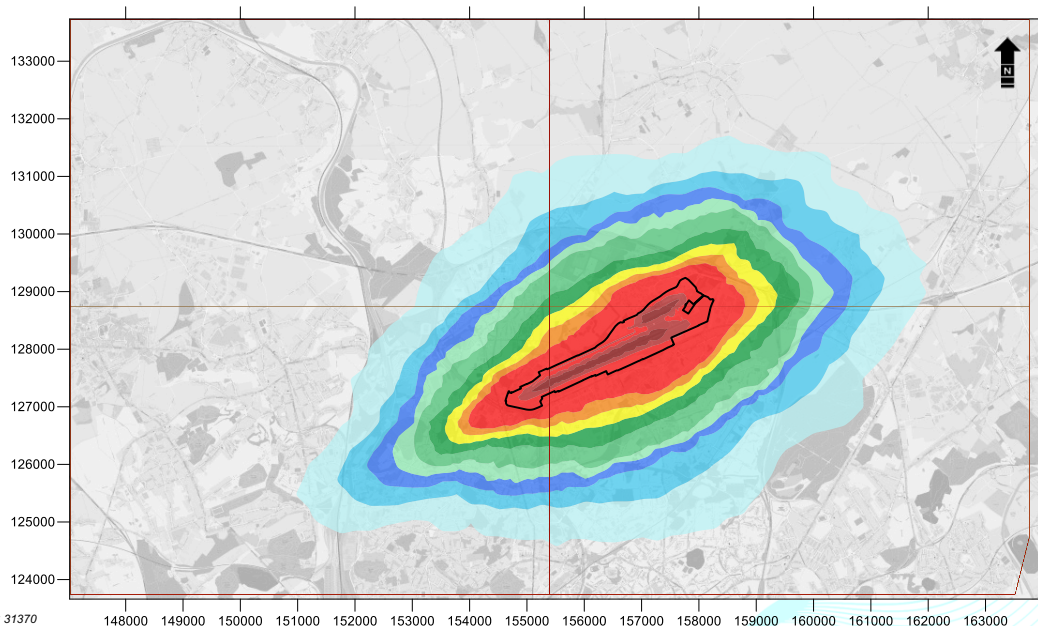
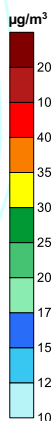
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 99.8 des concentrations horaires en NO_x

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 40 µg/m³



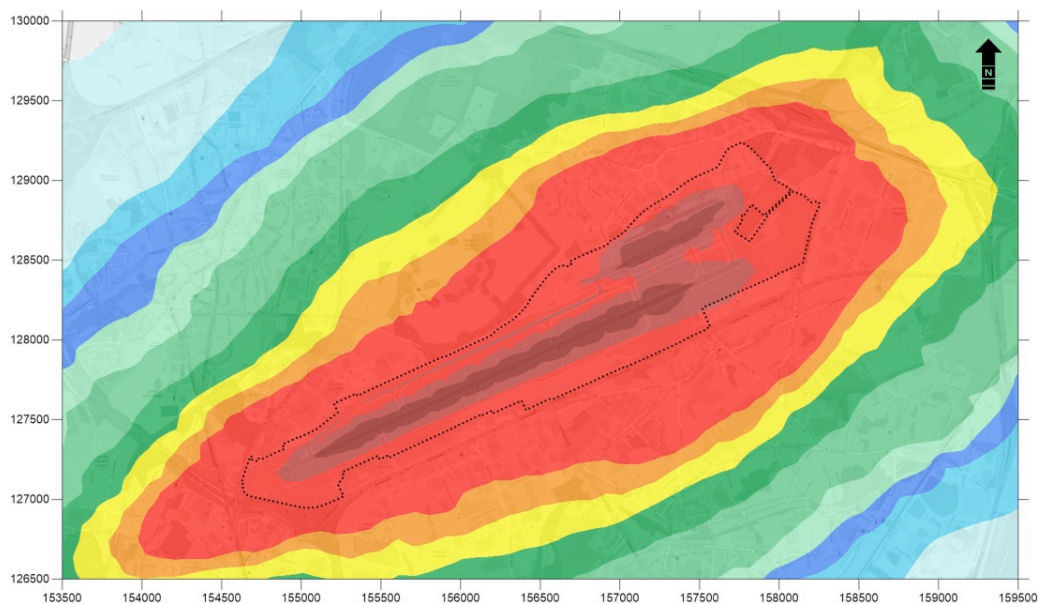
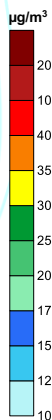
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 99.8 des concentrations horaires en NO_x

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 40 µg/m³



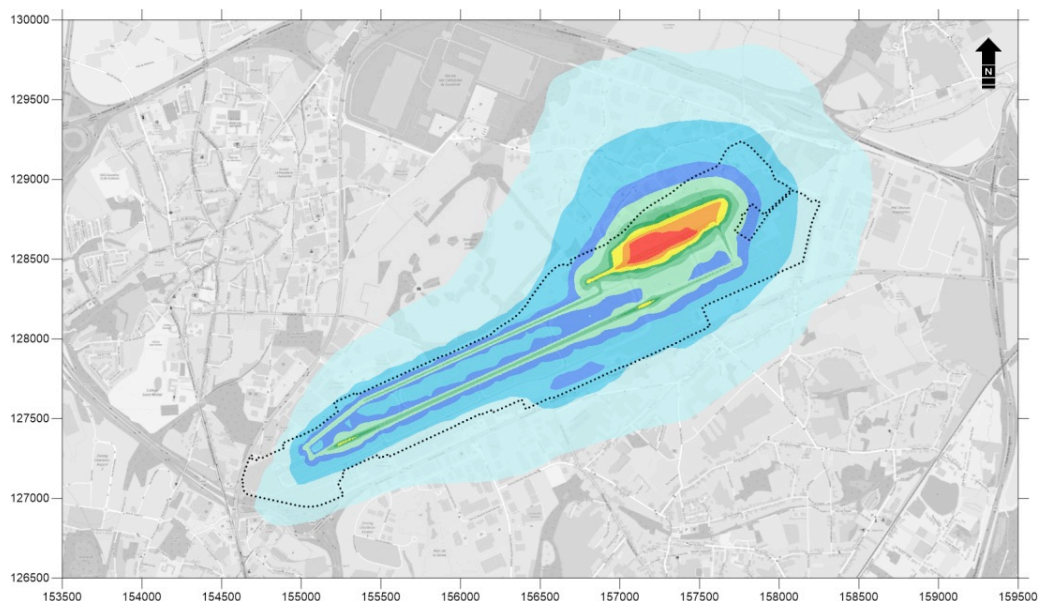
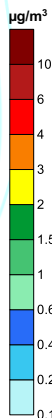
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 90.5 des concentrations journalières en PM₁₀

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 4 µg/m³



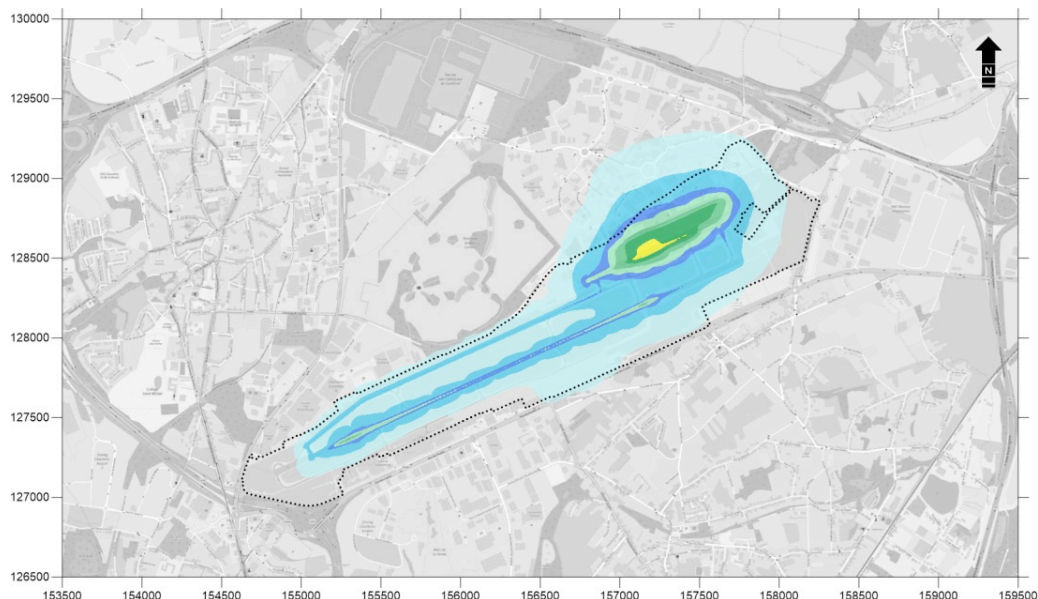
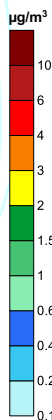
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 90.5 des concentrations journalières en PM₁

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 4 µg/m³



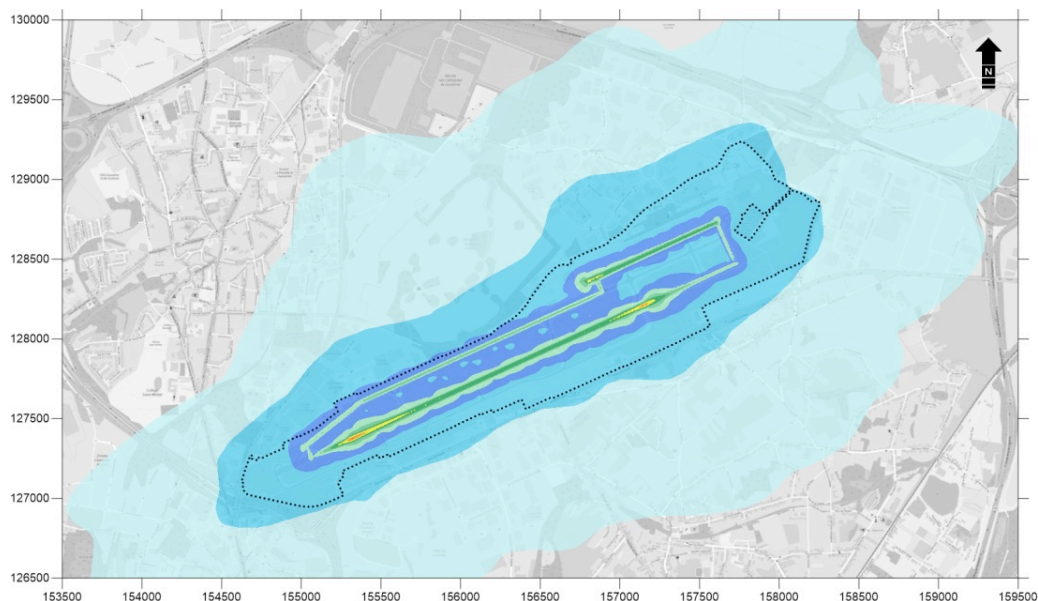
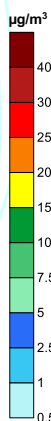
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations journalières en SO₂

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 25 µg/m³



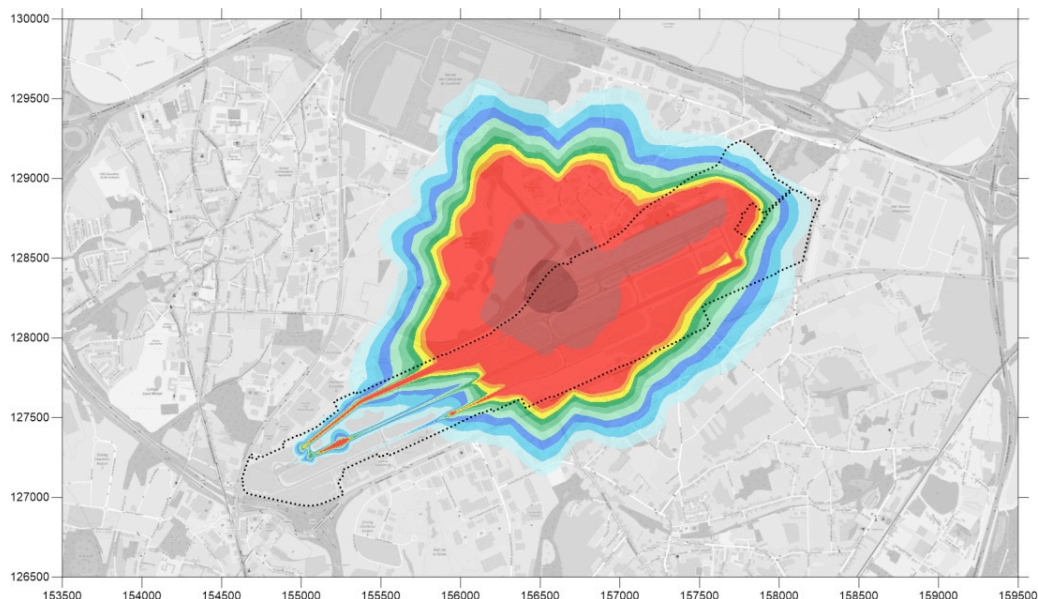
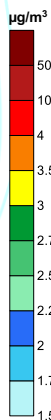
Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

Percentile 100 des concentrations journalières en COVT

Plateforme aéroportuaire Charleroi Bruxelles-sud – Situation projetée en 2045

Calcul à 1,5 m au-dessus du sol
résolution 50 m
Météo : Année 2023
pas horaire

Limites de l'aéroport
Seuil AWAC : 4 µg/m³



Coordonnées en Lambert 72 ; EPSG 31370

13. ANNEXE B : RAPPORT DE CAMPAGNE DE MESURES PM10 ET NO2



PÔLE LABORATOIRE
COMPRENDRE ET
MESURER LES ODEURS



PÔLE IMPACT
ÉVALUER L'IMPACT
DE VOTRE ACTIVITÉ



PÔLE PROCESS
CAPTER ET TRAITER
LES ÉMISSIONS



PÔLE MONITORING
Suivre Et gérer les
ÉMISSIONS dans le
temps

