



Evaluation de la qualité de l'air sur la plateforme aéroportuaire Bâle- Mulhouse et dans les communes voisines

**Rapport sur les mesures réalisées du 15 juin au 13 juillet 2022
(phase estivale) et du 18 janvier au 15 février 2023 (phase hivernale)**

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

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

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *Christelle SCHNEIDER, Ingénieure d'études – Unité Surveillance et études réglementaires*

Relecture : *Morgane KESSLER, Chargée d'études – Unité Surveillance et études réglementaires*

Approbation : *Bérénice JENNESON, Responsable de l'Unité Surveillance et études réglementaires*

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_8

Référence du projet : MSP-00833

Référence du rapport : SURV-EN-948 Indice 3.0 (annule et remplace la version SURV-EN-948 Indice 2.0).

Date de publication : 17/11/2023

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

Définitions

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère directement à partir des pots d'échappement des véhicules et des aéronefs ou des cheminées de sites industriels par exemple (exprimées en unité de masse).

Immissions : concentrations de polluants dans l'atmosphère telles qu'elles sont inhalées. Les immissions résultent de la dilution, de la transformation et du transport des polluants émis (exprimées en unité de masse par volume).

Niveau : concentration d'un polluant dans l'air ambiant.

Polluant : toute substance introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant et susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Pollution de fond : dans sa dimension géographique, la pollution de fond représente l'exposition d'une population, en milieu rural ou urbain, non directement soumise à une pollution industrielle ou trafic de proximité. Cette pollution de fond ne doit pas être confondue avec le fond de pollution qui exprime la dose ambiante sur une longue période.

Pollution de proximité : la pollution de proximité représente l'exposition d'une population directement soumise à une pollution industrielle ou de proximité trafic.

Valeur limite : niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Objectif de qualité de l'air : niveau à atteindre à long terme et à maintenir sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Percentile : pour un percentile X, ne pas dépasser une valeur limite signifie que X% des jours (ou des heures pour un percentile horaire) ayant fait l'objet de mesure doivent présenter des valeurs journalières (ou horaires) inférieures à cette valeur limite.

Profil journalier moyen : moyenne des concentrations horaires sur la période de mesure pour chaque heure de la journée.

Liste des acronymes et sigles utilisés

AASQA :	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AGE :	ATMO Grand Est
ACNUSA :	Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires
BTEX :	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
C₆H₆ :	Benzène
CIRC :	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA :	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
COV :	Composés Organiques Volatils
COVNM :	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
DGAC :	Direction Générale de l'Aviation Civile
DIR Est :	Direction Interdépartementale des Routes de l'Est
EAP :	EuroAirPort Bâle Mulhouse
IGN :	Institut Géographique National
LCSQA :	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
LD :	Limite de détection
UM :	Unité mobile
NO :	Monoxyde d'azote
NO₂ :	Dioxyde d'azote
NO_x :	Oxydes d'azote
OMS :	Organisation Mondiale pour la Santé
OPE :	Observatoire Pérenne de l'Environnement
PM₁₀ :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
PM_{2.5} :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2.5 µm
PRSQA :	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
SIG :	Système d'Information Géographique
SLA :	Saint-Louis Agglomération
SO₂ :	Dioxyde de soufre
STAC :	Service technique de l'aviation civile
TU :	Temps Universel

SOMMAIRE

1. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	5
2. PARAMETRES MESURES	6
3. MOYENS MIS EN OEUVRE.....	9
3.1. METHODOLOGIE DE MESURE EN AIR AMBIANT	9
3.2. LES SYSTEMES PASSIFS	9
3.3. LES SYSTEMES CAPTEURS.....	11
3.4. LES UNITES MOBILES	13
3.5. REFERENCE AUX NORMES DE QUALITE DE L'AIR AMBIANT.....	13
3.6. IMPLANTATION DES SITES DE MESURE	14
3.7. ASSURANCE QUALITE.....	17
3.8. INCERTITUDES DE MESURES ET REPRESENTATIVE ANNUELLE	17
4. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE - PHASE ESTIVALE	18
4.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	18
4.2. PRECIPITATIONS ET TEMPERATURES	19
4.3. VITESSES ET DIRECTION DU VENT.....	20
4.4. MESURES AVEC TUBES PASSIFS.....	24
4.4.1. Dioxyde d'azote (NO ₂)	24
4.4.2. Benzène.....	27
4.4.3. Autres composés organiques volatils (COV).....	30
4.5. LES PARTICULES	32
4.6. RESULTATS ISSUS DES LABORATOIRES MOBILES (NO ₂ -PM-SO ₂) ET SYSTEMES CAPTEURS (PM) 35	
4.6.1. Etude des variations journalières	36
4.6.2. Etude des corrélations avec le trafic routier de l'A35 (uniquement phase estivale) et le trafic aérien de l'aéroport Bâle-Mulhouse (phase estivale et phase hivernale)	42
4.6.3. Résultats issus des laboratoires mobiles en référence aux normes.....	50
4.6.4. Roses de pollution mensuelles sur les données horaires	55
5. EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUTION.....	62
5.1. SUIVI ANNUEL DES NIVEAUX DE POLLUTION DE LA ZONE DEPUIS 2005.....	62
5.2. EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUTION RELEVES SUR LE DISPOSITIF EAP ENTRE 2019-2020 ET 2022-2023.....	62
6. CARTOGRAPHIE A L'AIDE D'UN OUTIL GEOSTATISTIQUE.....	68
7. BILAN DES DEPASSEMENTS DE NORMES.....	70
CONCLUSION	71

1. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Dans le cadre du suivi de la qualité de l'air sur le site aéroportuaire et dans les communes environnantes, l'Aéroport Bâle-Mulhouse a sollicité ATMO Grand Est à plusieurs reprises afin de caractériser la qualité de l'air sur la plateforme aéroportuaire à proximité des principales sources d'émission (aéronefs, installations de combustion, stockages d'hydrocarbures, etc.) et d'évaluer la qualité de l'air des communes environnantes situées sous les vents dominants du trafic aérien afin d'appréhender l'exposition potentielle des populations riveraines. A noter que d'autres sources d'émissions autour de la zone sont existantes (en été : les activités agricoles, en hiver le chauffage résidentiel, tous deux générateurs de PM et globalement le trafic routier pour le NO₂).

A cet effet, plusieurs campagnes de mesure ont été mises en œuvre depuis 2005 :

- Campagne de mesure réalisée du 06 au 26 juillet 2005 - Publication Février 2006 / ASPA-05110301-ID ;
- Campagne de mesure réalisée du 08 au 22 février 2006 - Publication Juin 2006 / ASPA-06060501-ID ;
- Campagne de mesure réalisée du 22 mars au 05 avril 2011 et du 13 au 27 septembre 2011 - Publication Février 2012 / ASPA-12021001-ID ;
- Campagne de mesure réalisée du 28 janvier au 25 février 2016 et du 28 juin au 26 juillet 2016 - Publication Février 2019 / PROJ-EN-032 Indice 3.0.
- Campagne de mesure réalisée du 11 juin au 09 juillet 2019 (phase estivale) et du 23 janvier au 20 février 2020 (phase hivernale) - Publication Juin 2021 - PROJ-EN-464

Des campagnes de mesures ont également été menées pour caractériser plus spécifiquement la qualité de l'air autour de la zone 6Bis ainsi qu'autour de la zone de travail de tri des bagages de l'Aéroport Bâle-Mulhouse :

- Campagne de mesure autour de la zone 6Bis réalisée du 20 avril au 04 mai 2011 et du 26 octobre au 09 novembre 2011 - Publication Février 2012 / ASPA-12021002-ID ;
- Campagne de mesure autour de la zone de travail de tri des bagages réalisée du 28 août au 12 septembre 2013 - Publication Octobre 2013 / ASPA-13101001-ID.

En complément, ATMO Grand Est a réalisé trois inventaires des sources d'émissions sur la plateforme aéroportuaire, ainsi qu'un bilan carbone :

- Inventaire des émissions atmosphériques sur la plate-forme aéroportuaire de l'EuroAirport™ (année de référence 2003) - Publication Novembre 2005 / ASPA-05112801-ID ;
- Inventaire des émissions atmosphériques de la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport™ (année de référence 2009) - Publication Novembre 2011 / ASPA-11112103-ID ;
- Inventaire des émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport® (année de référence 2015) - Publication Janvier 2018 / ACC-EN-170 Indice 2.0 ;
- Inventaire des émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport® (année de référence 2019) - Publication Mars 2022 / EE-EN-015 ;

- Bilan Carbone® de la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport™ – Publication Février 2012 / ASPA-11113001-ID.

A noter que des travaux d'inventaires sont en cours pour l'année 2022-2023.

L'Aéroport de Bâle-Mulhouse et ATMO Grand Est ont souhaité réévaluer l'impact des activités de l'aéroport via la réalisation d'une campagne de mesure de la qualité de l'air avec les objectifs suivants :

- ✓ Une évaluation des niveaux de pollution atmosphérique sur la plateforme aéroportuaire et dans les communes environnantes (réactualisation des données de 2019-2020) ;
- ✓ Une comparaison de ces niveaux avec les valeurs (limites et objectifs) de qualité de l'air françaises et suisses ;
- ✓ Un suivi de l'évolution des niveaux de concentrations par rapport aux campagnes précédentes (en tenant compte si possible des conditions météorologiques pouvant exercer une influence déterminante sur les niveaux de pollution observés).

Cette étude répond aux orientations d'ATMO Grand Est - définies dans le Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA 2017-2023) - qui souhaite maintenir un suivi périodique autour des aéroports par des évaluations de l'impact des plateformes aériennes :

- **Action 2 du PRSQA** : évaluer les inégalités d'exposition en caractérisant l'environnement à proximité des sources d'émissions ;
- **Action 13 du PRSQA** : participer à l'élaboration des plans d'actions des acteurs privés des secteurs émissifs en améliorant les connaissances sur les contributions des différents secteurs émissifs.

2. PARAMETRES MESURES

Les paramètres mesurés correspondent essentiellement aux polluants rejetés par les aéronefs et les activités induites de l'aéroport.

- **NOx (NO et NO₂)** : oxydation de l'azote de l'air à températures et pressions élevées en sortie de chambre de combustion du moteur (aéronef, engins spéciaux de la zone réservée, transport routier, ...) ; irritant pour les bronches, augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, favorise les infections pulmonaires chez l'enfant.
- **Particules PM10 et PM2.5** : libérées par la combustion incomplète du kérosène et du transport routier ; irritant des voies respiratoires et altération de la fonction respiratoire ; certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes
- **SO₂** : oxydation du soufre contenu dans les carburants ; irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures.
- **COV (dont les COVNM et les BTEX)** : les composés organiques volatils sont des polluants très variés présents dans les carburants (routiers et aviation) et libérés lors de la combustion ou par

évaporation ; **Benzène** : effets sur le système nerveux, les globules et plaquettes sanguins, pouvant provoquer une perte de connaissance ; agent mutagène et cancérigène. **Autres COVNM** : effets très variables selon le polluant envisagé. Ils peuvent générer une gêne olfactive, une irritation voire une diminution de la capacité respiratoire.

Ces polluants ont d'autres origines. De façon plus globale la figure ci-dessous présente les secteurs d'émission à l'échelle régionale et nationale.

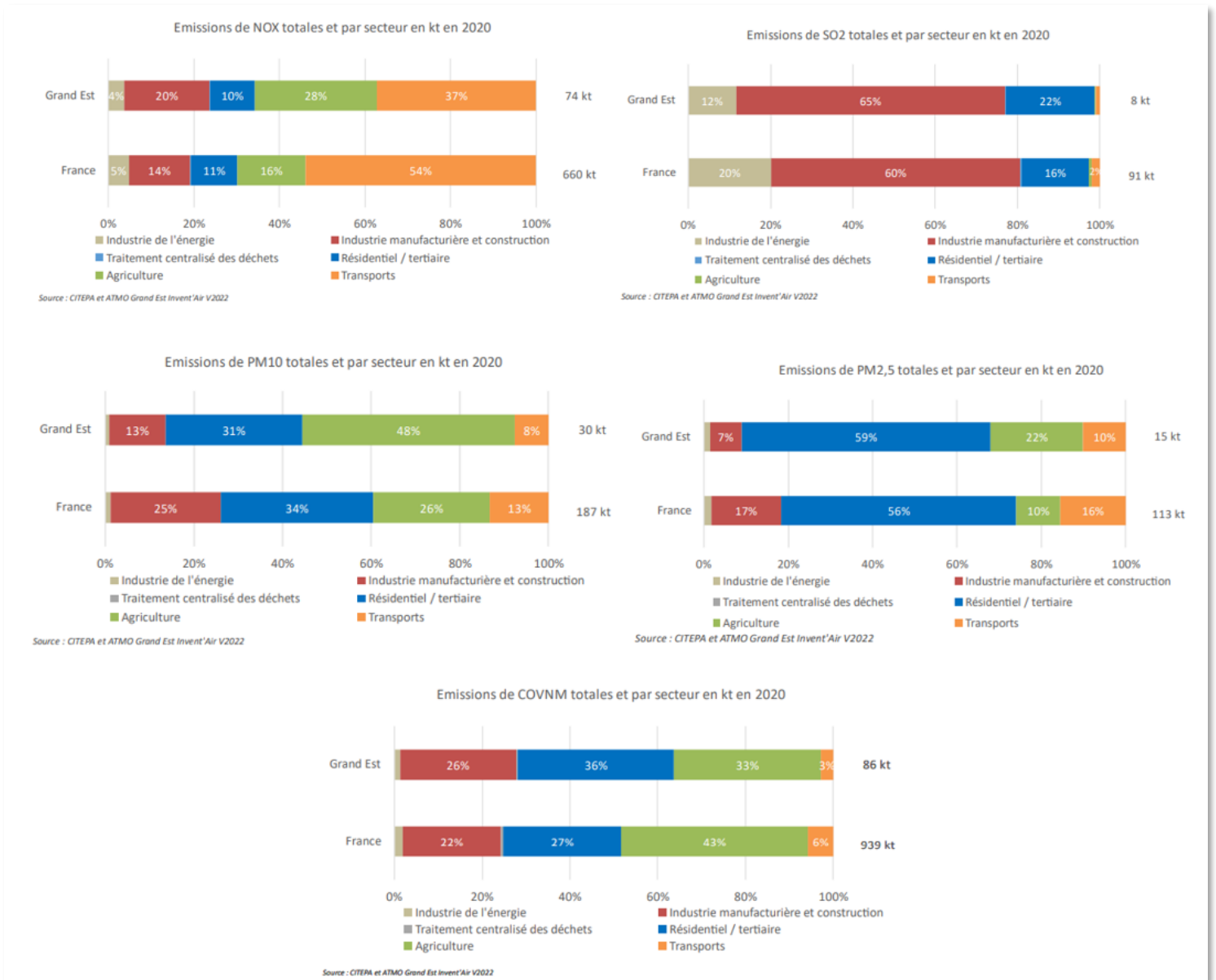


Figure 1 : Secteurs émissifs des polluants à l'étude (source : données régionales : ATMO Grand Est - Invent'Air V2022 Année de référence 2020 et données nationales : CITEPA)

Justification du choix de ces paramètres

ATMO Grand Est a réalisé en 2022 pour le compte de l'Aéroport Bâle-Mulhouse un inventaire des sources d'émissions sur la plateforme aéroportuaire¹. Cet inventaire a permis de déterminer les principales sources des différents polluants ainsi que la part de la plate-forme aéroportuaire dans les rejets de l'ensemble de la zone (y compris les avions) intégrant les communes voisines. A noter qu'un nouvel inventaire est en cours de réalisation par ATMO Grand Est à la demande de l'Aéroport Bâle-Mulhouse.

	Polluant	Emissions totales Zone Environnante (ZE) 2019 t/an	Emissions totales aéroport (sources au sol + aéronefs) 2019(t/an)	% aéroport / Zone Environnante (ZE)	Paramètres mesurés dans la campagne
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	35	23	66 %	<input checked="" type="checkbox"/>
	NOX	682	301	44 %	<input checked="" type="checkbox"/>
	COVNM	573	161	28 %	<input checked="" type="checkbox"/>
	CO	1340	278	21 %	
	NH ₃	75	0,2	0,2 %	
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	CH ₄	218	3,9	1,8 %	
	CO ₂	229 583	87 476	38 %	
	N ₂ O	24	3,0	12 %	
	HFC	12 102	25	0 %	
	PFC	-	-	-	
	SF ₆	135,4	-	-	
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	283	52	19 %	
	PM10	138	26	19 %	<input checked="" type="checkbox"/>
	PM2.5	86	17	20 %	<input checked="" type="checkbox"/>
	PM1	65	9	15 %	

Tableau 1 : Comparaison des émissions totales de la plateforme aéroportuaire de Bâle-Mulhouse (sources au sol + aéronefs) avec les émissions totales des communes de la Zone Environnante (ZE) (Source : ATMO Grand Est - inventaire des émissions atmosphériques de la plateforme aéroportuaire de l'Aéroport de Bâle-Mulhouse / Année de référence 2019 - Publication Mars 2022 / EE-EN-015).

Les composés retenus prennent en compte cet inventaire de polluants ainsi que des guides techniques sur l'évaluation de la qualité de l'air autour d'un aéroport², les demandes des riverains mais aussi les résultats des campagnes précédentes afin de cibler les points et les polluants à suivre.

Concernant le changement du dispositif vis-à-vis des années précédentes :

Au vu des résultats antérieurs, il a été convenu pour cette nouvelle campagne d'optimiser le dispositif de mesures, en diminuant légèrement le nombre de points et de polluants à suivre. Les paramètres ci-dessus (NO₂, PM, SO₂, COV) ont été suivis sur cette campagne 2022-2023. Les mesures de monoxyde de carbone et d'ozone qui étaient réalisées au niveau des unités mobiles ainsi que les mesures d'aldéhydes et de phénols par tubes passifs (1 point de mesure) sont supprimées en raison des niveaux

¹ Inventaire des émissions atmosphériques de la plateforme aéroportuaire de l'Aéroport de Bâle-Mulhouse / Année de référence 2019 - Publication Mars 2022 (EE-EN-015 Indice 2.0).

² Source : DGAC/STAC – guide technique pour l'évaluation de la qualité de l'air autour d'un aéroport – Publication Mars 2015 et ACNUSA : Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale - Rapport de synthèse des travaux du groupe de travail sur les activités aéroportuaires et la gestion de la qualité de l'air – Publication Juillet 2016.

bas mesurés lors des campagnes précédentes et s'agissant de l'ozone peu de différence avec le reste du territoire. De plus, quelques sites de mesures du dioxyde d'azote et du benzène sont retirés par rapport aux précédentes campagnes (cf. figure 4 – sites proches les uns des autres et n'apportant pas d'information complémentaire à l'étude). Enfin les mesures de PM sont réalisées avec des microcapteurs au lieu des microvols (cf. partie 3.3).

Les composés susceptibles d'être émis par les activités spécifiques de la zone 6Bis et sur la nouvelle zone de fret ont également été pris en compte.

3. MOYENS MIS EN OEUVRE

3.1. METHODOLOGIE DE MESURE EN AIR AMBIANT

Le dispositif de mesure déployé pour couvrir la zone d'étude de l'aéroport, élargie aux communes voisines de la plateforme, requiert des données issues de **préleveurs temporaires** (capacité de couverture géographique) et des mesures de niveaux de pollution issues d'**analyseurs automatiques** (capacité de suivi des fluctuations temporelles de la qualité de l'air) :

- **Des tubes passifs** pour évaluer les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) et en composés organiques volatils (en particulier le benzène et le toluène qui sont de bons traceurs du trafic aérien).
- **Des systèmes microcapteurs** pour la détermination des concentrations et le suivi en temps réel (pas de temps quart-horaires et horaires) en particules PM10 et PM2.5*.
- **Deux unités mobiles (UM)** équipées d'analyseurs, similaires à ceux utilisés sur le réseau de mesure fixe, afin d'appréhender l'évolution horaire des niveaux de pollution atmosphérique dans l'air. Les UM sont équipées de capteurs mesurant en continu les concentrations en dioxyde de soufre (SO₂), monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO₂) et en particules (PM10-PM2.5). L'unité mobile située à Blotzheim ne pouvant mesurer les PM2.5 avec un analyseur, elle a été équipée d'un système microcapteur pour les PM2.5*. En plus de ces polluants chimiques, les paramètres météorologiques relatifs à la température, à l'humidité relative ainsi qu'à la vitesse et la direction du vent ont été relevés.

*A noter que lors de la précédente campagne (2019-2020) les UM ne mesuraient pas les PM2.5. Les niveaux avaient été quantifiés via des Microvols (systèmes de pompage de l'air sur filtre et analyses gravimétriques/pesées). Également, les teneurs en PM sur la plateforme aéroportuaire étaient obtenues via des microvols.

3.2. LES SYSTEMES PASSIFS

La mesure d'un polluant par échantillonnage passif est basée sur la diffusion passive de molécules sur un support adsorbant ou un absorbant contenant le réactif chimique.

La quantité de molécules piégées sur l'adsorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'air. Après la période d'exposition, variable en fonction du composé à analyser, les tubes sont analysés en laboratoire pour déterminer la concentration moyenne de la période d'exposition. Cette méthode d'échantillonnage passive présente de nombreux intérêts par rapport aux analyseurs : la possibilité d'être utilisée en grand nombre, le coût modéré, la facilité de mise en œuvre, l'absence de maintenance et de calibrage à opérer, etc. Les tubes sont placés dans des boîtes (cf. figure 2) les protégeant des intempéries, fixés entre

2 et 3 m de hauteur sur des supports existants et facilement accessibles (lampadaires, poteaux ou clôtures grillagées). La période d'exposition des tubes passifs varie en fonction du polluant recherché mais tient également compte des éventuelles préconisations des laboratoires d'analyses.

Moyens de mesure	Polluants	Méthode analytique	Norme suivie
Tubes passifs NO₂	Dioxyde d'azote (NO ₂)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann	NF EN 16339 ³
Tubes passifs COVs Carbograph 4™ RAD145	Composés organiques volatils (+ de 30 composés détectables)	Désorption thermique suivie d'une CPG-FID ou SM (chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme ou à une spectrométrie de masse)	NF EN 14662-4 ⁴
Tubes passifs BTEX Carbograph 4™ RAD145	Benzène Toluène Ethylbenzène m-p xylènes o-xylène	Désorption thermique suivie d'une CPG-FID (chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme)	NF EN 14662-4 ⁵

Tableau 2 : Méthodes de prélèvement et d'analyse.

Trois laboratoires d'analyses ont été sollicités pour l'analyse des échantillons (tableau 3) :

- Le LASAIR situé dans les locaux de l'AASQA AirParif pour l'analyse du NO₂ ;
- ICSM (Istituti Clinici Scientifici Maugeri, anciennement FSM - Fondazione Salvatore Maugeri) pour l'analyse des COVs ;
- SynAIRGIE (Laboratoire Interrégional de Chimie, basé à Schiltigheim dans les locaux de ATMO Grand Est) pour l'analyse des BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes).

	Laboratoire d'analyse	Référence matériel	Durée d'exposition
NO₂	LASAIR	Tubes Passam	14 jours
COV	ICSM	Cartouche radiello© code 145	14 jours
BTEX	SynAIRGIE	Cartouche radiello© code 145	14 jours

Tableau 3 : Caractéristiques des prélèvements par tubes passifs.

³ NF EN 16339 Septembre 2013 : Air ambiant - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion.

⁴ NF EN 14662-4 Novembre 2005 : Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage des concentrations en benzène - Partie 4 : échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption thermique et d'une chromatographie en phase gazeuse.



Figure 2 : Système de tubes passifs (support, boîtes et tubes)

3.3. LES SYSTEMES CAPTEURS

La mesure des particules (PM10, PM2.5) a été réalisée à l'aide de **systèmes capteurs de type CAIRNET** développés par la société **ENVEA**.

Le principe de fonctionnement est basé sur la détection optique de la lumière diffusée par les particules (compteurs optiques).

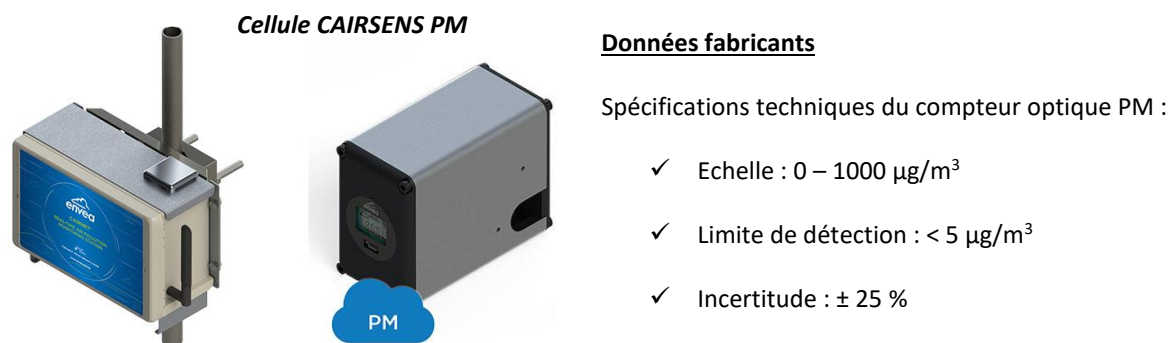


Figure 3 : Systèmes capteurs CAIRNET V3 de la société **ENVEA**

Pour cette campagne, les systèmes capteurs CAIRNET vont permettre la mesure en temps réel et en continu, 24h/24 et 7j/7 durant 1 mois en été et 1 mois en hiver, de l'évolution des niveaux de concentration en composés particulaires dans l'air.

Les performances métrologiques des systèmes capteurs CAIRNET ont été évaluées par ATMO Grand Est dans le cadre du projet INTERREG Rhin Supérieur Atmo-VISION (2018-2020) ainsi que dans le cadre du challenge AIRLAB 2021. C'est aujourd'hui un système capteur privilégié par ATMO Grand Est dans le cadre de projets de monitoring.



Brochure Atmo-VISION : comparaison de différents microcapteurs (pages 24-25)
<https://atmo-vision.eu/wp-content/uploads/2020/07/Atmo-VISION-Brochure-Comparaison-Microcapteurs.pdf>



Résultats du Challenge AIRLAB – édition 2021
<https://airparif.shinyapps.io/ChallengeResultsFR/>

Score : ★★★★★

A noter qu'au cours des séries de mesures, des contrôles métrologiques ont été réalisés en amont et en aval de l'opération afin d'évaluer la justesse de chaque système capteur CAIRNET (comparaison des mesures CAIRNET avec une mesure de référence telle qu'une unité mobile ou une station de mesure fixe du réseau ATMO GE) ainsi que leur répétabilité (comparaison des mesures CAIRNET entre elles).

L'intérêt de ces dispositifs par rapport aux microvols utilisés précédemment est leur moindre encombrement (dimensions/poids) et leur facilité d'installation. De plus, les données sont obtenues pour un pas de temps allant jusqu'au quart horaire ce qui permet de suivre la dynamique des PM sur les sites.

A noter toutefois que ces systèmes de mesures sont récents et ne correspondent pas à la technique de mesure imposée par les normes, contraignante et onéreuse. Les microvols, systèmes intermédiaires utilisés précédemment y répondaient partiellement. Cependant, des problèmes techniques récurrents ont été rencontrés lors des campagnes et entraînaient des pertes de données (invalidation des prélèvements car renversement de l'instrument, volume pompé insuffisant, etc.).

Les précautions d'utilisation des microcapteurs et les comparaisons prévues permettront de présenter dans le rapport final des données journalières fiables (les données plus fines étant fournies pour information).

3.4. LES UNITES MOBILES

L'utilisation des unités mobiles à St-Louis et à Blotzheim permet la compilation de données concernant l'évolution horaire des niveaux de pollution atmosphérique et fournit des informations relatives aux dépassements des normes pour les polluants suivants : SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}. D'autre part, elles sont équipées de capteurs météorologiques permettant de recueillir des informations relatives aux vitesses et directions du vent ainsi qu'aux mesures de températures relevées durant les périodes d'expositions (tableau 6).

Moyens de mesure	Polluants	Méthode analytique	Norme suivie
Unité mobile	NO ₂ NO	Chimiluminescence	NF EN 14211 ⁵
Unité mobile	SO ₂	Fluorescence UV	NF EN 14212 ⁶
Unité mobile	PM ₁₀ -PM _{2.5} sur une UM PM ₁₀ sur l'autre UM (complément PM _{2.5} avec un microcapteur Cairnet)*	- Microbalance oscillante avec module FDMS - Atténuation du rayonnement bêta - Diffusion de lumière	NF EN 16450 ⁷

Tableau 4 : Caractéristiques des unités mobiles.

3.5. REFERENCE AUX NORMES DE QUALITE DE L'AIR AMBIANT

L'étude des concentrations de polluants permet de comparer les niveaux estimés de concentrations de polluants dans l'air aux valeurs limites, objectifs de qualité de l'air, niveaux de recommandation et d'alerte définis par les directives européennes et dans la réglementation nationale (France : code de l'environnement article R221-1 – Suisse : Ordonnance sur la Protection de l'air / OPair du 16/12/1985). Néanmoins, l'ensemble des paramètres mesurés dans le cadre de cette campagne n'est pas soumis à réglementation (les valeurs seuils des normes de qualité de l'air françaises et suisses sont disponibles sur le site d'ATMO Grand Est (<https://www.atmo-grandest.eu/>) et sur le site du Conseil fédéral suisse sous <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19850321/index.html>).

L'annexe 1 de la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, exige une couverture temporelle à minima de 14 % de l'année pour permettre la reconstitution d'une moyenne annuelle pour une mesure indicative. Conformément à ce critère, la stratégie d'échantillonnage mise en place (réalisation de deux phases de mesure : 2 x 28 jours soit 15 % de l'année) permettra de confronter les résultats de la campagne de mesure aux normes annuelles de qualité de l'air (tableau 5).

⁵ NF EN 14211 Octobre 2012 : Air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et monoxyde d'azote par chimiluminescence

⁶ NF EN 14212 Janvier 2013 : Air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre par fluorescence U.V.

⁷ NF EN 16450 Avril 2017 : Air ambiant – Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM₁₀ ; PM_{2.5})

	Système de prélèvement	Durée d'exposition (jour) et fréquence		Couverture annuelle
		Phase estivale	Phase hivernale	
NO ₂	Tubes passifs	2 x 14 jours	2 x 14 jours	15 %
BTEX	Tubes passifs	2 x 14 jours	2 x 14 jours	15 %
COV	Tubes passifs	2 x 14 jours	2 x 14 jours	15 %
PM10	UM + Systèmes capteurs	2 x 14 jours	2 x 14 jours	15 %
PM2.5	UM + Systèmes capteurs	2 x 14 jours	2 x 14 jours	15 %

Tableau 5 : Système de prélèvements par polluants et durée d'exposition.

3.6. IMPLANTATION DES SITES DE MESURE

Les emplacements des sites de mesure, déterminés pour répondre aux objectifs de la campagne de mesure, sont les suivants (figures 3, 4 et annexe 1) :

Concernant l'implantation des tubes passifs :

- Dans les communes environnantes de l'aéroport (Bartenheim, Rosenau, Blotzheim, Saint-Louis la Chaussée, Héringue, Michelbach-le-Bas, Hégenheim, Saint-Louis et Allschwil en Suisse) ;
- En zone rurale pour la cartographie des niveaux de pollution ;
- Sur la plate-forme aéroportuaire, sur les lieux de travail (exposition potentielle des employés), en bout de piste ;
- Sur deux stations fixes du réseau de mesure ATMO Grand Est (Village Neuf 79 rue de Michelfelden - piscine SIPES et Mulhouse Nord 30 Rue Lefèbvre) à des fins de validation technique des mesures réalisées et de fourniture d'éléments complémentaires pour définir la typologie des sites de mesure instrumentés.

Concernant l'implantation des dispositifs de mesures des particules :

- Un système capteur (PM10 et PM2.5) en zone de fret, du côté du déchargement des camions ;
- Un système capteur (PM10 et PM2.5) sur le tarmac ;
- Un système capteur (PM10 et PM2.5) entre l'aérogare et les parkings visiteurs (zone publique) ;
- Trois systèmes capteurs (PM10 et PM2.5) sur les UM et un sur les stations de mesure fixe ATMO Grand Est (Mulhouse Nord et Mulhouse Sud) à des fins de validation des mesures.

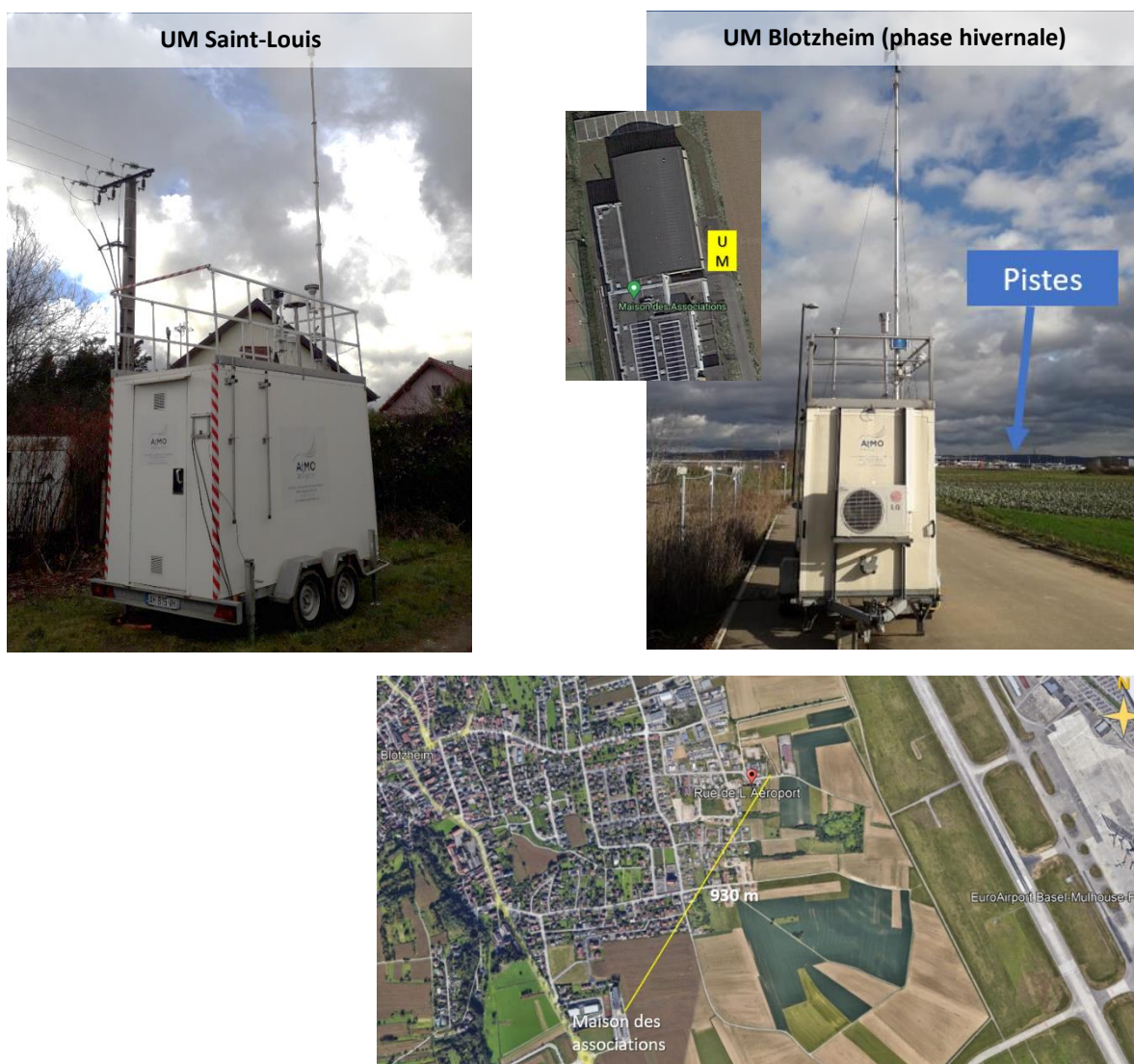
Concernant l'implantation des moyens mobiles :

Le choix des polluants et l'emplacement des sites de mesure sur la zone d'étude avait fait l'objet d'une concertation lors des campagnes précédentes avec le service environnement de l'EAP et les riverains :

- Une unité mobile à Blotzheim dans la rue de l'aéroport : PM10 + (microcapteur PM2.5) + SO₂, NO₂, NO pour la phase estivale et près de la maison des Associations pour la phase hivernale.
- Une unité mobile à Saint-Louis la Chaussée 41, rue de la Prairies : PM10-PM2.5 + SO₂, NO₂, NO

L'unité mobile située à St-Louis n'a pas pu être replacée sur le lieu d'origine des premiers suivis en raison de travaux toujours en cours à cet emplacement. Aussi, l'unité mobile a été placée à proximité de l'emplacement de remplacement de la campagne 2019-2020 dans la rue de la prairie.

L'UM de Blotzheim, à l'Ouest de la plate-forme aéroportuaire, a pu être installée dans la rue de l'aéroport pour la phase estivale de 2022, à proximité de l'implantation de 2005-2006, 2011, 2016 à la demande des riverains⁸. Cet emplacement était prévu également pour la phase hivernale de 2023. Cependant, en janvier 2023, suite à l'occupation du site par des gens du voyage, pouvant impacter les mesures de l'UM et engendrer des perturbations électriques, un autre site a été trouvé en urgence avec la collaboration des autorités municipale au niveau de la maison des associations. Il est situé à 930 mètres à vol d'oiseau au Sud de la rue de l'aéroport. Les tubes passifs ont également migré vers ce nouveau site.



⁸ En 2019-2020, l'UM avait dû être déplacée en raison de travaux dans cette zone (construction de lotissement). Après discussions avec la mairie de Blotzheim, ces travaux sont achevés dans la rue de l'aéroport (ils se déroulent à environ 300 mètres plus vers le bas).

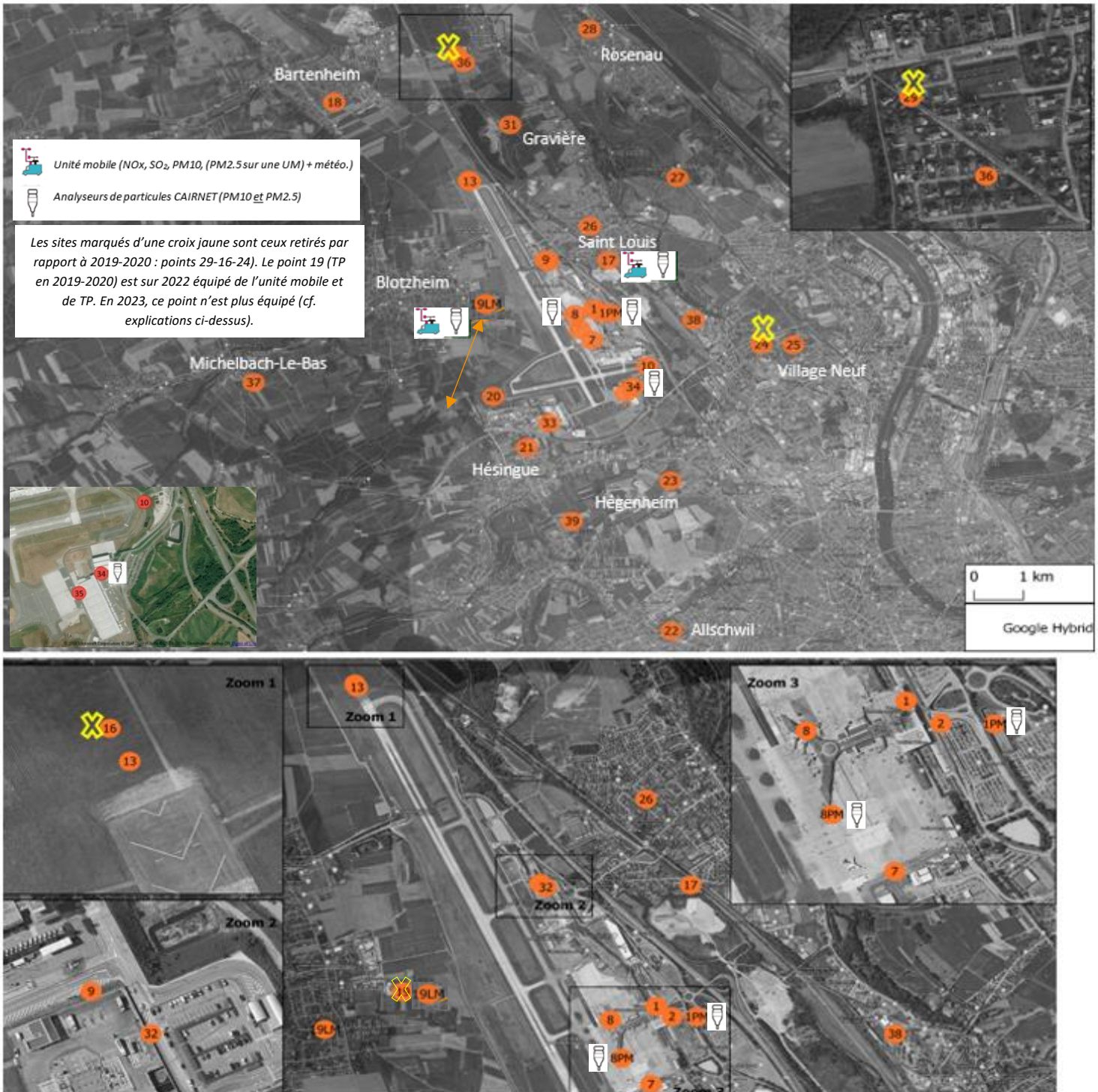


Figure 4 : Localisation des sites de mesure - campagne de mesure 2022-2023

3.7. ASSURANCE QUALITE

Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures et à des fins de comparaison des techniques de mesure entre analyseurs automatiques et tubes passifs pour le dioxyde d'azote, des triplets (NO₂, BTEX) ont été installés sur la station de référence SLA à Village-Neuf (site 25) et sur l'unité mobile stationnée à Saint-Louis (site 17LM).

Des blancs (de terrain et/ou de lot) ont également été réalisés à ces endroits. Non exposés (ils restent dans leur tube en verre à côté des échantillons exposés), ils permettent de vérifier l'absence de contamination initiale ainsi que celles potentiellement liées au transport et à la mise en œuvre sur site.

Les Cairnets ont fait l'objet de validations internes avec une correction des données issues d'une étude entre ces mêmes Cairnets et une station de référence du réseau d'ATMO Grand Est. Les documents intitulés « Note technique Validation technique des données Cairnet pour campagne Aéroport Bale Mulhouse 2022 » et « Note technique Validation technique des données Cairnet pour campagne Aéroport Bale Mulhouse 2023 » sont fournis en complément de ce rapport. Les Cairnets positionnés en parallèle des UM et des stations du réseau de ATMO GE durant les campagnes permettent de vérifier les dynamiques. **Les données des analyseurs de référence (UM et stations) sont privilégiées dans la présentation des résultats ci-après.**

3.8. INCERTITUDES DE MESURES ET REPRESENTATIVE ANNUELLE

Les tubes passifs ont une incertitude relative de +/- 30%.

Représentativité temporelle : évaluation du biais induit par l'échantillonnage 4x14 jours tubes passifs et 2x28 jours des analyseurs de particules par rapport à la moyenne annuelle réelle.

Les prélèvements se sont déroulés pendant les mois de juin-juillet 2022 pour la phase estivale et des mois de janvier-février 2023 pour la phase hivernale. Les 8 semaines de prélèvement couvertes au cours de cette étude (4x14 jours pour les tubes passifs et 2x28 jours pour les analyseurs de particules) répondent aux exigences des directives européennes relatives à l'échantillonnage temporel, permettant ainsi une reconstitution des moyennes annuelles (cf. §3.5.)

Cependant, selon les 8 semaines de mesure considérées, des écarts plus ou moins importants peuvent apparaître avec la moyenne annuelle réelle.

Une analyse des résultats obtenus sur une année et sur les périodes couvertes par l'étude à la station Village Neuf dans le secteur pour le NO₂ et des stations mulhousiennes pour les particules peut permettre d'évaluer ces écarts en étudiant la représentativité annuelle des moyennes 8 semaines (moyennes annuelles reconstituées) par rapport à la moyenne annuelle réelle.

➔ S'agissant du NO₂, les données obtenues sur les deux mois à la station Village Neuf (17,8 µg/m³) sont représentatives d'une année pleine glissante au regard des incertitudes de mesures (16,7 µg/m³ du 15/06/2022 au 15/06/2023).

Pour les PM₁₀, les stations mulhousiennes urbaines de fond hors secteur mais proches (moyennes de Coteaux et Vauban), sont en moyennes des deux périodes (été 2022 et hiver 2023) à 16,6 µg/m³ et à 13,3 µg/m³ sur l'année glissante (15/06/2022 au 15/06/2023). Pour les PM_{2.5} la station Mulhouse Coteaux est à 13,1 µg/m³ en moyenne été/hiver et 9,8 µg/m³ en moyenne annuelle glissante. Aussi les résultats en particules obtenus au cours de l'étude peuvent être surestimés si l'on considère une année.

Cette analyse n'a pu être réalisée pour les BTEX (et plus généralement pour les COV) en lien avec le manque de mesure de référence disponible.

4. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

4.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Certaines données météorologiques ont été relevées sur les deux unités mobiles et sur une station Météo France (MF) implantée sur le tarmac (données de la station MF fournies par l'EAP) ainsi que sur la station fixe du réseau de ATMO Grand Est (AGE) située à Village-Neuf :

- Stations MF (données fournies par l'EAP) : vitesse et direction du vent, température, humidité relative et pluviométrie.
- Unités mobiles : à Saint-Louis (site 17LM) et à Blotzheim (site 19LM) : vitesse et direction du vent, température et humidité relative (uniquement à Saint-Louis).
- Station fixe AGE Village Neuf : vitesse et direction du vent, température pour la saison estivale et uniquement température sur la saison hivernale. Les données de vents (vitesses et directions) ne sont pas disponibles pour la campagne hivernale de 2023.

Préambule concernant le rôle des conditions météorologiques dans la formation et la dispersion des polluants dans l'air :



Lors de **précipitations**, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant le lessivage des masses d'air ;



Le vent est un facteur essentiel expliquant la dispersion des émissions polluantes. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de pollution que par sa vitesse pour diluer et entraîner les émissions de polluants. Une absence de vent contribue à l'accumulation de polluants près des sources et inversement ;



La température agit sur la chimie et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz et augmente les rejets automobiles et des installations de chauffage, tandis que la chaleur entraîne l'évaporation des composés organiques volatils ;

La qualité de l'air est donc fortement tributaire des conditions météorologiques (température, vent, précipitations, ensoleillement, ...) qui peuvent favoriser la dispersion des polluants ou au contraire concentrer les polluants à différentes échelles du territoire. Le vent peut par exemple transporter sur de longues distances des masses d'air chargées en polluants dont les sources d'émissions sont très éloignées du point de mesure.

4.2. PRECIPITATIONS ET TEMPERATURES

Campagne estivale

Le cumul des précipitations relevé sur la période du 15 juin après-midi au 13 juillet après-midi 2022 a atteint 62,2 mm avec un maximum de 18,1 mm le 30/06/2022. 20 jours sur 29 (soit 69 % de la période) ont enregistré moins de 1 mm de précipitations.

Les températures moyennes journalières ont oscillé entre 17,3 °C (le 01/07/2022) et 28,3 °C (le 19/06/2022) avec une moyenne de 21,4 °C sur la période.

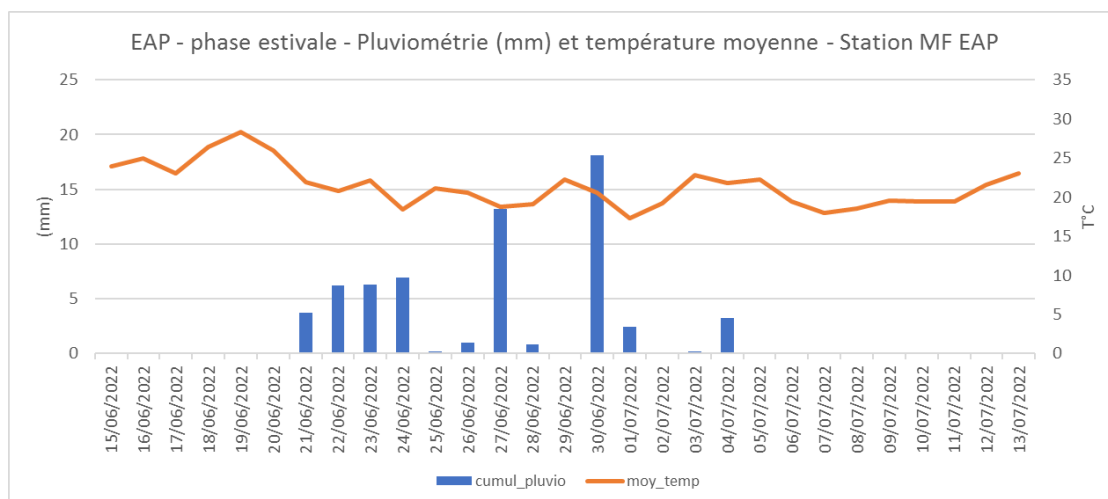


Figure 5 : Diagramme ombrothermique sur le mois de mesures estivales à la station MF sur le tarmac de l'EAP (données fournies par l'AEP)

Campagne hivernale

Le cumul des précipitations relevé sur la période du 18 janvier au 15 février 2023 a atteint seulement 3,2 mm avec un maximum de 1,2 mm le 18/01/2023. 27 jours sur 29 (soit 93 % de la période) ont enregistré moins de 1 mm de précipitations.

Les températures moyennes journalières ont oscillé entre -2,1 °C (le 21/01/2023) et 6,5 °C (le 03/02/2023) avec une moyenne de 1,5 °C sur la période.

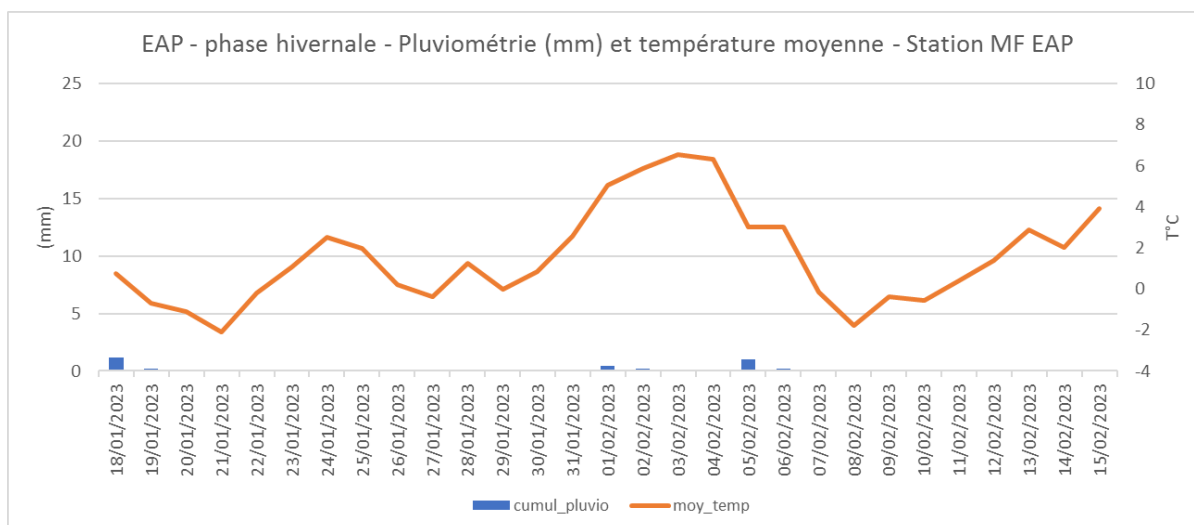


Figure 6 : Diagramme ombrothermique sur le mois de mesures hivernales à la station MF sur le tarmac de l'EAP (données fournies par l'AEP)

4.3. VITESSES ET DIRECTION DU VENT

Par rapport aux positions des UM au regard de l'aéroport et de l'A35 : l'UM de Saint-Louis et les villages aux alentours peuvent être impactés par vents de Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest voire Sud. L'UM de Blotzheim et les villages de cette zone peuvent être impactés par l'aéroport et l'A35 par vents d'Est, Nord-Est et Sud-Est.

Phase estivale :

Les vitesses du vent sur le mois de mesures estivale à la **station MF de l'EAP** (à proximité de la piste) ont été modérées avec 68 % des vents présentant des vitesses comprises dans l'intervalle]1-3] m/s et 26 % dans l'intervalle]3-5] m/s. 5 % se situent dans l'intervalle]5-7] m/s et moins de 1 % ont des vitesses supérieures à 7 m/s. Les vents ont été multidirectionnels sur cette période avec 23 % des vents situés entre le Nord et l'Est, 24 % entre l'Est et le Sud, 21 % entre le Sud et l'Ouest et 32 % entre l'Ouest et le Nord.

Les vents ont été moins forts à la **station de mesure** du réseau de AGE de **Village-Neuf** : 99 % ont eu des vitesses entre]1-3] m/s avec une prédominance d'occurrence sur le secteur allant de l'Est vers le Sud (50 %) et dans une moindre mesure de l'Ouest-Sud/Ouest (OSO) vers l'Ouest (17 %), et de secteur ONO-NNO (22 %).

Sur l'UM à Saint-Louis : 19,2 % des vents étaient entre le Nord et l'Est, 13,1 % entre l'Est et le Sud, 12 % entre le Sud et l'Ouest, 56,2 % entre l'Ouest et le Nord avec des vents de vitesses majoritairement comprises entre 1 et 4 m/s (4 % de vents avec des vitesses comprises entre 4 et 6 m/s).

Sur l'UM à Blotzheim : 14,6 % des vents étaient entre le Nord et l'Est, 21 % entre l'Est et le Sud, 22 % entre le Sud et l'Ouest, 42,4 % entre l'Ouest et le Nord avec des vents de vitesses majoritairement comprises entre 1 et 4 m/s.

Les roses de vents relevées sur la zone d'étude durant la campagne de mesure sont marquées par une prédominance de vents issus des secteurs Nord, Nord/Nord-Ouest, Ouest/Nord-Ouest voire Ouest. Les vents de secteurs Sud et Sud/Sud-Est sont présents mais un peu plus rares.

Sur la phase estivale, l'UM de Blotzheim est peu sous les vents dominants pouvant l'impacter par rapport aux activités de l'aéroport et du trafic routier (autoroute notamment). L'UM de Saint-Louis l'est plus souvent.

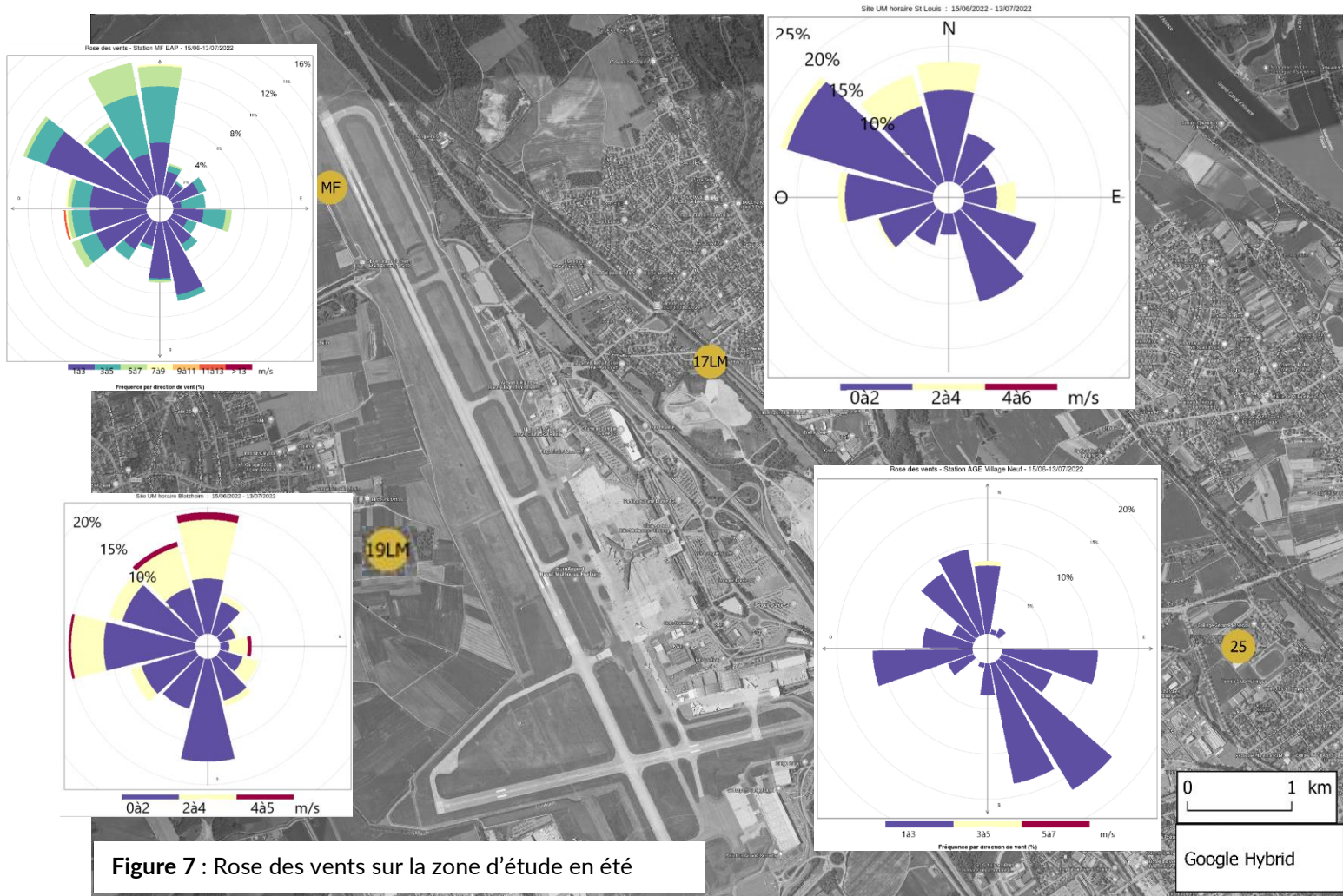


Figure 7 : Rose des vents sur la zone d'étude en été

Phase hivernale :

Les vitesses du vent sur le mois de mesures hivernales à la station MF de l'EAP (à proximité de la piste) ont été modérées avec 54 % des vents présentant des vitesses comprises dans l'intervalle [1-3] m/s et 32 % dans l'intervalle [3-5] m/s. 13 % se situent dans l'intervalle [5-7] m/s et 1 % ont des vitesses supérieures à 7m/s. Les vents ont été multidirectionnels sur cette période avec 38 % des vents situés entre le Nord et l'Est, 14,5 % entre l'Est et le Sud, 29 % entre le Sud et l'Ouest et 19 % entre l'Ouest et le Nord.

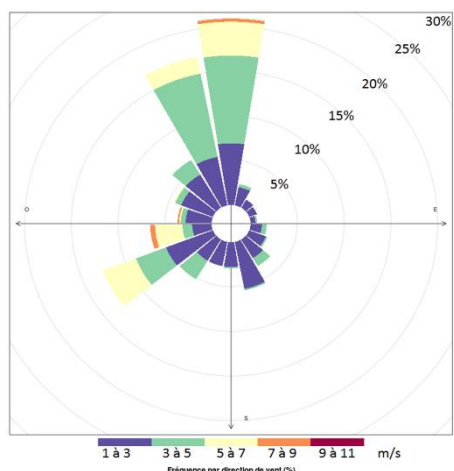
Sur l'UM à Saint-Louis : 23 % des vents étaient entre le Nord et l'Est, 16 % entre l'Est et le Sud, 32,8 % entre le Sud et l'Ouest, 27,6 % entre l'Ouest et le Nord avec des vents de vitesses majoritairement comprises entre 1 et 4 m/s.

Sur l'UM à Blotzheim : 16 % des vents étaient entre le Nord et l'Est, 18,9 % entre l'Est et le Sud, 21,7 % entre le Sud et l'Ouest, 43,7 % entre l'Ouest et le Nord avec des vents de vitesses majoritairement comprises entre 1 et 4 m/s.

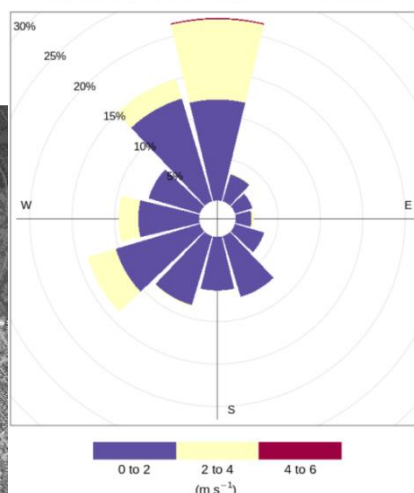
Les roses de vents relevées sur la zone d'étude durant la campagne de mesure sont marquées par une prédominance de vents issus des secteurs Nord, Nord/Nord-Ouest, Ouest/Sud-Ouest.

Sur la phase hivernale, l'UM de Blotzheim est peu sous les vents dominants pouvant l'impacter par rapport aux activités de l'aéroport et de l'autoroute. L'UM de Saint-Louis l'est plus souvent.

Site EAP : 18/01/2023 – 15/02/2023



Site St-Louis : 18/01/2023 - 15 /02/2023



Site Blotzheim : 18/01/2023 - 15/02/2023

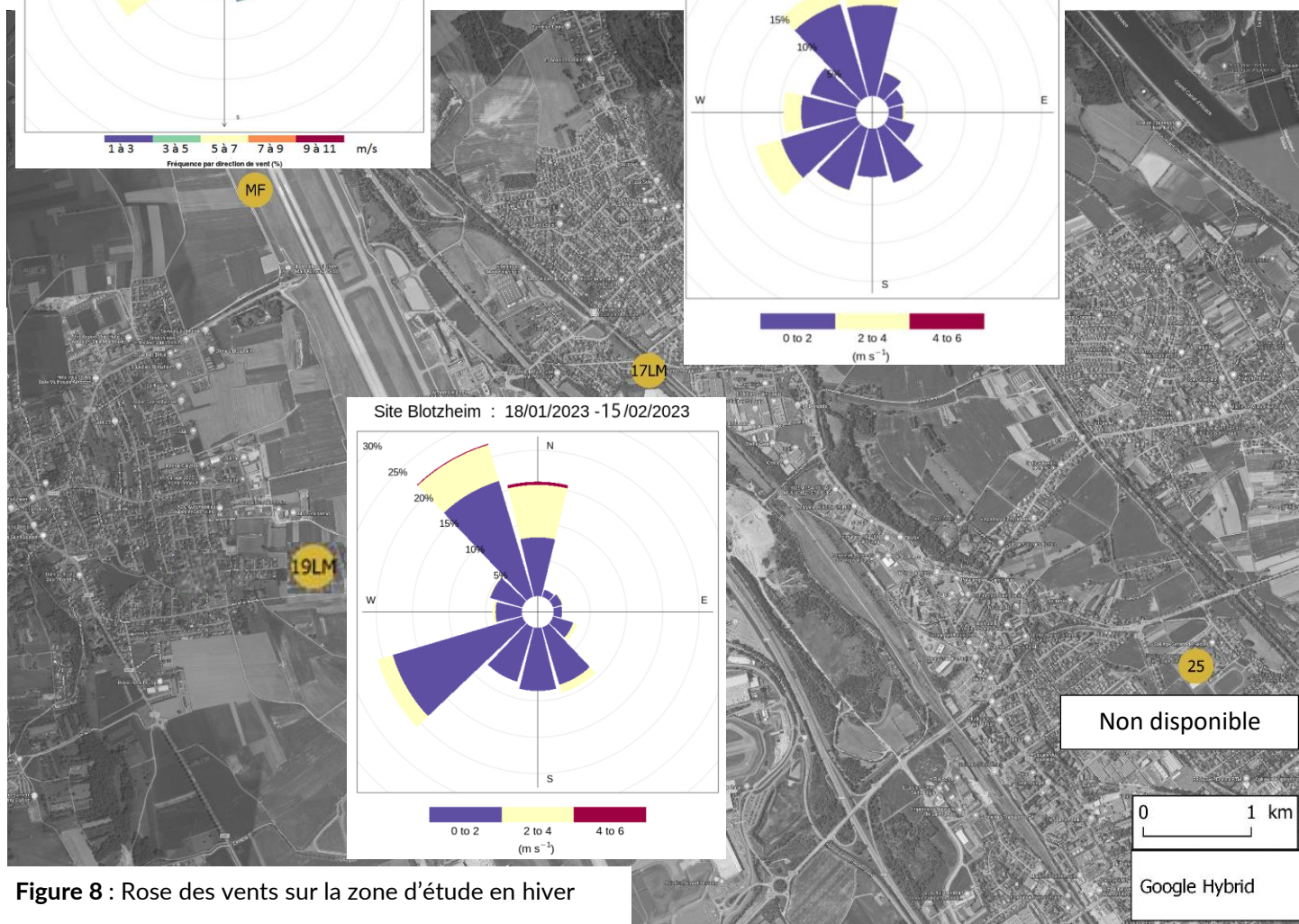
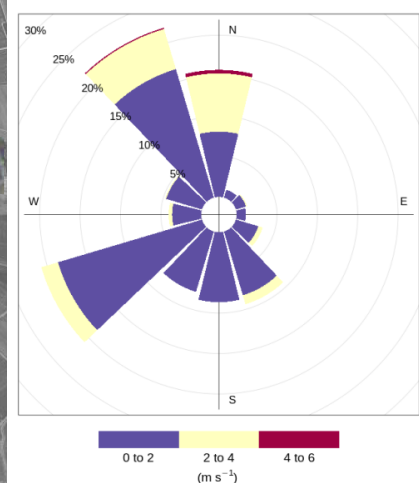


Figure 8 : Rose des vents sur la zone d'étude en hiver

Bilan des conditions atmosphériques :

Les précipitations relevées au cours de la phase hivernale ont été peu fréquentes (7 % de la période) et peu intenses (faible cumul de pluie sur la période). En phase estivale, les précipitations ont été plus fréquentes ($\approx 31\%$ de la période) avec une quantité d'eau bien plus importante qu'en hiver. Le lessivage de l'atmosphère a été bien plus important en été ce qui est davantage favorable à la qualité de l'air. Les conditions hivernales ont été peu favorables.

Les températures mesurées en phase estivale ont été douces (21,4 °C moyenne sur la période). A l'inverse, les températures relevées en période hivernale ont été basses (1,5 °C en moyenne sur la période), négatives ou proches de zéro degré ponctuellement.

L'orientation des vents sur la zone d'étude est caractérisée par 3 secteurs de vents principaux, plus ou moins représentés selon la phase de mesure : Nord, Nord/Nord-Ouest, Ouest/Sud-Ouest à Ouest/Nord-Ouest.

Les vents dominants de secteurs Ouest/Nord-Ouest à Nord communs aux deux périodes sont favorables au transport des émissions de l'aéroport au Sud et Est/Sud-Est de la plateforme. Ces vents sont susceptibles d'impacter l'UM de Saint-Louis (et non celle de Blotzheim).

Les vitesses de vents sont assez similaires d'une phase à l'autre. Des vitesses de vent élevées ont été enregistrées au niveau de la station MF (en bout de piste côté Nord-Nord/Ouest), favorables à la dispersion des polluants dans l'air, mais aussi au transport des polluants. Dans les villages de Saint Louis et Blotzheim, les vents de vitesses peu élevées, ont peu dispersé la pollution locale.

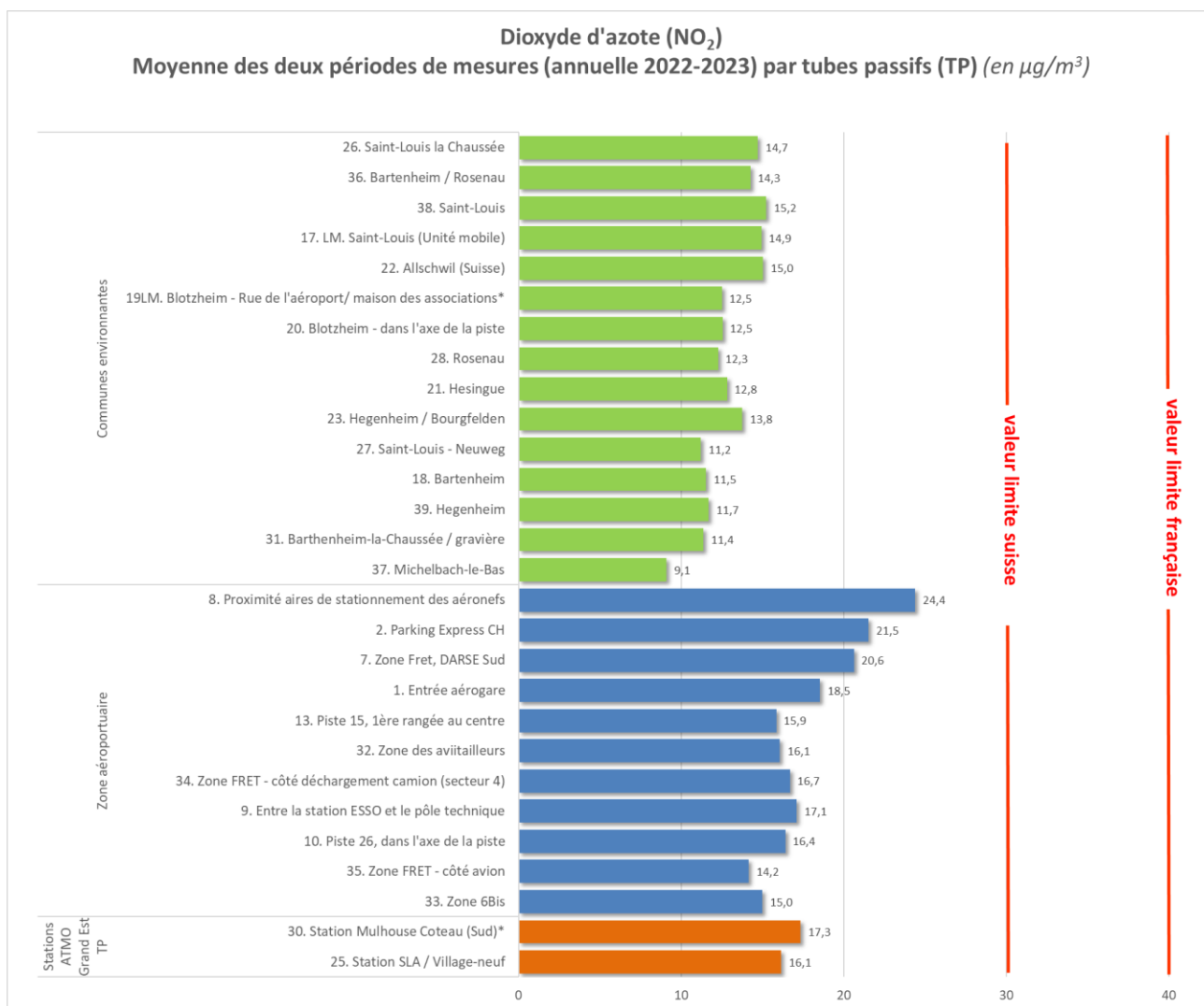


Mat météo sur l'UM de Saint-Louis

4.4. MESURES AVEC TUBES PASSIFS

4.4.1. Dioxyde d'azote (NO₂)

Afin de caractériser les niveaux moyens de dioxyde d'azote sur la zone d'étude, 11 sites ont été instrumentés en tubes passifs NO₂ sur la plateforme aéroportuaire : 15 dans les communes environnantes et 2 au niveau des stations du réseau de mesure fixe d'ATMO Grand Est.



* Point 19LM : en raison du déplacement de l'UM, les tubes n'ont pas été exposés au même emplacement sur les deux phases : phase estivale : rue de l'aéroport et phase hivernale : maison des associations.

* Point 30 voir ci-après

Figure 9 : Distribution des concentrations annuelles en NO₂ sur la zone d'étude (moyenne des phases estivale et hivernale)

Distribution des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote ont varié entre 9 et 24 µg/m³ sur la zone d'étude (figure 7). Les concentrations relevées sur la plateforme aéroportuaire sont globalement plus élevées que dans les villages environnants : la teneur moyenne relevée sur l'ensemble des sites de la plateforme est de 18 µg/m³ contre 14 µg/m³ en moyenne dans les communes environnantes.



Sur la zone aéroportuaire ...

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote relevées au cours de cette campagne de mesure estivale ont varié entre 14 et 24 µg/m³ sur la plateforme aéroportuaire.

Les concentrations les plus élevées ont été observées au niveau des aires de stationnement des aéronefs (site 8 en zone réservée aux personnels autorisés) avec 24 µg/m³ ainsi qu'en zone de Fret DARSE Sud (site 7) avec 21 µg/m³, au parking express CH (site 2 en zone publique) avec 21,5 µg/m³ et à l'entrée de l'aérogare (18,5 µg/m³). Ces niveaux de concentrations sont supérieurs à ceux relevés sur l'agglomération mulhousienne en fond urbain, avec une concentration moyenne de 17,3 µg/m³ (tubes passifs)*. La proximité de ces deux sites avec des aires de stationnement, pour véhicules automobiles (site 2) et pour aéronefs (site 8), est probablement un facteur explicatif des teneurs enregistrées.

** Lors de la phase estivale, le tube passif NO₂ du site 30 a été placé durant 14 jours sur la station Mulhouse Vauban (Nord) et ensuite sur Mulhouse Coteau (Sud) les 14 derniers jours. Lors de la phase hivernale, les tubes ont été placés sur Mulhouse Coteau (Sud) durant les 28 jours.*

Les autres sites présentent quant à eux des niveaux de concentrations en NO₂ plus faibles, inférieurs à ceux relevés sur Mulhouse et pour certains (sites 33 en zone 6Bis et 35 en zone Fret côté avion, zones réservées) également inférieurs au fond urbain de l'agglomération de Saint-Louis représenté par la station SLA.



Dans les communes voisines ...

Les concentrations relevées dans les communes situées autour de l'aéroport sont comprises entre 9 µg/m³ (Michelbach-le-Bas - site 37) et 15 µg/m³ (site 38 Saint-Louis). Elles sont toutes en dessous des niveaux relevés aux stations péri-urbaine (station SLA) et urbaines Mulhousiennes. Les concentrations au site 19 (Blotzheim, emplacement différent sur les deux saisons) sont de 8,7 µg/m³ en phase estivale et 16,3 µg/m³ en phase hivernale.



Référence aux normes - Normes françaises et suisses

En France, le code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 (art.1 - version en vigueur au 7/01/2011) impose une valeur limite annuelle et un objectif de qualité de l'air de 40 µg/m³ pour le NO₂ (transposition de la Directive 2008/50/CE du 21 Mai 2008).

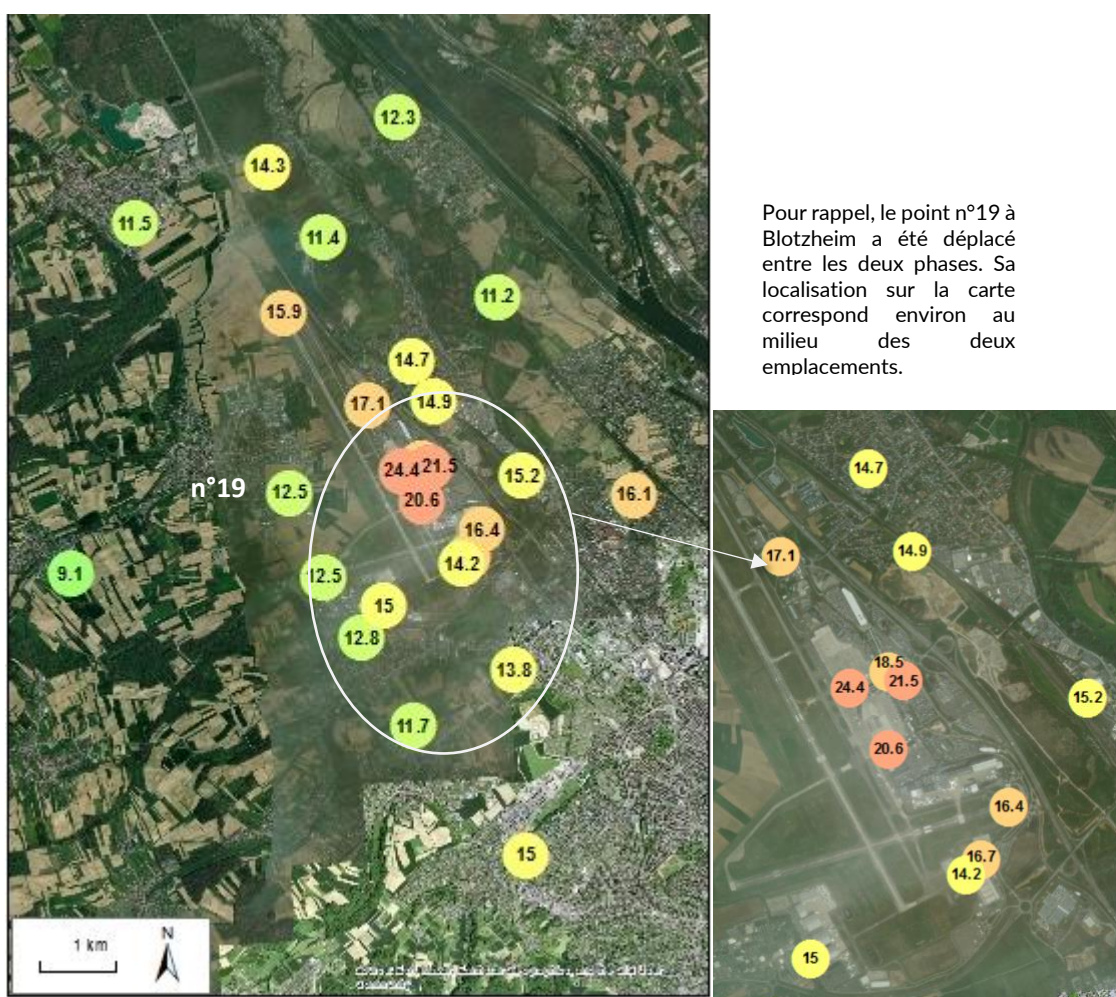
En Suisse, l'ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair du 16 décembre 1985) a fixé comme valeur limite à ne pas dépasser 30 µg/m³ en moyenne annuelle.

L'OMS (Organisation Mondiale pour la Santé) a mis à jour en 2021 ses lignes directrices concernant la qualité de l'air⁹. De nouveaux seuils sont recommandés pour protéger la santé des populations. En NO₂ cette ligne directrice a été fixée à 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

⁹ <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

Aucun autre site de mesure ne dépasse/n'atteint en moyenne des deux phases, les valeurs limites annuelles (France, Suisse), ni l'objectif de qualité de l'air français, que ce soit sur la plateforme aéroportuaire (en zone publique ou réservée) ou dans les communes instrumentées. Cette comparaison est effectuée à titre indicatif car les phases de mesures n'ont pas eu lieu sur une année civile mais sur une année glissante. S'agissant de Blotzheim, dont le site n'a pas été le même sur les deux phases, à titre indicatif sur chacune des phases, les seuils sont respectés. En revanche, tous les sites dépassent la ligne directrice de l'OMS (recommandation).

Carte 01 : Distribution des concentrations annuelles en NO₂ sur la zone d'étude (moyenne des phases estivale et hivernale)



Pour rappel, le point n°19 à Blotzheim a été déplacé entre les deux phases. Sa localisation sur la carte correspond environ au milieu des deux emplacements.

4.4.2. Benzène

Afin de caractériser les niveaux moyens en benzène sur la zone d'étude, 9 sites ont été instrumentés en tubes passifs sur la plateforme aéroportuaire, 16 dans les communes voisines de l'aéroport et 2 sur les stations du réseau de mesure fixe d'ATMO Grand Est.

Le benzène qui entre dans la composition de l'essence du fait de ses propriétés antidétonantes est un traceur du trafic aérien mais également de la pollution automobile. Concernant les autres composés analysés avec le benzène (c'est-à-dire le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes), l'annexe 2 présente les concentrations moyennes enregistrées en moyenne sur les deux phases.

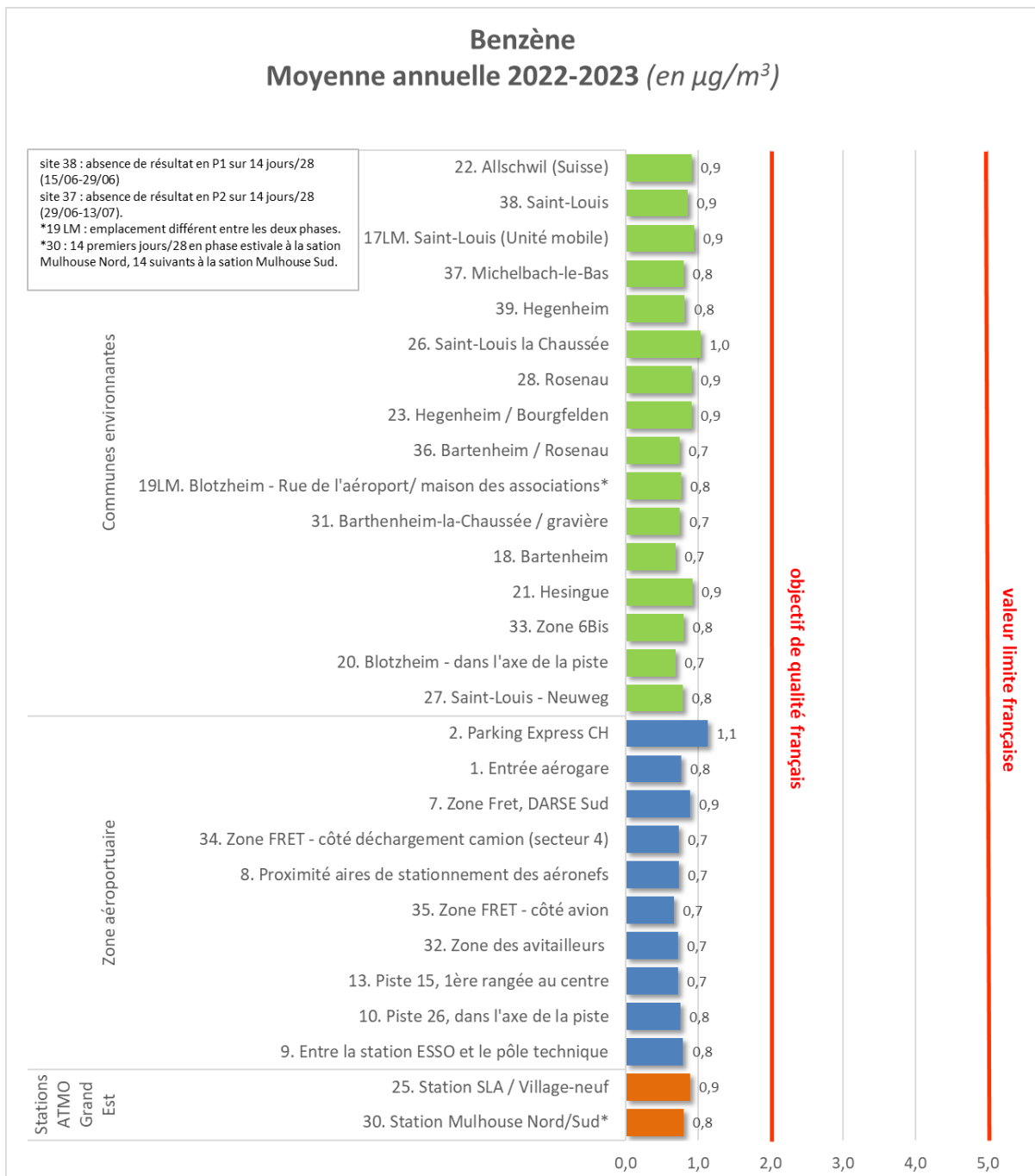


Figure 10 : Distribution des concentrations annuelles en benzène sur la zone d'étude.

Distribution des concentrations en benzène sur la zone d'étude

Les concentrations moyennes annuelles en benzène ont varié entre 0,7 et 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la zone d'étude (figure 8 ci-dessous). La valeur la plus élevée a été relevée sur la plateforme aéroportuaire, au parking Express CH (site 2) avec 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Sur la zone aéroportuaire ...

Les concentrations les plus élevées sont observées à l'entrée du parking souterrain côté suisse (site 2 avec 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en DARSE Sud de la zone de fret (site 7 avec 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène ont été relevés entre la station ESSO et le pôle technique (site 9), la zone à l'entrée de l'aérogare côté français (site 1), et le point dans l'axe de la piste n°26 (site 10). De nombreux sites (34-FRET côté camion, 8-aire de stationnement des aéronefs, 35-FRET côté avion, 32-avitaillement, 13-piste) ont enregistré une concentration de 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ qui se révèle être la plus basse sur la zone. Il y a au bilan, peu d'écart sur la majorité des sites et les concentrations annuelles sont globalement inférieures à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cette distribution s'explique bien pour les sites 1 et 2 du fait de la proximité de ces points avec des émissions routières (dépose de voyageurs et zone de stationnement de véhicules thermiques) et la configuration de leur environnement favorable à l'accumulation de polluants (mesure en façade de l'aérogare pour le site 1 et en sortie d'un parking couvert pour le site 2). Les niveaux observés sur les sites 32 et 9, points de mesures proches de zones de stockage de carburants, sont respectivement plus bas et similaires à ceux observés lors de la précédente campagne.



Dans les communes voisines ...

Les teneurs présentent peu d'écart, elles varient de 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bartenheim sites 36-31-18 et Blotzheim site 20) à 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 17 LM Saint-Louis). Les autres communes ont des teneurs intermédiaires comprises entre 0,8 et 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Globalement, les teneurs rencontrées sont similaires ou inférieures aux stations fixes de Mulhouse et de Village-Neuf (respectivement 0,9 et 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), hormis le site 17 de Saint-Louis. Le site 19LM de Blotzheim dont l'emplacement a dû être modifié entre les deux phases est en phase estivale à 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et en phase hivernale à 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Référence aux normes - Normes françaises et suisses

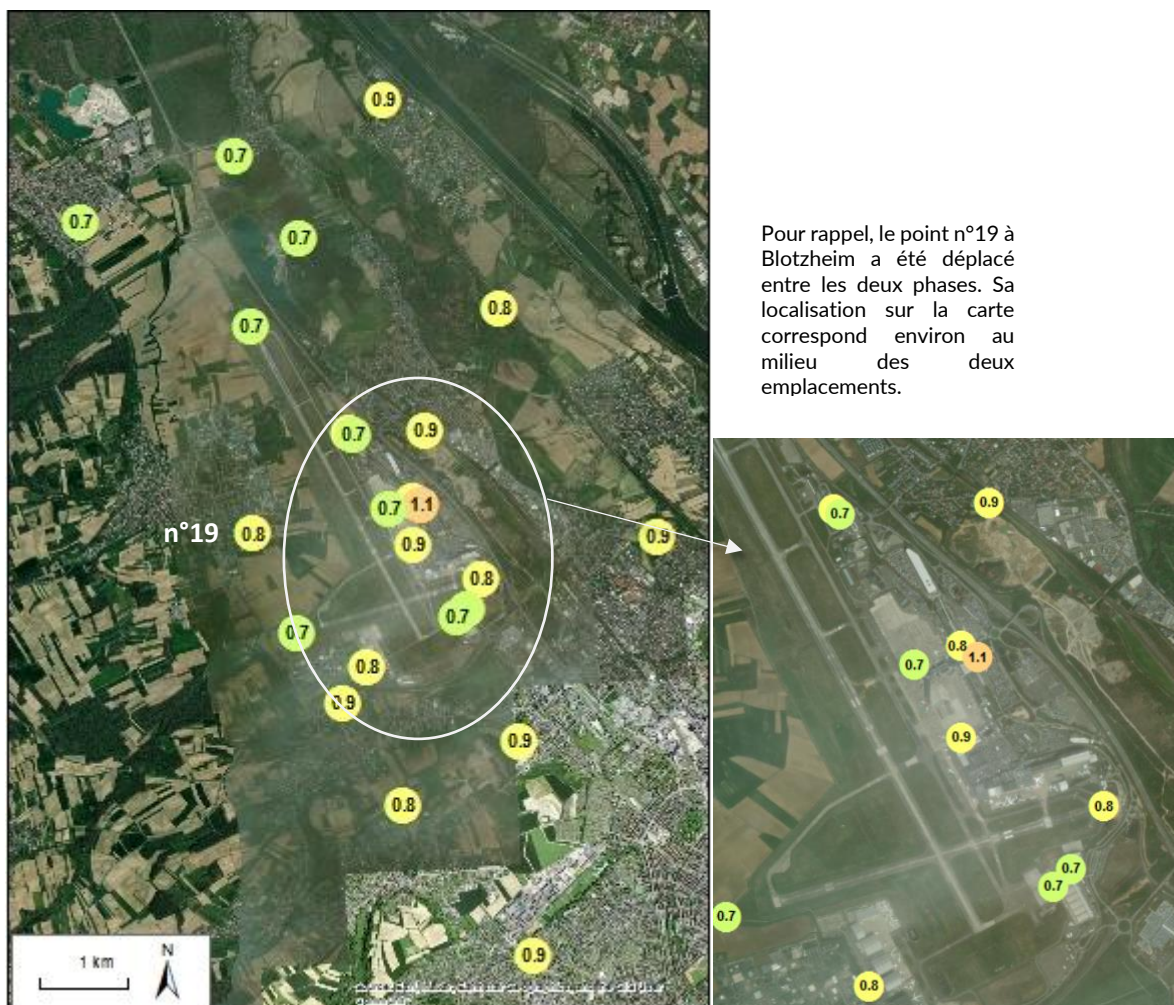
En France, le code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 (art.1 - version en vigueur au 7/01/2011) impose une valeur limite annuelle de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et un objectif de qualité de l'air de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène (transposition de la Directive 2008/50/CE du 21 Mai 2008).

En Suisse, l'ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair du 16 décembre 1985) n'a pas fixé de valeur réglementaire concernant le benzène.

L'OMS a fixé une valeur de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (exprimée en excès de risque additionnel de cancers) en 2005 pour le benzène.

A titre indicatif, sur l'année glissante, l'ensemble des sites respectent les seuils réglementaires français. Le site 19LM de Blotzheim est à titre indicatif en dessous de ces seuils sur chacune des phases. La valeur de l'OMS est aussi respectée sauf pour le point 2 (parking CH).

Carte 02 : Distribution des concentrations annuelles en benzène sur la zone d'étude (moyenne des phases estivale et hivernale)



Pour rappel, le point n°19 à Blotzheim a été déplacé entre les deux phases. Sa localisation sur la carte correspond environ au milieu des deux emplacements.

4.4.3. Autres composés organiques volatils (COV)

Des mesures complémentaires en COV ont été réalisées sur la zone aéroportuaire à proximité de sources potentielles d'émissions de COV. Les sites instrumentés sont les sites 32 (zone des aviateurs) et 33 (zone 6bis). A noter que le site de mesure 32 (zone des aviateurs) est distant de quelques dizaines de mètres de la station ESSO (historiquement point de mesure n° 9 – retiré pour cette campagne). Les stations-service et les dépôts de carburants représentent des sources majeures d'émissions de COV dans l'air ambiant.



Les concentrations en COV totaux relevées sur la plateforme aéroportuaire (figure 11) sont légèrement plus importantes que le niveau de fond urbain mulhousien (représenté par la station Mulhouse Nord équipée également de tubes passifs – site 30). En somme sur 40 composés, ces teneurs, toutes inférieures à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ peuvent être qualifiées de faibles. Les concentrations moyennes relevées aux points 32 et 33 sont quasiment similaires et s'établissent à environ 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (environ 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans l'agglomération de Mulhouse).

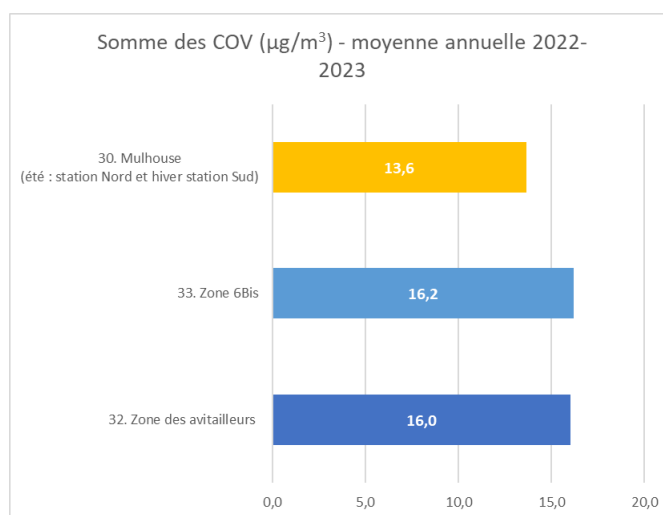


Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles en COV totaux au cours de la campagne de mesure

Les composés identifiés autour des zones de stockage de carburants (figure 10) sont majoritairement des hydrocarbures saturés (alcane : dodécane, iso-octane, n-octane et isomères, n-nonane et isomères, n-décane et isomères, n-undécane et isomères) ainsi que des hydrocarbures aromatiques (xylènes, ...). Les stations-service et les dépôts de carburants représentent des sources majeures d'émissions de COV dans l'air ambiant.

La figure 12 ci-dessous présente les composés individuellement. A noter que quelques composés dont les teneurs sont en dessous des limites de quantification ne sont pas représentés (principalement appartenant à la famille des alcools et des esters de l'acide acétique). Le maximum des teneurs individuelles relevées est de 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le n-dodécane (et isomères) à Mulhouse. Ce même composé est retrouvé en plus grande proportion sur les deux sites de l'aéroport (2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en zone 6bis - site 33 et 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en zone d'avitaillement - site 32). Cette observation est cohérente avec les données passées. De même, les teneurs totales en COV sont à peu près similaires, en légère baisse par rapport à 2018-2019.

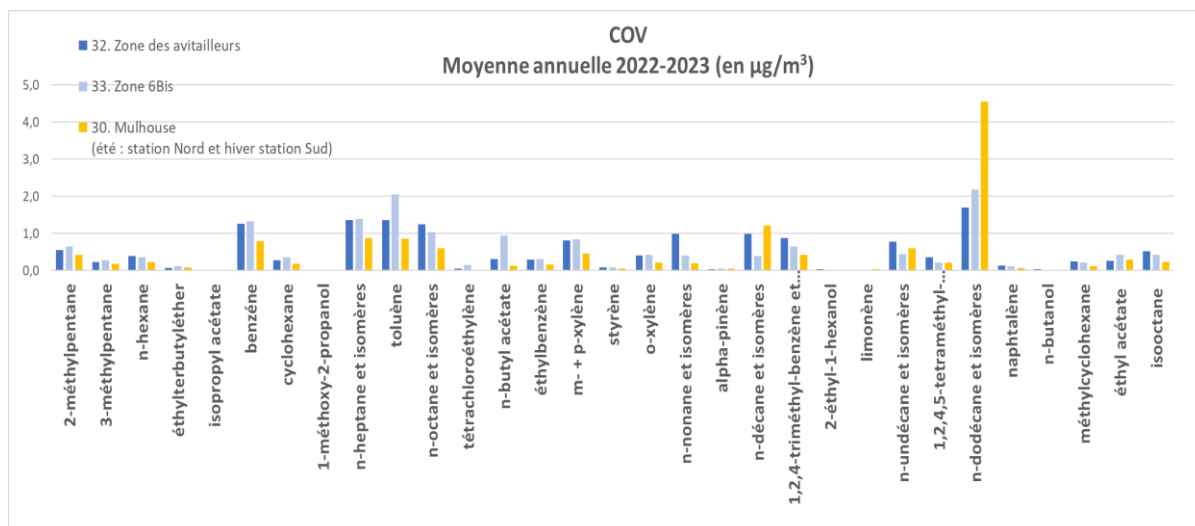


Figure 12 : Concentrations moyennes annuelles en COV (avec spéciation) au cours de la campagne de mesure

Composition des carburants pour véhicule terrestre et pour l'aviation civile

Les carburants utilisés pour faire fonctionner les moteurs de voitures, de bateaux ou d'avions sont appelés hydrocarbures, terme qui désigne toute molécule constituée d'atomes d'hydrogène et de carbone. Les hydrocarbures sont obtenus par raffinage de pétrole brut extrait du sous-sol. C'est la proportion des composants qui permet de distinguer les carburants.

Carburant pour véhicule terrestre : L'essence et le diesel sont utilisés comme carburants dans les moteurs thermiques. C'est un mélange d'hydrocarbures, auxquels sont parfois ajoutés d'autres produits combustibles ou adjuvants. On y trouve en moyenne :

- 30 % à 45 % d'alcènes (hydrocarbures non saturés) ;
- 30 % à 45 % d'hydrocarbures aromatiques, de la famille du benzène ;
- 20 % à 30 % d'alcanes (hydrocarbures saturés) ;
- 5 % de cycloalcanes (hydrocarbures saturés cycliques).

Carburant aviation : C'est un carburant spécifique utilisé dans les moteurs d'avions à pistons. Il est à très haut indice d'octane et traité de façon à être moins volatile que l'essence ordinaire en particulier pour le vol en altitude. Le plus utilisé en aviation légère est l'AVGAS 100LL (Low Lead), de couleur bleue. Ce carburant contient toujours du plomb tétraéthyle bien qu'il soit supprimé pour les automobiles.

Cependant, pour les avions à réaction et turbo propulseur (hélice), c'est le kérosène qui est à la base du carburant. Il sert à la production du carburant JET-A et JET-B.

Le kérosène est un mélange d'hydrocarbures contenant des alcanes (C_nH_{2n+2}) de formule chimique allant de $C_{10}H_{22}$ à $C_{14}H_{30}$.

Remarques : Les avions à réaction/turbo propulseur sont les plus souvent employés.

Le dodécane est actuellement étudié en tant que substitut potentiel des carburants à base de kérosène tels que le Jet-A, le S-8 et d'autres carburateurs classiques. Il est considéré comme un substitut de carburant de deuxième génération conçu pour imiter la vitesse de la flamme laminaire¹⁰.

¹⁰ Experimental Investigation of the Thermophysical Properties of the Bio-Aviation Fuel Surrogates: Binary and Ternary Mixtures of n-Dodecane, Methyl Butyrate, and Methyl Decanoate. J. Chem. Eng. Data 2019, 64, 12, 5510–5522
Molecular dynamics simulation of thermophysical properties of binary RP-3 surrogate fuel mixtures containing trimethylbenzene, n-decane, and n-dodecane. Journal of Molecular Liquids Volume 359, 1 August 2022, 119258

Référence aux normes - Normes françaises et suisses



En France, seul le benzène est soumis à la réglementation (cf. précédente partie). Concernant le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, des valeurs guides ont été établies par l'OMS pour l'air extérieur à :

- 260 µg/m³ en moyenne hebdomadaire pour le toluène ;
- 22 000 µg/m³ en moyenne annuelle pour l'éthylbenzène ;
- 4 800 µg/m³ en moyenne 24h pour les xylènes.

A titre indicatif, l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a proposé des valeurs guides long terme (sur un an) pour l'air intérieur pour l'éthylbenzène (en 2016) et le toluène (en 2018) de respectivement 1 500 µg/m³ et 20 000 µg/m³ en moyenne annuelle (pour les environnements intérieurs).

En Suisse, l'ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair du 16 décembre 1985) n'a pas fixé de valeur réglementaire concernant les composés organiques volatils.

Les prélèvements ont eu lieu sur deux fois 14 jours au cours de 2 périodes. Aussi, seul le résultat de l'éthylbenzène peut être comparé au seuil de référence de l'OMS.

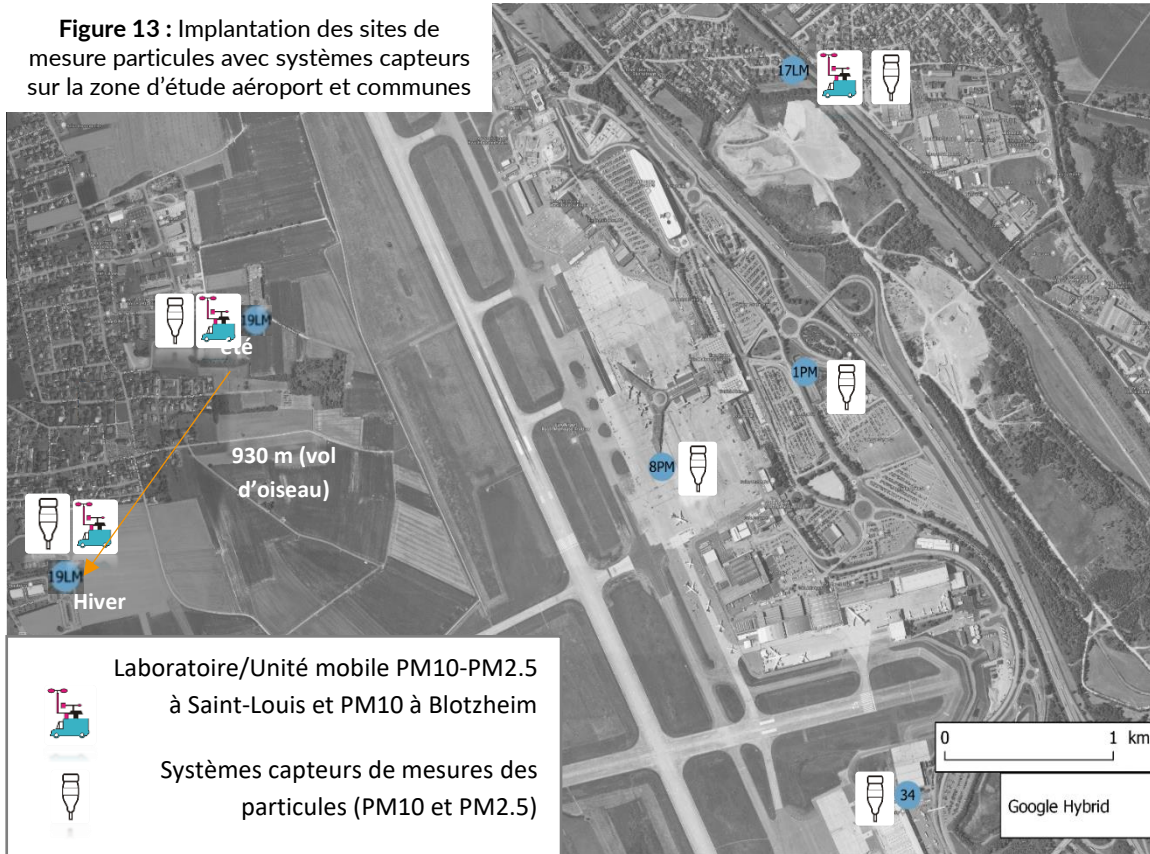
Pour ces 2 composés, les valeurs obtenues sont largement respectées. Au vu de la valeur moyenne en xylènes, le seuil journalier (air extérieur) n'a pas pu être atteint.

4.5. LES PARTICULES

Afin d'appréhender les niveaux de concentrations en particules PM10 et PM2.5 sur et à proximité de l'aéroport Bâle-Mulhouse, des systèmes capteurs ont été installés (pour rappel) sur les sites suivants (figure 13) :

- 1PM (dans la zone des bassins d'orage – ZBO Aérogare) ;
- 8PM (à proximité des aires de stationnement des aéronefs) ;
- 34 (en zone Fret – du côté du déchargement des camions) ;
- 19LM (sur l'unité mobile à Blotzheim) pour comparaison métrologique (vérification de la dynamique en PM10) avec l'analyseur de référence et pour compléter la mesure des PM2.5 (unité mobile non équipé pour les PM2.5). Avec pour rappel un déplacement de cette UM lors de la phase hivernale (site différent de la phase estivale) ;
- 17LM (sur l'unité mobile à Saint-Louis) pour comparaison métrologique (vérification des dynamiques en PM10-PM2.5) avec les analyseurs de référence ;
- 30 (sur les stations de référence de Mulhouse) pour comparaison métrologique des PM10 sur la période du 15/06 au 29/06 à Mulhouse Nord Vauban pour les PM0 et sur la période du 29/06 au 13/07/2022 sur la station Mulhouse Coteaux Sud (rue Léopard) pour mise en parallèle des PM10-PM2.5. En phase hivernale, l'équipement a été installé intégralement sur Mulhouse Sud (PM10-PM2.5).

Figure 13 : Implantation des sites de mesure particules avec systèmes capteurs sur la zone d'étude aéroport et communes



Les figures 14 et 15 ci-dessous dressent la distribution des concentrations en particules mesurées par les systèmes capteurs, les UM et les stations du réseau de ATMO GE.

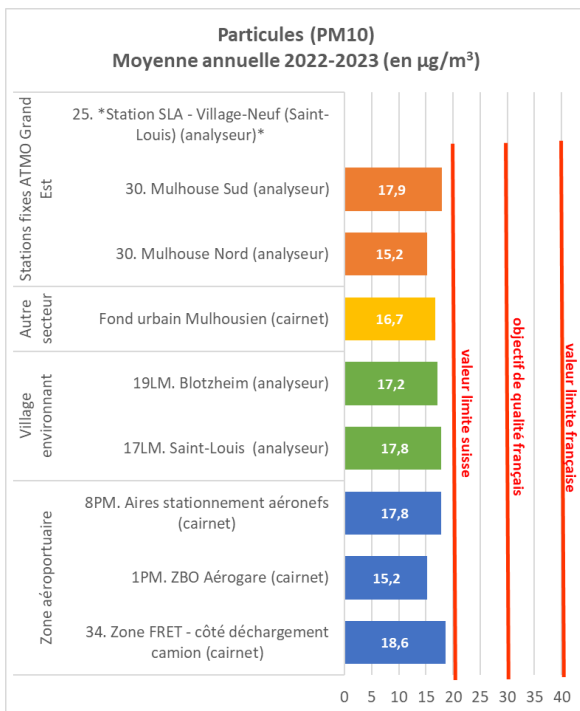


Figure 14 : Distribution des concentrations annuelles en particules PM10

* En raison de l'arrêt des mesures de PM10 à la station de Village Neuf depuis janvier 2023, la moyenne annuelle n'a pas pu être calculée.

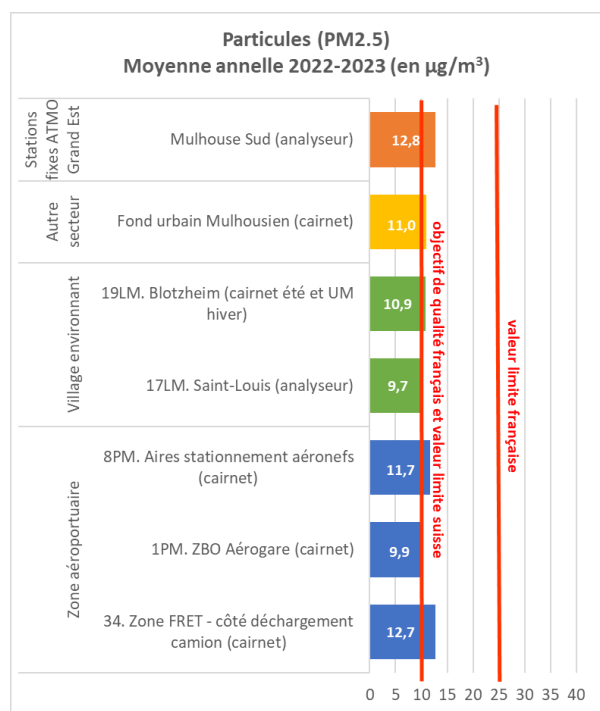


Figure 15 : Distribution des concentrations annuelles en particules PM2.5

Remarque : Pour les sites aéroport équipés chacun d'un système capteur (Cairnet), il manque, en raison d'une perte des alimentations électriques, les données des journées du 18/01 et de 00h00 à 10h00 le 19/02 et du 03/02 à partir de 18h00 jusqu'au 06/02 09h00 pour le site 34PM et du 08/02 14h00 au 12/02 11h00 pour le site 1PM. Les moyennes mensuelles et journalières (cf. partie 4.6.3) ont donc été calculées sans ces données.

Particules PM10 (figure 14)

Les teneurs moyennes annuelles mesurées en particules PM10 sur la zone aéroportuaire (sites 1PM, 8PM et 34) ont varié entre 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 8PM - aires de stationnements des aéronefs en zone réservée) et 18,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 34 - zone de FRET du côté des déchargement de camions). Ces concentrations sont légèrement supérieures pour les points 34 et 8PM aux niveaux relevés dans les communes voisines de l'aéroport telles qu'à Blotzheim (17,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et Saint-Louis (17,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A titre indicatif la station de mesure en fond périurbain de Village-Neuf avait présenté sur la phase estivale (pas en moyenne annuelle) une teneur de 15,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations de la zone aéroport (Blotzheim et Saint Louis) se situent entre les stations Mulhousiennes de fond urbain non influencé par les activités de la plateforme aéroportuaire (16,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ via le système capteur à 2 emplacements dans Mulhouse en été, 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station fixe Mulhouse Nord et 17,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Mulhouse Sud).

Particules PM2.5 (figure 15)

Les teneurs sur l'aéroport suivent la même tendance que les PM10 avec la zone de FRET dont les concentrations (12,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont supérieures aux deux autres points (11,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ site 8PM et 9,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la zone des bassins d'orage de l'aérogare, site 1 PM). Elles sont similaires et inférieures au fond urbain mulhousien non influencé par les activités de la plateforme aéroportuaire. Dans les communes voisines, les teneurs sont légèrement plus basses que celles relevées sur l'aéroport et en dessous des niveaux de fond urbain non influencé (Mulhouse).



Référence aux normes - Normes françaises et suisses

En France, le code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 (art.1 - version en vigueur au 7/01/2011) impose :

- Une valeur limite annuelle pour les PM10 de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et un objectif de qualité de l'air de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (transposition de la Directive 2008/50/CE du 21 Mai 2008) ;
- Une valeur limite annuelle pour les PM2.5 de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et un objectif de qualité de l'air de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (transposition de la Directive 2008/50/CE du 21 Mai 2008).

En Suisse, l'ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair du 16 décembre 1985) a fixé comme valeur limite à ne pas dépasser 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour les particules PM10.

L'OMS fixe des lignes directrices annuelles (recommandations) de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2.5.

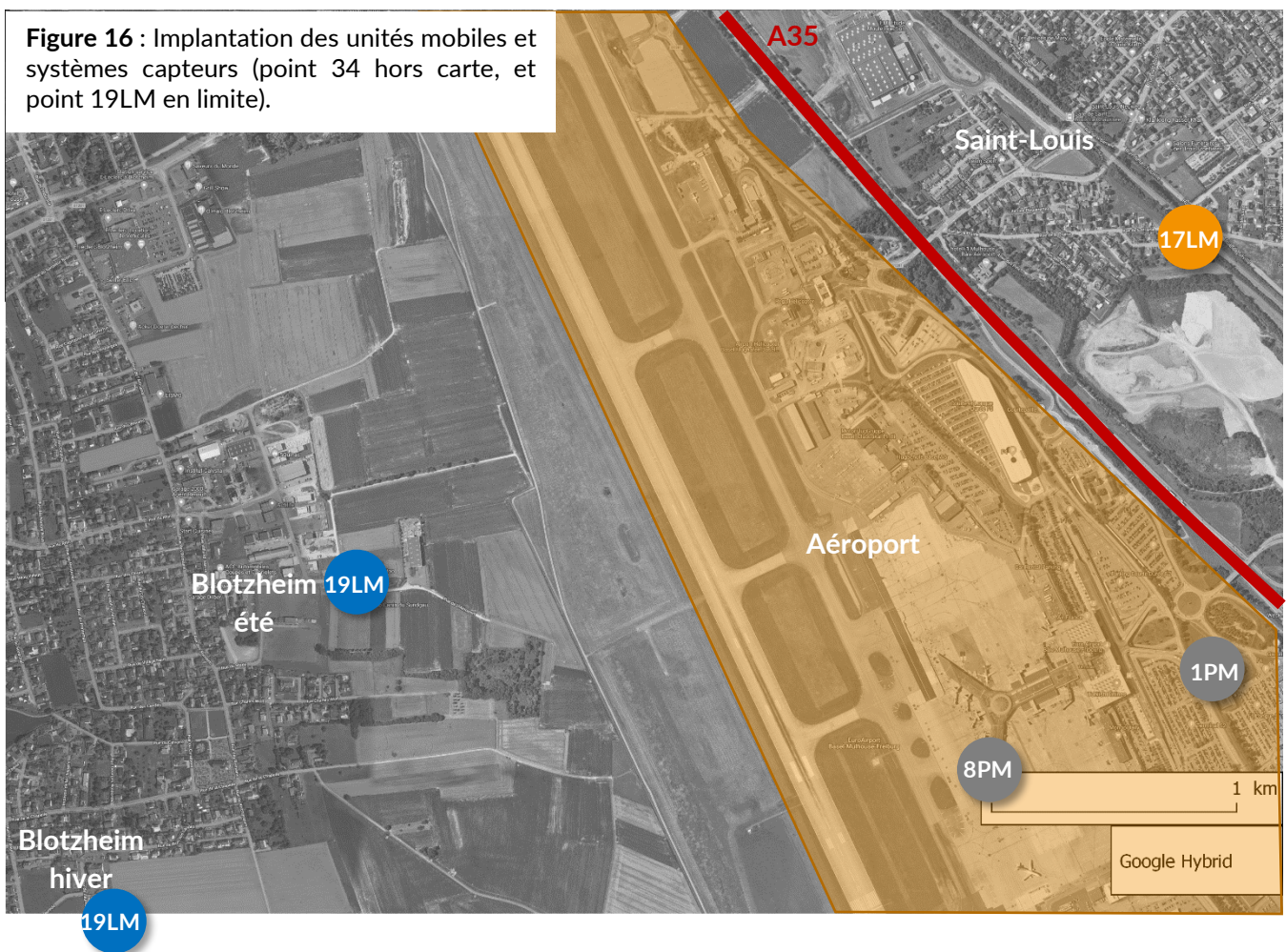
Les PM10 sont situées en dessous des seuils réglementaires en vigueur (à titre indicatif sur une année glissante), mais dépassent sur tous les sites la ligne directrice de l'OMS, hormis pour le site 1PM.

Les PM2.5 respectent largement la valeur limite réglementaire française à titre indicatif, mais sont légèrement supérieures à la valeur limite suisse et à l'objectif de qualité de l'air français, hormis le site 1PM et Saint-Louis. Le seuil OMS est largement dépassé, ce constat est également établi sur le réseau régional).

La dynamique des PM (évolutions temporelles) est traitée dans la partie ci-après.

4.6. RESULTATS ISSUS DES LABORATOIRES MOBILES (NO₂-PM-SO₂) ET SYSTEMES CAPTEURS (PM)

Afin d'appréhender l'évolution horaire et journalière des niveaux de pollution atmosphérique au regard des normes de qualité de l'air pour la mesure du dioxyde de soufre (SO₂), des oxydes d'azote (NO et NO₂), des particules PM₁₀ et PM_{2.5}, deux unités mobiles (UM) équipées d'analyseurs de mesure en continu ont été installées à l'Est et à l'Ouest de la plateforme aéroportuaire, respectivement à Saint-Louis (site 17LM) et Blotzheim (site 19LM), communes proches de la plateforme avec pour l'unité mobile de Blotzheim des résultats en PM_{2.5} issus d'un système capteur. Sur la plateforme, des systèmes capteurs PM₁₀-PM_{2.5} ont également été mis en place (cf. partie 4.5).



Les résultats des mesures des deux unités mobiles (Blotzheim et Saint-Louis) et des 3 systèmes capteurs (aéroport) ont été exploités en référence aux normes en vigueur et comparés aux données issues des stations du réseau de mesure régional d'ATMO Grand Est.

4.6.1. Etude des variations journalières

Cette partie s'attache à analyser les profils journaliers moyens (moyenne des concentrations horaires sur les deux périodes de mesure pour chaque heure de la journée) des sites disposant d'analyseurs et systèmes capteurs, pour les polluants NO₂, SO₂ (uniquement UM) - PM10-PM2.5 (UM + Cairnet) en comparaison avec ceux établis pour les stations du réseau ATMO Grand Est.

Toutes les heures indiquées ci-après sont en heure locale. Les résultats se lisent comme ceci : 08h00 = moyenne des teneurs entre 07h00 et 08h00. 09h00 = moyenne des résultats entre 08h00 et 09h00.

NO₂

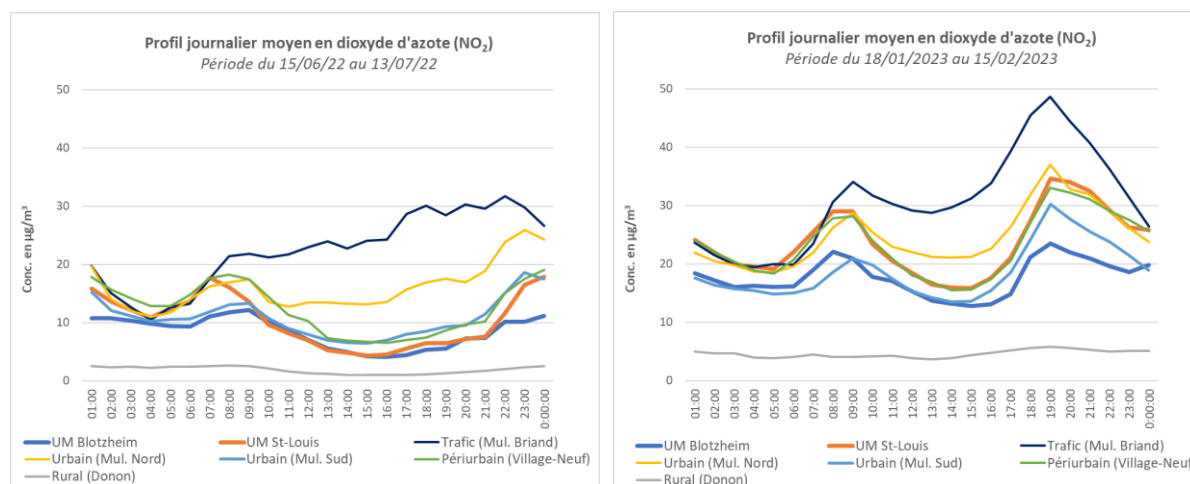


Figure 17 : Profil moyen journalier phase estivale et hivernale – dioxyde d'azote NO₂

Les niveaux moyens en dioxyde d'azote (NO₂) observés à Saint-Louis (17LM) montrent une élévation des niveaux de concentrations à deux reprises au cours de la journée, le matin ainsi qu'en après-midi/soirée (figure 15). Ces deux pics atteignent sur la phase estivale environ 18 µg/m³ (à 07h00) et 18 µg/m³ (à minuit), et sur la phase hivernale 29 µg/m³ (à 8h et à 9h) et 35 µg/m³ (à 19h00). Les niveaux de concentrations sont plus bas entre ces deux pics. Ces variations sont très bien corrélées avec le profil de la station implantée à Village-Neuf, en fond périurbain (site SLA) dont les teneurs sont toutes supérieures en phase estivale et très similaires en phase hivernale. Les teneurs relevées à l'UM de Saint-Louis sont globalement inférieures à un site influencé par le trafic routier (à Mulhouse) hormis durant une partie de la nuit (niveaux quasiment équivalents) et se situent entre les deux sites urbains de fond Mulhousiens.

Sur le site de Blotzheim (19LM), les niveaux moyens en dioxyde d'azote montrent également deux élévations au cours de la journée. Les pics sont moins prononcés que sur le site de Saint-Louis avec un maximum horaire moyen établi à 12 µg/m³ à 09h00 en phase estivale et 23,5 µg/m³ à 19h00 en phase hivernale. Les niveaux sont globalement plus bas à Blotzheim, comparativement à Saint-Louis. Le profil moyen général de Blotzheim se situe entre celui d'un site rural et celui d'un site périurbain.

NO

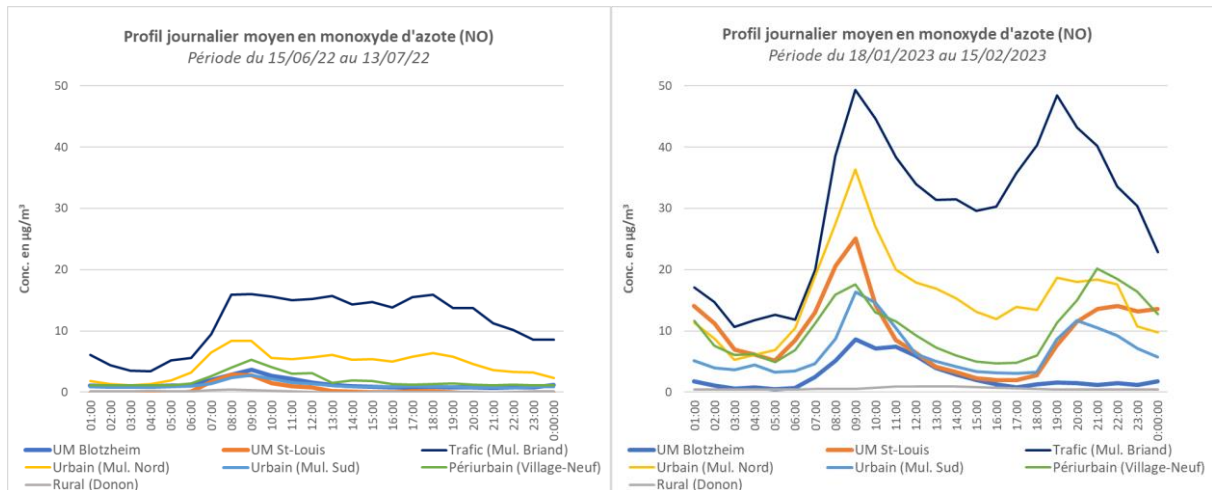


Figure 18 : Profil moyen journalier – phase estivale et hivernale - monoxyde d'azote NO

Concernant le monoxyde d'azote (NO), une nette augmentation est observée entre les deux phases avec comme pour le NO₂, des concentrations plus élevées à Saint-Louis. En phase estivale seul le pic du matin est marqué sur les deux unités mobiles. Il en va de même en hiver pour Blotzheim alors que sur Saint-Louis une hausse se produit entre 18h00 et 23h00. Le NO mesuré sur ces deux sites, marqueur de proximité (polluant primaire directement issu des sources de pollution de type combustion), présente des profils avec des niveaux plus bas par rapport à un site influencé par le trafic routier (Mulhouse Briand) et à site urbain comme Mulhouse Nord. Ils sont plutôt comparables à un fond périurbain.

PM10

- ✓ Phase estivale :

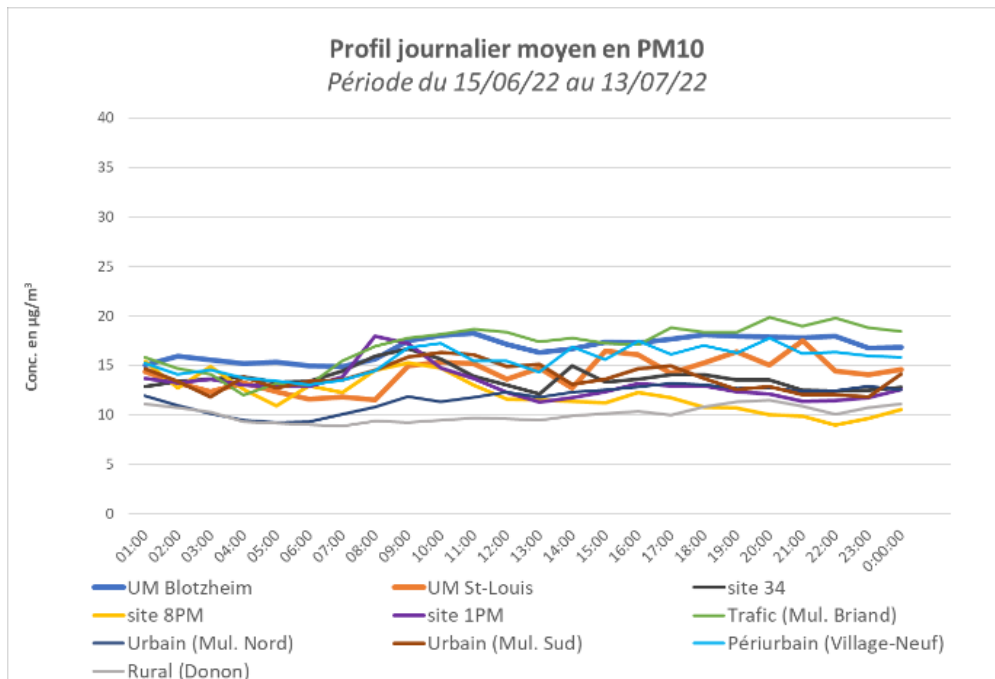


Figure 19 : Profil moyen journalier – phase estivale – PM10

Le site 1 PM présente un pic entre 07h00 (13,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et 08h00 (18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A partir de cette heure-ci, les niveaux baissent progressivement tout au long de la journée et la nuit (avec par moment quelques variations à la hausse). Le site 8 PM fluctue régulièrement la nuit avant d'atteindre son maximum à 09h00 (15,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et à partir de 09h00 il suit la même tendance que le site 1 PM. Les 3 mesures sur le tarmac sont globalement inférieures aux niveaux périurbains de fond (station Village-Neuf). En revanche, elles sont supérieures au fond urbain mulhousien la nuit jusqu'à 13h00 mais s'en rapprochent ensuite (hormis le site 34). Ils sont en journée très éloignés des niveaux urbains d'influence trafic (Mulhouse Briand) mais plus proches la nuit.

Le site de Blotzheim est assez stable et particulièrement élevé pour la saison, demeurant à toute heure supérieur aux niveaux de fond urbain Mulhousien, péri-urbain de Saint-Louis et aux teneurs sur l'aéroport. Le matin, les niveaux sont les plus élevés à 10h00 (18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et 11h00 (18,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), similaires à des niveaux relevés dans le même temps sur une station Mulhousienne d'influence trafic. Les niveaux sont surtout élevés la nuit avec 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés à 22h00 et encore 16,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à minuit. Par ailleurs, entre 02h00 et 07h00 ils sont situés au-dessus de la station d'influence trafic de Mulhouse. Une influence des activités agricoles génératrices de particules n'est pas à exclure sur ce secteur entouré de champs.

Le site de Saint-Louis présente une hausse le matin entre 8h00 (11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et 11h00 (15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les niveaux fluctuent ensuite entre hausses et baisses (avec + ou - 2 à 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'amplitude). Le maximum du profil est atteint à 21h00 (17,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ensuite et jusqu'au petit matin, les niveaux baissent (et sont situés en dessous de la station trafic de Mulhouse). Les niveaux sont situés au-dessus de ceux relevés en parallèle sur l'aéroport et du fond urbain de Mulhouse mais sont globalement (exceptions faites à 15h00 et 21h00) en dessous de la station péri-urbaine de Saint-Louis/Village Neuf.

✓ Phase hivernale :

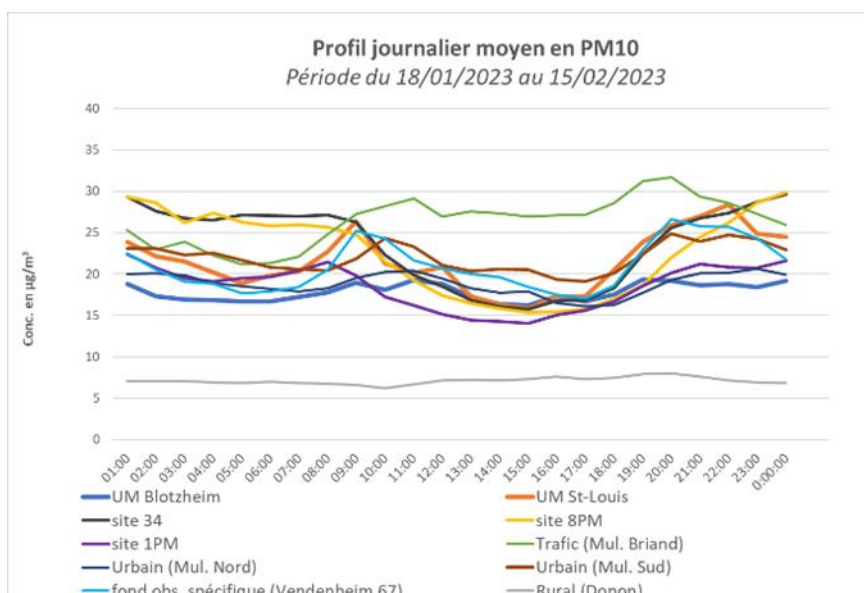


Figure 20 : Profil moyen journalier phase hivernale – PM10

Les 3 sites sur l'aéroport présentent une dynamique relativement similaire. Le site 34 a des concentrations plus élevées que les deux autres sites, avec le site 8 qui est tout de même assez proche.

Sur ces 3 sites, entre 9h00 et 17h00 les teneurs sont les plus basses. Elles sont plus élevées sur la soirée et durant la nuit (maximum : 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les sites 34 et 8 à minuit ; 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site 1 à 01h00).

Le site de Blotzheim demeure inférieur au site de Saint-Louis, il varie avec peu d'amplitude. Ses teneurs maximum et minimum sont respectivement de 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (19h00) et 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à (15h00), alors que sur Saint-Louis, les concentrations horaires en moyenne mensuelle oscillent entre 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (22h00) et 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (15h00). Sur les sites aéroports les niveaux de PM10 restent haut la nuit. Sur les deux communes environnantes, les concentrations sont plutôt en baisse avant de remonter le matin. Sur Saint-Louis et Blotzheim, apparaissent des pics à 9h00 (respectivement 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les stations urbaines de Mulhouse réagissent de la même manière que Blotzheim et Saint Louis avec un léger décalage sur les pics matinaux.

Blotzheim est globalement en dessous des deux stations urbaines mulhousiennes (parfois légèrement supérieures à Mulhouse Nord). Saint-Louis se situe au-dessus de Mulhouse Nord et sur certains moments (entre 19h00 et 01h00 et 08h00 et 10h00) également au-dessus de Mulhouse Sud. Les sites UM sont en dessous du site trafic de Mulhouse. La comparaison avec une station péri-urbaine locale est non possible en phase hivernale en raison de l'arrêt des mesures de PM10 à la station de Village Neuf. A titre indicatif, les données peuvent être comparées à la station de Vendenheim dans le Bas-Rhin, station de fond implantée dans un environnement péri-urbain mais correspondant à de l'observation spécifique en raison de son placement près d'un champ agricole (non-respect de l'ensemble des règles du guide d'implantation des stations de mesures fixes). L'UM de Saint-Louis évolue à des niveaux proches de Vendenheim. Blotzheim est constamment inférieur. Par ailleurs, le site de Blotzheim est en dessous des sites aéroport (hormis le site 1 PM). Le site de Saint-Louis est en dessous de ces sites (hormis le 1PM), entre 23h00 et 13h00 et le reste du temps, il en est très proche.

Les sites aéroports 8 et 34PM sont uniquement au-dessus des stations urbaines en soirée et la nuit. En journée, ils baissent suffisamment pour être en dessous ou très proches. Le site 1 PM est lui en dessous de ces stations.

Remarque : sur le secteur de la Communauté d'Agglomérations de Saint-Louis en 2020 (source Invent'Air 2022 ATMO Grand Est), les PM10 ont pour principales sources d'émission les secteurs du résidentiel (chauffage principalement) et de l'agriculture/sylviculture. En hiver, une hausse notable des teneurs en PM10 est observée sur l'ensemble du réseau en lien avec le chauffage résidentiel. Au printemps et en été, les activités agricoles génèrent des pics de particules et une hausse à certaines périodes notamment sur les zones situées en proximité de champs.

Les variations en PM10 observées sur les deux périodes de la campagne sont typiques de l'évolution saisonnière des particules.

PM2.5

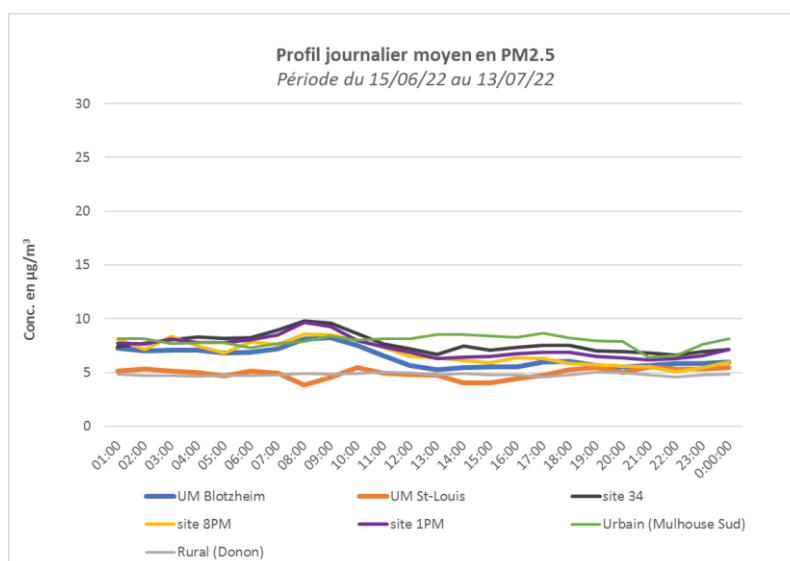


Figure 21 : Profil moyen journalier – phase estivale PM2.5

✓ Phase estivale :

S'agissant des PM2.5, sur les sites aéroports (8PM-1PM et 34), les niveaux sont du même ordre et varient de la même manière (site 8 PM légèrement différent la nuit). Entre 11h00 et 02h00, ils sont inférieurs ou proches du niveau urbain de fond éloigné d'une zone aéroportuaire (station Mulhouse Sud). Entre 03h00 et 10h00 ils sont supérieurs.

Le site de Blotzheim présente des teneurs plus élevées que le site de St-Louis (hormis le soir). Saint-Louis est quasiment similaire à un niveau de fond rural. Blotzheim est supérieur mais inférieur au fond urbain de Mulhouse. Les UM ont des teneurs semblables à des milieux non influencés par des activités aéroportuaires. De plus, les niveaux sont inférieurs à ceux de l'aéroport.

✓ Phase hivernale :

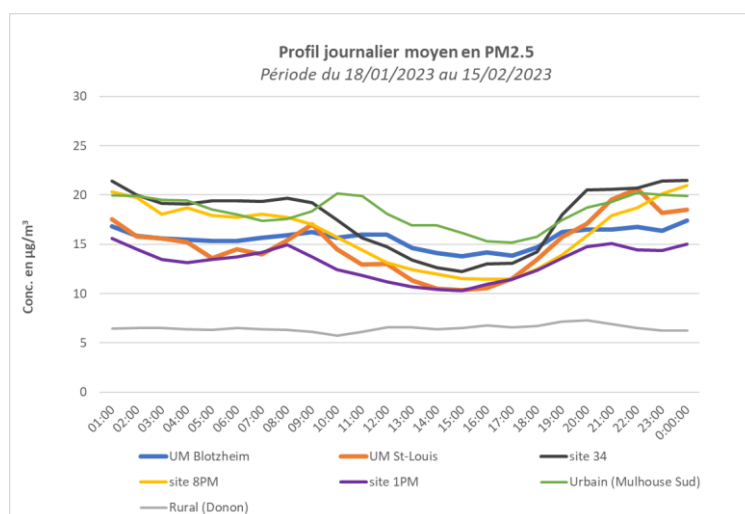


Figure 22 : Profil moyen journalier – phase hivernale PM2.5

Tout comme les PM10, les 3 sites aéroport présentent la même dynamique journalière et les mêmes niveaux, avec des teneurs en journée plus basses que le soir/nuite et pour le site 34 PM des concentrations supérieures aux deux autres sites. Seul le site 34 dépasse par moment (nuit) le fond urbain mulhousien non influencé par des activités aéroportuaires.

Les communes environnantes de Saint-Louis et Blotzheim ont également des variations similaires aux PM10 mais pour les PM2.5 Blotzheim est parfois au-dessus de Saint-Louis, notamment en journée. Les niveaux sont en dessous de la station de fond urbain de Mulhouse, et entre les sites aéroports.

Remarque : Sur le secteur de la Communauté d'Agglomérations de Saint-Louis en 2020 (source Invent'Air 2022 ATMO Grand Est), les sources principales d'émissions des PM2.5 sont, comme pour les PM10, le secteur résidentiel mais en proportion plus importante (59 %) et le secteur de l'agriculture/sylviculture en moindre proportion (12 %).

SO₂

Les concentrations moyennes mesurées en dioxyde de soufre (SO₂) sur les deux phases à Saint-Louis (17LM) et à Blotzheim (19LM) se situent en dessous de la limite de détection de l'analyseur (2 ppb soit 5,34 µg/m³). Elles ne présentent pas d'évolution notable, contrairement à une station d'influence industrielle.

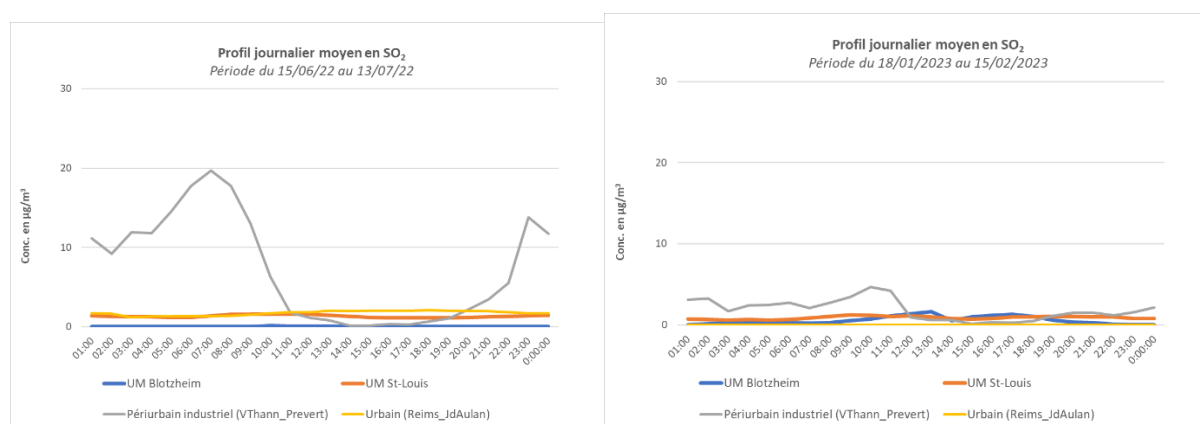


Figure 23 : Profil moyen journalier – phases estivale et hivernale – dioxyde de soufre SO₂

4.6.2. Etude des corrélations avec le trafic routier de l'A35 (uniquement phase estivale) et le trafic aérien de l'aéroport Bâle-Mulhouse (phase estivale et phase hivernale)

Dans un premier temps, le profil journalier moyen pour chaque polluant mesuré par analyseurs (Blotzheim et Saint-Louis) et systèmes capteurs (aéroport) sur la zone d'étude sur les deux phases, a été comparé au profil journalier moyen du trafic aérien de la plateforme aéroportuaire (ATD/ATA¹¹, en considérant les heures des décollages et atterrissages) ainsi que pour la phase estivale à celui du trafic routier de l'A35 (station de comptage Blotzheim A35). Les données de comptage du trafic aérien (été et hiver) ont été fournies par l'EAP tandis que celles de l'A35 ont été transmises par la Collectivité Européenne d'Alsace (CEA) pour l'été. Les données hivernales du trafic routier n'ont pas pu être réceptionnées en raison d'une panne du capteur de comptage de la CEA.

Dans un second temps, à la demande des riverains, une analyse des concentrations en fonction de la direction des décollages (Nord ou Sud) a été réalisée.

Remarque : Les interprétations résultant de cette analyse restent limitées, l'exercice se simplifiant à comparer deux sources d'émission que sont le trafic routier de l'A35 et le trafic aérien de l'aéroport Bâle-Mulhouse, avec les niveaux de concentrations de polluants relevés dans l'air, à proximité de la plateforme aéroportuaire. Or la présence des polluants dans l'atmosphère et leur évolution est plus complexe, résultant de processus physico-chimiques (transport, transformations chimiques, dépôt au sol) régis par de nombreux facteurs, dont :

- Les émissions de polluants atmosphériques à partir de sources anthropiques (liées aux activités humaines) - ne se résumant pas aux seules émissions du trafic routier de l'A35 et du trafic aérien de l'EAP - et de sources naturelles influençant directement la présence et la teneur des substances chimiques dans l'atmosphère ;
- Les conditions météorologiques qui régissent le transport et la chimie des polluants atmosphériques. Les conditions de vent (vitesse, direction), la température, l'humidité ambiante, la pluviométrie, la nébulosité et le gradient thermique vertical qui influence la stabilité de l'atmosphère sont des paramètres sensibles (notion déjà abordée dans le §4.1) ;
- Les conditions de site (occupation du sol, typologie du bâti) influencent les conditions de dispersion des polluants et de dépôt ;
- Les imports de polluants en provenance de sources extérieures au domaine d'étude.

Les résultats se lisent comme ceci : 08h00 = moyenne des teneurs entre 07h00 et 08h00. 09h00 = moyenne des résultats entre 08h00 et 09h00.

¹¹ Actual Time of Departure, Heure réelle de départ et Actual Time of Arrival, Heure réelle d'arrivée

Etude de l'évolution des concentrations en polluants au regard des mouvements totaux moyens journaliers sur la période

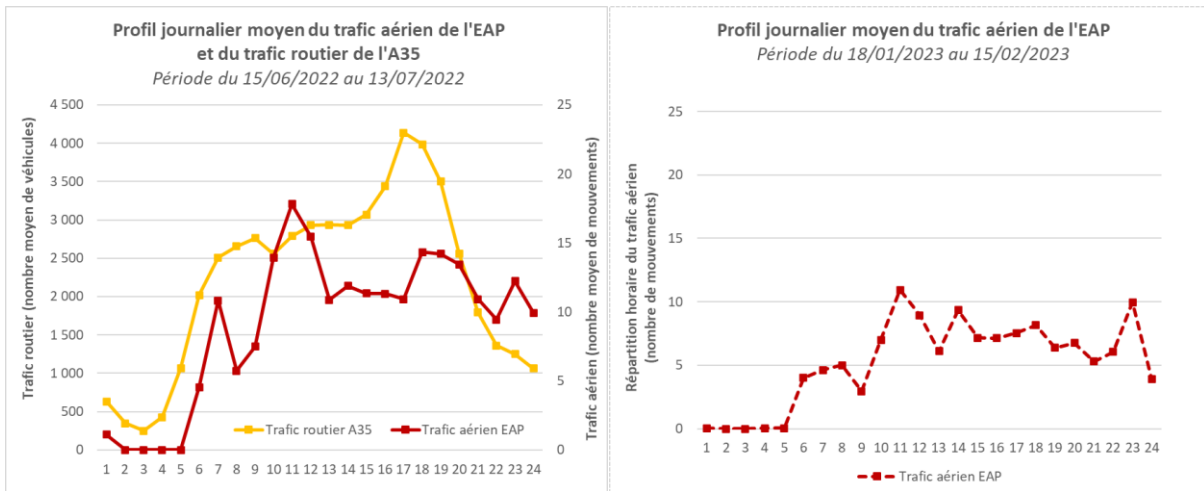


Figure 24 : Profils moyens journaliers : phase estivale - Mouvements aériens de l'EAP (atterrissages + décollages) et trafic routier – phase hivernale - Mouvements aériens de l'EAP (atterrissages + décollages)

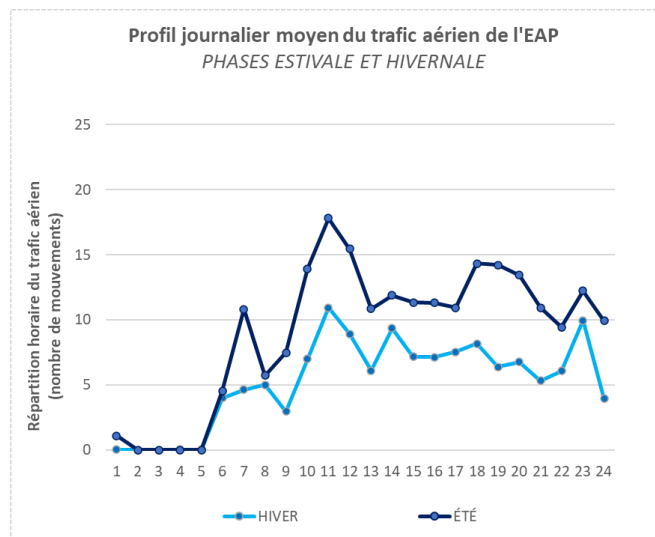


Figure 25 : Profils moyens journaliers du trafic aérien total : phase estivale et phase hivernale

Sur la phase estivale, l'A35 (trafic routier) est caractérisée par une augmentation conséquente du trafic entre 04h00 et 09h00, passant de moins de 500 véhicules/heure à presque 2 800 véhicules/heure. Le trafic baisse ponctuellement entre 09h00 et 10h00 puis réaugmente jusqu'à midi (12h00) approchant les 3000 véhicules/heure. De 12h00 à 14h00 le trafic se stabilise. Entre 14h00 et 17h00, le trafic s'intensifie pour atteindre le maximum de 4 100 véhicules/heure à 17h00. A partir de 17h00 jusqu'à 03h00, le trafic décroît (250 véhicules/heure à 03h00) avant l'augmentation du petit matin. *Pour rappel, les données hivernales du trafic routier en provenance de la CEA ne sont pas disponibles.*

Concernant le **trafic aérien, été comme hiver, les dynamiques sont similaires mais le nombre de mouvements horaire est plus important en été.** 06h00 (entre 05h00 et 06h00) marque le démarrage de l'activité sur le tarmac avec en été une 1^{ère} pointe à 11 mouvements en moyenne à 07h00 et en hiver à 5 mouvements à 08h00. Ensuite, les décollages/atterrissages diminuent avant de s'intensifier de 09h00 à 11h00 avec 11h00 un pic à 18 mouvements en été et 11 mouvements en hiver (maximum horaire de la journée). Entre 11h00 et 13h00, l'activité baisse (11 mouvements à 13h00 en été et 6 en hiver) puis

se stabilise, fluctuant entre 13h00 et 18h00 de 11 à 14 mouvements en été et de 6 à 8 mouvements en hiver. A partir de 18h00, le trafic chute jusqu'à 22h00 en été (9,5 mouvements) et 21h00 en hiver (5,3 mouvements) avant une petite reprise jusqu'à 23h00 (10 mouvements en hiver, second maximum horaire de la journée et 12 mouvements en été). L'activité baisse ensuite constamment jusqu'à s'arrêter entre 02h00 et 05h00 en été et 01h00 et 05h00 en hiver.

→ En été, il ressort une intensification du trafic routier sur l'A35 et du trafic des avions sur la plateforme aéroportuaire corrélée aux mêmes heures le matin, à compter de 04h00-05h00 et ce jusque vers 10h00-11h00 (avec un décalage dans la survenue du pic de trafic : 09h00 sur l'A35 et 11h00 en piste). Alors que le trafic aérien se stabilise l'après-midi, l'A35 est marquée par un regain d'activité entre 15h00 et 17h00. La baisse du trafic sur l'A35 et l'aéroport s'amorce aux alentours de 19h00. Alors que l'activité est à l'arrêt sur la piste de l'aéroport pendant la nuit (entre 02h00 et 05h00), un flux routier minimal est maintenu sur l'A35 (inférieur à 500 véhicules/heure). En analysant des données de trafic routier d'une année précédente, les mêmes variations horaires sont observées en moyenne avec plus ou moins de véhicules. Les conclusions de la phase estivale peuvent donc être reprises à titre indicatif sur la phase hivernale.

Les profils journaliers du trafic routier de l'A35, du trafic aérien et des niveaux de pollution de la phase estivale et de la phase hivernale avec le trafic aérien et les niveaux de polluants sont représentés au travers des figures 26 à 30.

NO₂-NO

✓ Phase estivale

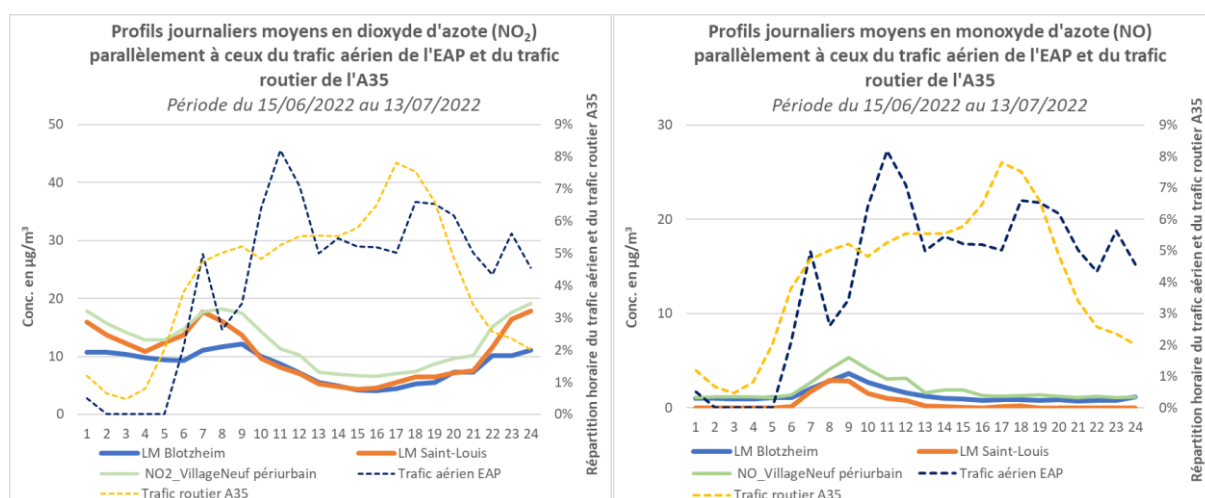
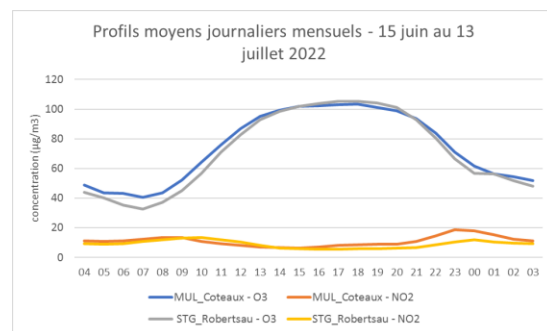


Figure 26 : profils journaliers phase estivale : mouvements totaux du trafic aérien, trafic routier et du NO₂ - NO

En été, les pics de concentrations observés à Blotzheim et Saint-Louis en oxydes d'azote (NO, NO₂) entre 05h00 et 07h00-08h00 correspondent à la période d'intensification du trafic à la fois de l'A35 et de l'aéroport (et des activités humaines en général).

En été, les corrélations perçues entre 21h00 et 00h00 pour le NO₂ (uniquement) avec le trafic aérien (et pas avec le trafic routier de l'A35) auraient tendance à montrer l'influence de la plateforme aéroportuaire sur les teneurs mesurées de part et d'autre de celle-ci. Cependant, les concentrations mesurées sur la station de Village-Neuf, éloignée à 2 km à l'Est de la plateforme (site moins influencé par les activités

aéroportuaires), supérieures aux unités mobiles de Blotzheim et de Saint-Louis et de mêmes dynamiques, suggèrent plutôt une origine des émissions globale à la zone d'étude (également, le NO₂ étant un précurseur d'ozone, il est consommé en journée, avec d'autres polluants primaires, en cas de fort ensoleillement et chaleur par les réactions photochimiques de production d'ozone et a donc tendance à émissions égales, à diminuer en journée et à augmenter le soir, cf. profils moyens journalier en NO₂ et O₃ sur les stations de Mulhouse et de Strasbourg ci-contre).



✓ Phase hivernale

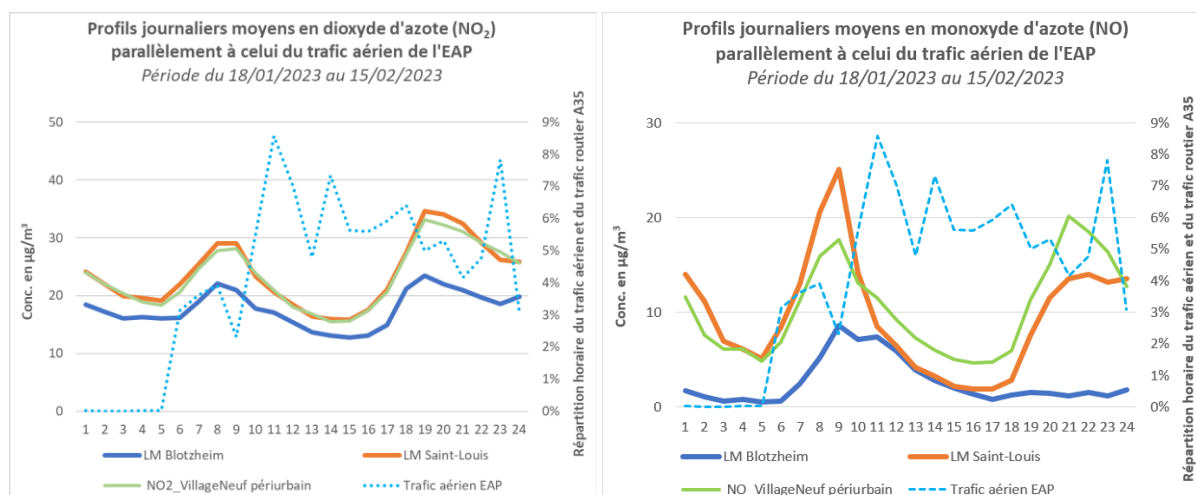


Figure 27 : Profils journaliers phase hivernale : mouvements totaux du trafic aérien et du NO₂ - NO

En hiver, les pics de concentrations observés à Blotzheim et Saint-Louis en oxydes d'azote (NO, NO₂) entre 05h00 et 07h00-08h00 correspondent à la hausse des mouvements sur le tarmac (et probablement du trafic routier).

Après les pics matinaux, c'est en fin d'après-midi/début de soirée/soirée que les teneurs augmentent, plus précisément entre 16h00 et 19h00 pour le NO₂ (avec aux mêmes moments un léger accroissement du trafic aérien et probablement une intensification de la migration routière pendulaire) et entre 17h00 et 21h00 pour le NO (à Saint-Louis et Village-Neuf). Durant le second pic de trafic aérien entre 21h00 et 23h00 il n'y a pas de hausse marquée des concentrations dans les secteurs environnants.

Les variations en NO₂-NO aux environs de l'aéroport, sur Blotzheim, Saint-Louis et Village-Neuf, semblent être multifactorielles et liées à l'ensemble des activités se déroulant à leurs abords.

Sur les deux unités mobiles, en parallèle du plus gros pic du trafic aérien, les concentrations sont en baisse depuis quelques heures auparavant déjà.

PM10

✓ Phase estivale

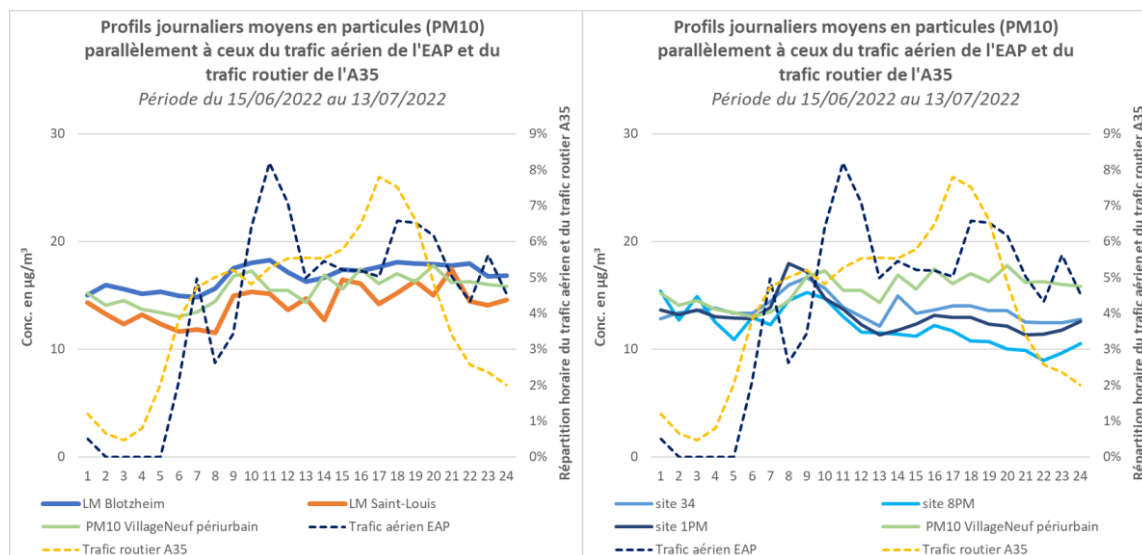


Figure 28 : Profils journaliers phase estivale : mouvements totaux du trafic aérien, trafic routier et des PM10

Les sites aéroports (1PM-34PM et 8PM) présentent chacun, en phase estivale, un pic matinal atteint à 09h00 légèrement décalé par rapport au premier pic du trafic aérien et correspondant aux premières hausses du second pic (démarrant à 08h00 jusqu'à 11h00). Les niveaux baissent à partir de 09h00 alors que le trafic aérien continue d'augmenter. En parallèle, le trafic routier a aussi augmenté entre 04h00 et 09h00. L'après-midi, les sites 34 et 1PM répondent à l'augmentation du trafic aérien et routier entre 13h00 et 17h00. Le site 8 PM est un peu plus décalé. Alors que le trafic routier est en chute la nuit, les hausses observées sur les sites aéroport sont corrélées à la petite et dernière augmentation du trafic aérien sur cette période. Le site 8 PM semble être à nouveau un peu décalé avec un pic à 01h00.

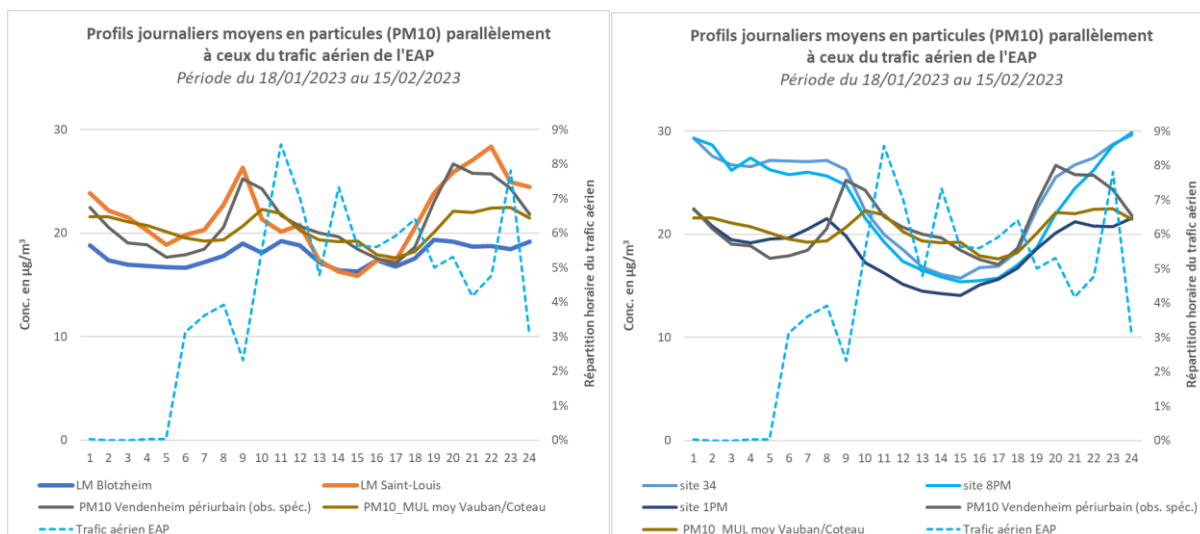
Les deux sites Blotzheim et Saint-Louis ne voient pas leurs teneurs augmenter lors de la première intensification matinale du trafic aérien et routier (05h00-07h00).

Le site de Saint-Louis marque une augmentation nette des teneurs en PM10 lors de la deuxième activité matinale entre 08h00 et 11h00, période de croissance du trafic aérien alors que le trafic routier poursuit lentement sa hausse entamée à 04h00. Au cours de la journée et jusqu'à 20h00, les variations à Saint-Louis semblent aller de pair avec celle du trafic à la fois aérien et routier. Les niveaux à Blotzheim entament également une hausse le matin, entre 07h00 et 11h00, et une baisse entre 11h00 et 13h00 corrélée à une moindre activité sur la piste tandis que le trafic routier demeure stable. Les niveaux sont moins fluctuants que sur Saint-Louis par la suite, en légère hausse tout au long de l'après-midi/soir. Le soir, la légère reprise d'activité sur la piste durant une heure ne semble pas influencer sur les teneurs des deux UM.

Sur la station de Village Neuf, plus éloignée, les concentrations demeurent à tout moment au-dessus des sites 34PM, 8PM, Saint-Louis et hormis entre 07h00 et 09h00 sur le site 1 PM. Blotzheim, en revanche est constamment au-dessus (ou à des niveaux égaux à certaines heures) du fond péri-urbain.

L'activité de l'aéroport étant réduite la nuit et l'UM étant peu sous les vents de l'aéroport, l'atmosphère de Blotzheim pourrait à cette période avoir été soumise à des influences très localisées.

✓ Phase hivernale



Station Village Neuf PM10 : données non disponibles en hiver

Figure 29 : Profils journaliers phase hivernale : mouvements totaux du trafic aérien et des PM10

Sur les 3 sites de l'aéroport, les concentrations en PM10, en phase hivernale, augmentent à partir du milieu de l'après-midi (15h00) et tout au long de la soirée et de la nuit jusqu'à 01h00, alors que le trafic aérien est variable (successions de hausses et de baisses, hausses uniquement entre 16h00-18h00 et 21h00-23h00). De 01h00 à 04h00 les concentrations baissent hormis sur le site 8PM qui voit une toute petite augmentation ponctuelle entre 03h00 et 04h00. Les concentrations sur ce site baissent ensuite jusqu'à la hausse généralisée mentionnée ci-dessus. Sur les deux autres sites, 1PM et 34PM, les concentrations ne sont pas en baisse, mais plutôt en très légère augmentation jusqu'à 08h00 alors que le trafic aérien a repris et augmenté considérablement depuis 05h00 jusqu'à 08h00 (données de 07h00 à 08h00). A partir de 09h00 et jusqu'à 11h00 où le trafic aérien atteint son maximum, les sites aéroport sont en nette décroissance (entamée dès 08h00) jusqu'à 15h00.

Sur Saint-Louis, la variation des concentrations est plus marquée que sur Blotzheim et les dynamiques divergentes selon les moments. Tout comme les sites aéroport, à partir du 15h00 les niveaux augmentent jusqu'à 22h00 à Saint-Louis et 19h00 à Blotzheim. Sur Blotzheim, ils sont assez stables ensuite la soirée et la nuit (variations de plus ou moins $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) avec une baisse un peu plus conséquente entre 01h00 et 02h00. Sur Saint-Louis, ils baissent de 22h00 à 05h00. Le pic de trafic aérien du soir n'est pas perceptible sur les concentrations de ces deux communes. Alors que le trafic aérien est plus actif entre 05h00 et 08h00, les concentrations augmentent sur les deux UM entre 05h00 et 09h00, puis baissent ensuite durablement jusqu'à 15h00 à Saint-Louis, tandis qu'à Blotzheim elles baissent très légèrement entre 09h00 et 10h00 ($-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et réaugmente légèrement entre 10h00 et 11h00 ($+1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) puis baissent continuellement jusqu'à 15h00. Le pic de trafic aérien de fin de matinée à 11h00 entraînant une hausse des émissions locales ne se traduit pas par une hausse des concentrations sur Blotzheim et Saint-Louis.

Contrairement à l'été, Blotzheim est nettement en dessous de Saint-Louis sur cette phase hivernale, et est également inférieure aux stations fixes de fond urbain Mulhousien et péri-urbain de Vendenheim (Bas-Rhin). Saint-Louis est au-dessus, sauf en journée de 10h00 à 16h00. Ces stations fixes, très éloignées de l'aéroport et traduisant un fond global de pollution, présentent par ailleurs une dynamique similaire aux deux communes notamment sur les pics du matin et du soir.

PM2.5

✓ Phase estivale

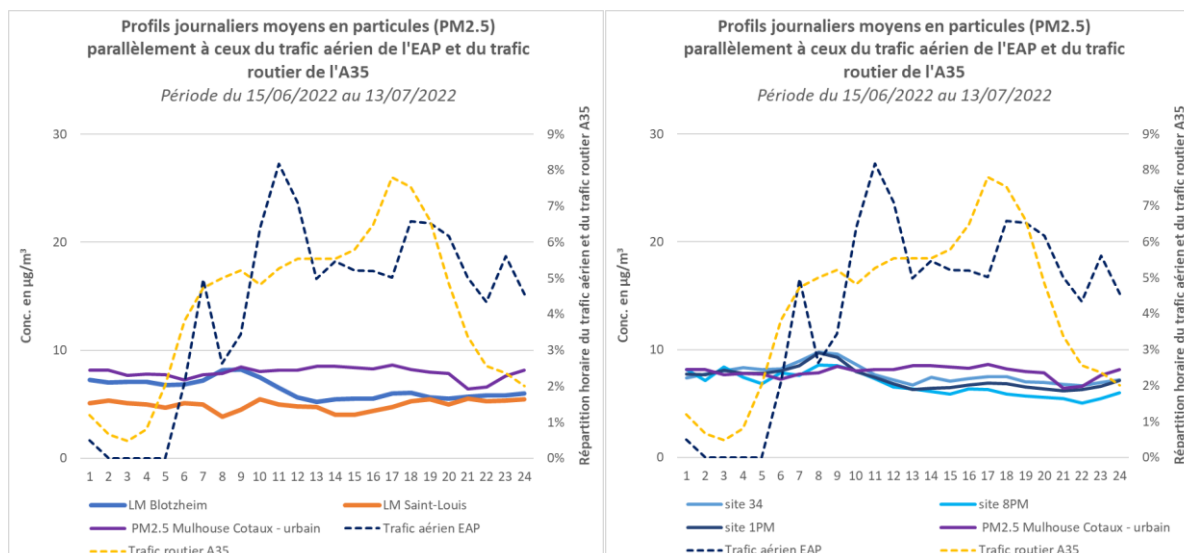


Figure 30 : Profils journaliers phase estivale : mouvements totaux du trafic aérien, trafic routier et des PM2.5

Les points sur l'aéroport sont en légère hausse entre 07h00 et 08h00 correspondant à la première augmentation matinale des mouvements aérien (entamée à partir de 05h00), mais aussi du trafic routier plus au loin. Par la suite, les niveaux baissent progressivement jusqu'à 13h00 tandis que le trafic sur la piste a repris depuis 08h00 après avoir chuté entre 07h00 et 08h00. Durant toute l'après-midi et le soir, les niveaux montrent peu de variation contrairement au trafic aérien et routier.

L'UM de Saint-Louis, dont les niveaux sont globalement bas, révèle de légères hausses entre 08h00 et 10h00 et entre 14h00 et 19h00 au gré du trafic aérien et routier. Blotzheim manifeste également une petite hausse de 07h00 à 09h00 avant de continuellement baisser ou de se stabiliser. Les niveaux en PM2.5 des deux UM se positionnent en dessous d'un fond urbain non influencé par des activités aéroportuaires.



Site 1PM



Site 34

Phase hivernale

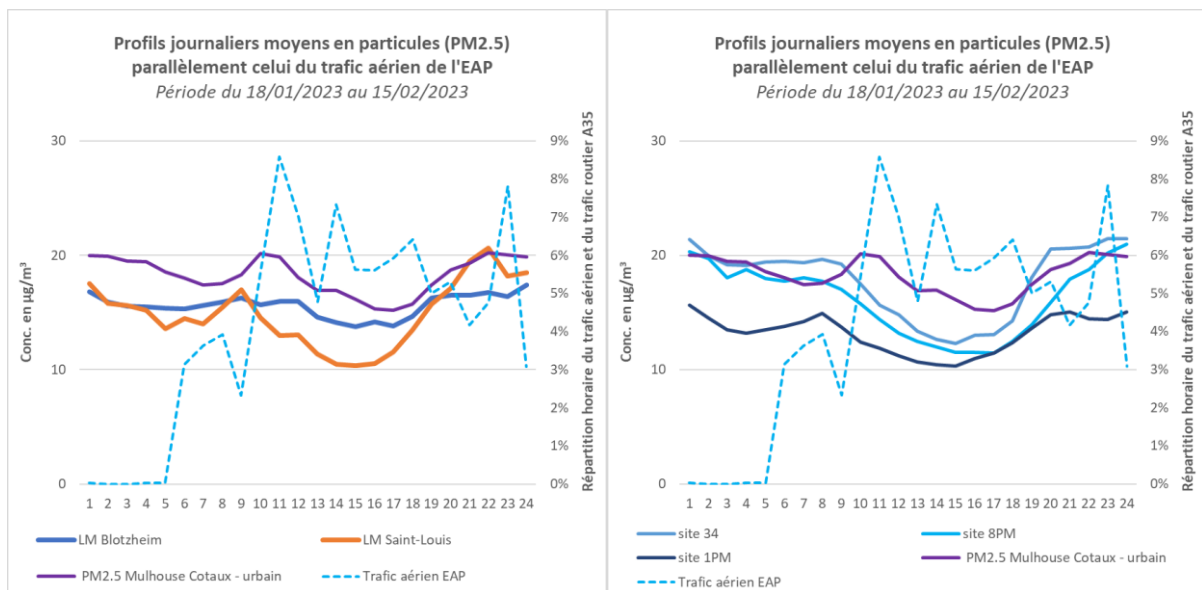


Figure 30 : Profils journaliers phase hivernale : mouvements totaux du trafic aérien et des PM2.5

Les concentrations évoluent de la même manière que les PM10, à des niveaux moins élevés. Le site 34PM est au-dessus de la station de fond urbain mulhousien de 05h00 à 10h00 et de 19h00 à minuit. Les deux autres sites de l'aéroport sont plus bas que la station. Blotzheim se situe en dessous de la station fixe et Saint-Louis l'est également sauf à 21h00 et à 22h00, où les concentrations sont égales.

SO₂

Les résultats sont très faibles sur les deux phases (inférieures à 2 µg/m³). En été, l'UM de Saint-Louis semble être située dans un niveau de fond variant principalement à la hausse (légère) entre 07h00 et 13h00, correspondant à une augmentation des trafics aérien et routier. L'UM de Blotzheim est à 0 et réagit très faiblement entre 09h00 et 13h00 (0,1 µg/m³).

En hiver, les deux UM présentent plus de variations, notamment Blotzheim qui semble évoluer à la hausse aux moments des périodes plus intenses de trafic aérien. Saint-Louis, varie avec moins d'amplitude, et reste entre 1 et 1,6 µg/m³.

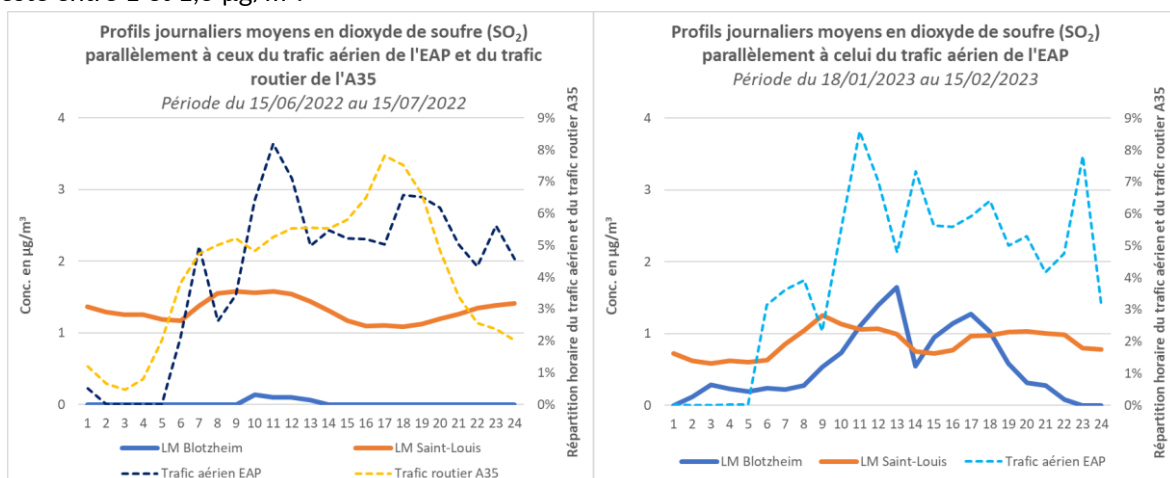


Figure 31 : Profils journaliers phases estivale et hivernale : mouvements totaux du trafic aérien, trafic routier (été) et du SO₂

4.6.3. Résultats issus des laboratoires mobiles en référence aux normes

➤ Valeurs de référence :

Les normes françaises prises en compte pour le court terme sont les suivantes (tableau 6) :

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité (moyennes annuelles)	Seuil information / recommandations	Seuils d'alerte
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³	40 µg/m ³	En moyenne horaire : 200 µg/m ³	En moyenne horaire : <ul style="list-style-type: none"> • 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives • 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain
	En moyenne horaire : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an			
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	50 µg/m ³	En moyenne horaire : 300 µg/m ³	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m ³
	En moyenne horaire : 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an			
Particules PM10	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³	30 µg/m ³	En moyenne journalière : 50 µg/m ³	En moyenne journalière : 80 µg/m ³
	En moyenne journalière : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an			
Particules PM2.5	25 µg/m ³	10 µg/m ³	/	/

Tableau 6 : Normes françaises de qualité de l'air

Les normes suisses prises en compte sont les suivantes (tableau 7) :

Substance	Valeur limite d'immission	Définition statistique
Dioxyde de Soufre (SO ₂)	30 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m ³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m ³
	100 µg/m ³	Moyenne par 24h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Dioxyde d'azote (NO ₂)	30 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m ³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	Moyenne par 24h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Poussières en suspension (PM10)	20 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	50 µg/m ³	Moyenne par 24h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus de trois fois par année
Poussières en suspension (PM2.5)	10 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)

Tableau 7 : Normes suisses de qualité de l'air.

(https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/fr#app7ahrfe0)

➤ Pour le NO₂

Les maxima horaires journaliers en NO₂ enregistrés entre le 15/06/2022 et le 13/07/2022 ont varié entre :

- 11,0 et 44,4 µg/m³ sur le site 17LM à Saint-Louis, à l'Est de la plateforme aéroportuaire ;
- 7,0 et 30,1 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (site 19LM), à l'Ouest de l'aéroport.

Les maxima horaires journaliers en NO₂ enregistrés entre le 18/01/2023 et le 15/02/2023 ont varié entre :

- 18,3 et 84,2 µg/m³ sur le site 17LM à Saint-Louis, à l'Est de la plateforme aéroportuaire ;
- 7,4 et 56,6 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (site 19LM), à l'Ouest de l'aéroport.

Ces niveaux sont inférieurs aux seuils français d'information/recommandation et d'alerte fixés respectivement à 200 et 400 µg/m³ sur une heure (figure 32).

Les moyennes journalières estivales en NO₂ ont varié entre :

- 4,8 et 19,3 µg/m³ sur le site 17LM à Saint-Louis, à l'Est de la plateforme aéroportuaire ;
- 2,6 et 15,1 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (site 19LM), à l'Ouest de l'aéroport.

Et les moyennes journalières hivernales en NO₂ ont quant à elles varié entre :

- 4,8 et 19,3 µg/m³ sur le site 17LM à Saint-Louis, à l'Est de la plateforme aéroportuaire ;
- 8,5 et 41,3 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (site 19LM), à l'Ouest de l'aéroport.

Ces niveaux sont inférieurs à la valeur limite d'immission suisse fixée à 80 µg/m³ sur une journée à ne pas dépasser plus d'une fois par année (figure 33).

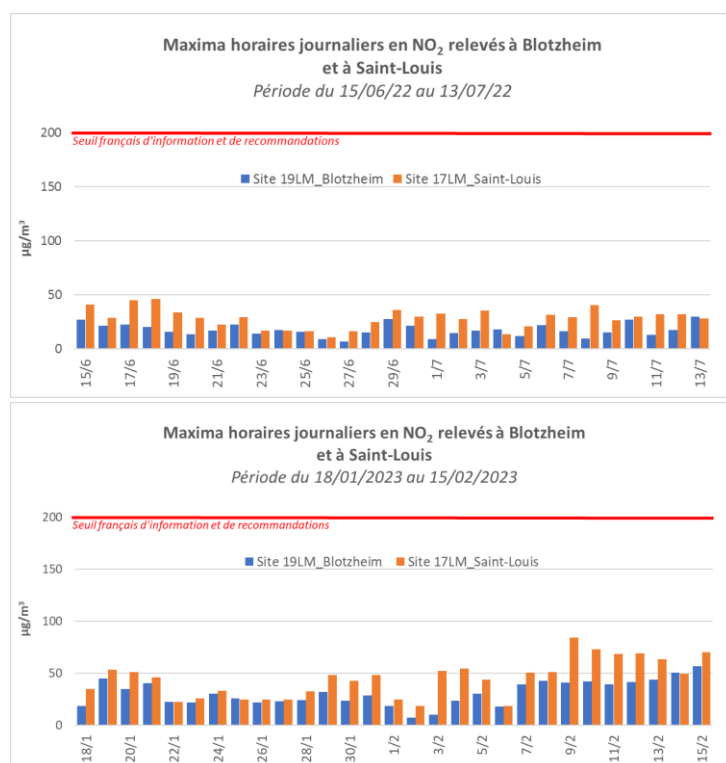


Figure 32 : Maxima horaires journaliers - Blotzheim et Saint-Louis (UM) en NO₂ - phase été/hiver

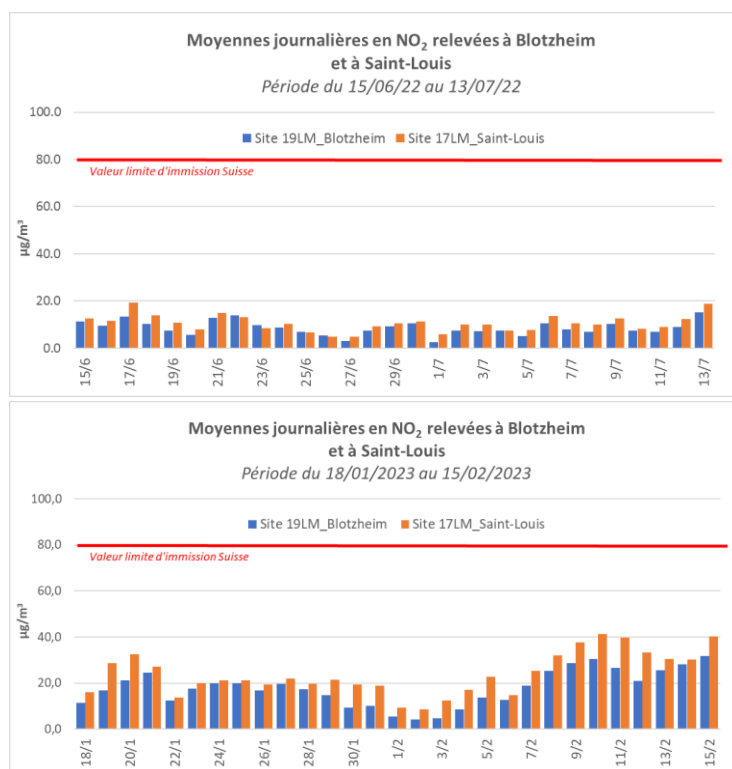


Figure 33 : Moyennes journalières - Blotzheim et Saint-Louis (UM) en NO₂ - phase été/hiver

➤ Pour les PM₁₀

Les moyennes journalières en PM₁₀, sur la phase estivale ont fluctué entre :

- Saint Louis 17 LM : 3,1 et 33,9 µg/m³ sur le site 17LM en phase estivale et 5,8 et 49,5 µg/m³ en phase hivernale ;
- Blotzheim 19LM : 5,0 et 35,9 µg/m³ en phase estivale et 3,9 et 38,8 µg/m³ en phase hivernale ;
- Site 34 PM sur plateforme aéroportuaire : 2,5 et 41,7 µg/m³ en phase estivale et 6,1 et 47,7 µg/m³ en phase hivernale ;
- Site 1 PM sur plateforme aéroportuaire : 2,4 et 37,7 µg/m³ en phase estivale et 6,0 et 45,3 µg/m³ en phase hivernale ;
- Site 8 PM sur plateforme aéroportuaire : 4,4 et 30,9 µg/m³ en phase estivale et 11,1 et 134,7 µg/m³ en phase hivernale.

Ces niveaux sont inférieurs aux seuils français d'information/recommandation et d'alerte fixés respectivement à 50 et 80 µg/m³ en moyenne 24 heures ainsi qu'à la valeur limite d'immission suisse fixée à 50 µg/m³ en moyenne 24 heures à ne pas dépasser plus d'une fois par année (figure 34). La comparaison pour les sites sur l'aéroport instrumentés par les systèmes capteurs est donnée à titre indicatif.

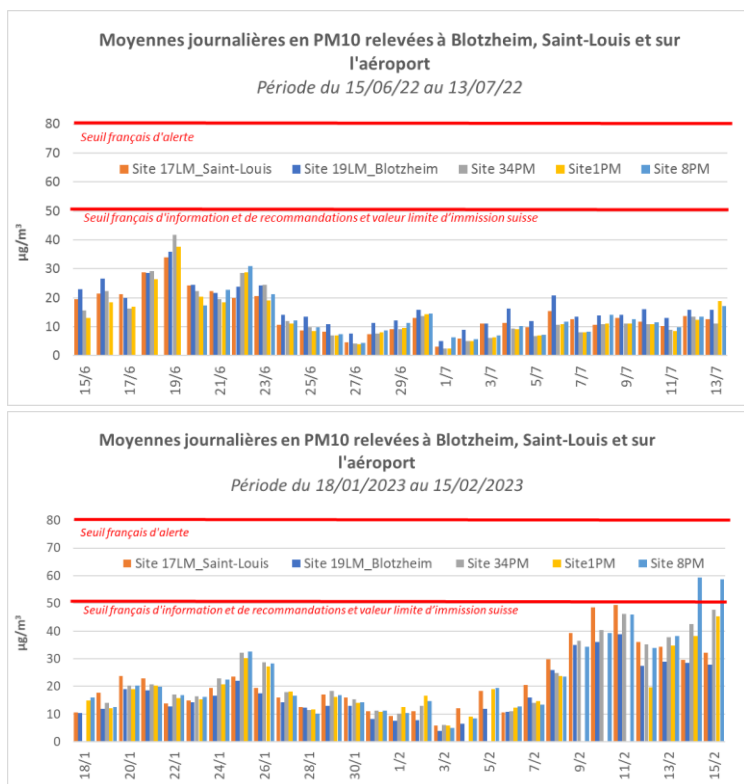


Figure 34 : Moyennes journalières - Blotzheim et Saint-Louis (UM) en PM10 – phase été/hiver

Manque de données des journées du 18/01 et du 04-05/02 pour le site 34PM et du 9-10-11/02 pour le site 1PM.

➤ Spécificité lors de la campagne hivernale :

A noter, une élévation des niveaux de PM10 mais aussi de NO₂ à l’approche de la fin de campagne hivernale sur les deux sites.

Ce constat n’est pas spécifique à la zone d’étude mais revêt un caractère régional (figure 35).

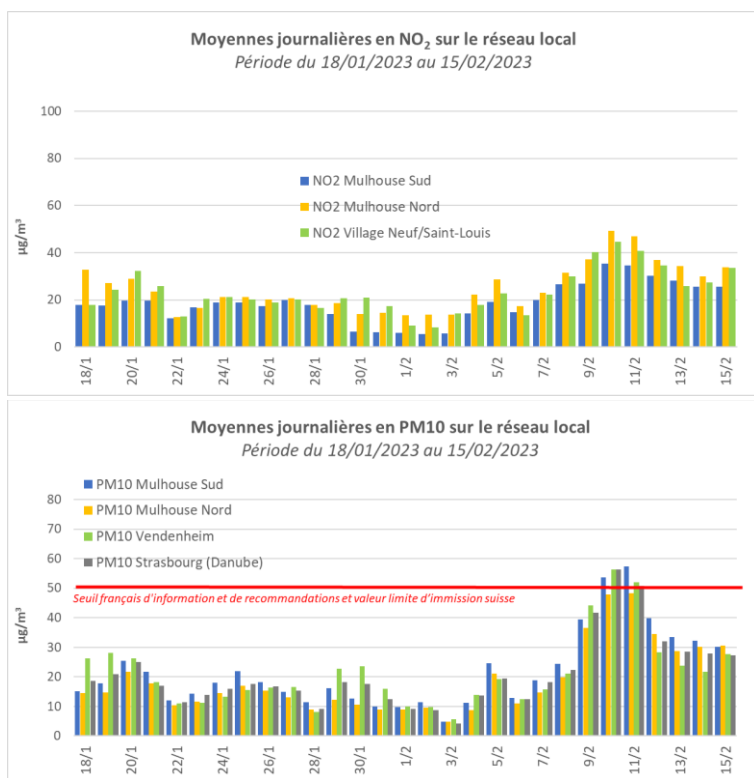
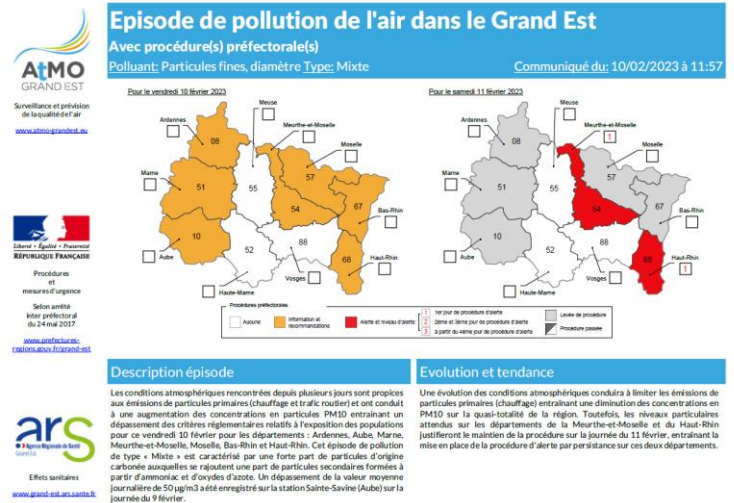


Figure 35 : moyennes journalières – quelques stations du réseau Alsace en en NO₂ et PM10 – phase hivernale

En effet, un épisode de pollution aux particules PM10 a touché la région entre le 9 et le 15 février 2023 avec pour le Haut-Rhin, 5 jours de procédures au total : le 10/02 la procédure d'information/recommandations a été déclenchée et les 4 autres jours, la procédure d'alerte a été mise en place (sur persistance, pas de dépassement du niveau d'alerte).



Exemple d'un communiqué le 10/02/2023

➤ Pour le SO₂

Les maxima horaires journaliers en SO₂ enregistrés sur les deux phases ont varié entre :

- 0 et 2,7 µg/m³ en phase estivale et 0 et 5,0 µg/m³ en phase hivernale sur le site 17LM à Saint-Louis, à l'Est de la plateforme aéroportuaire ;
- 0 et 3,0 µg/m³ en phase estivale et 0 et 7,3 µg/m³ en phase hivernale dans la commune de Blotzheim (site 19LM), à l'Ouest de l'aéroport.

Ces niveaux sont inférieurs aux seuils français d'information/recommandation et d'alerte fixés respectivement à 300 et 500 µg/m³ sur une heure (figure 36).

Les moyennes journalières en SO₂ ont montré, quant à elles, peu de variabilité, toutes inférieures à 3 µg/m³ quel que soit le site d'observation.

Ces niveaux sont inférieurs à la valeur limite d'immission suisse fixée à 100 µg/m³ sur une journée à ne pas dépasser plus d'une fois par année (figure 37).

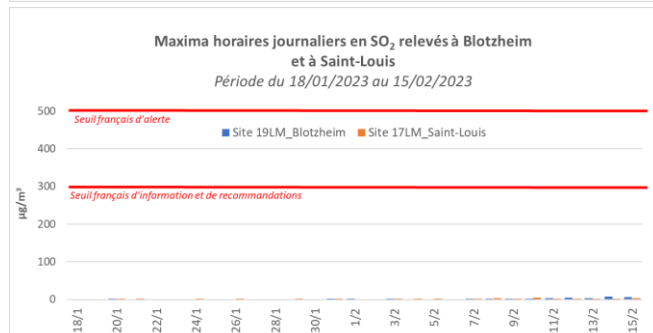
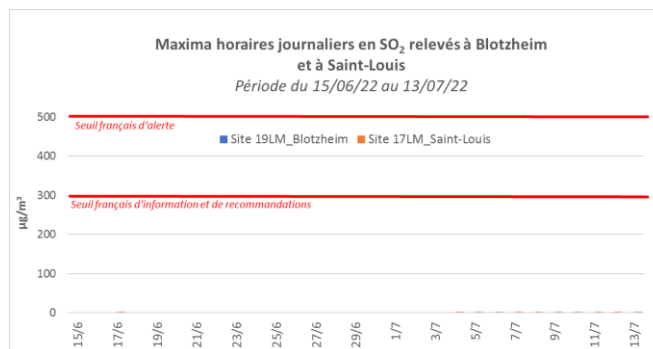


Figure 36 : Maxima journaliers - Blotzheim et Saint-Louis (UM) en SO₂ – phases été/hiver

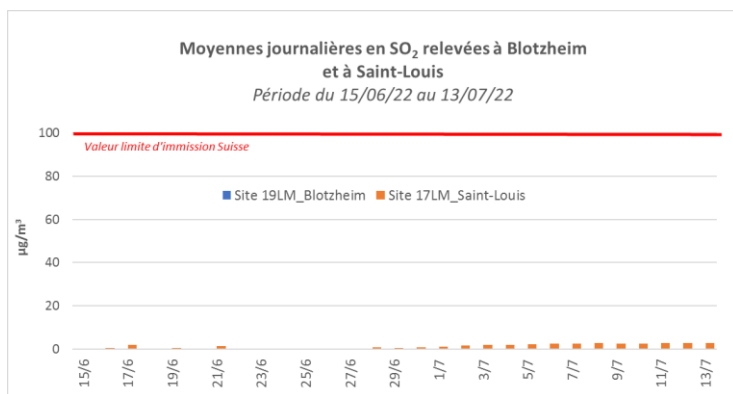
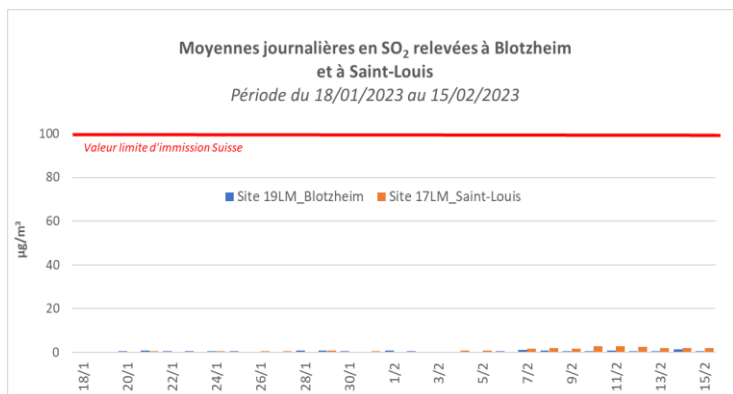


Figure 37 : Moyennes journalières - Blotzheim et Saint-Louis (UM) en SO₂ – phases été/hiver

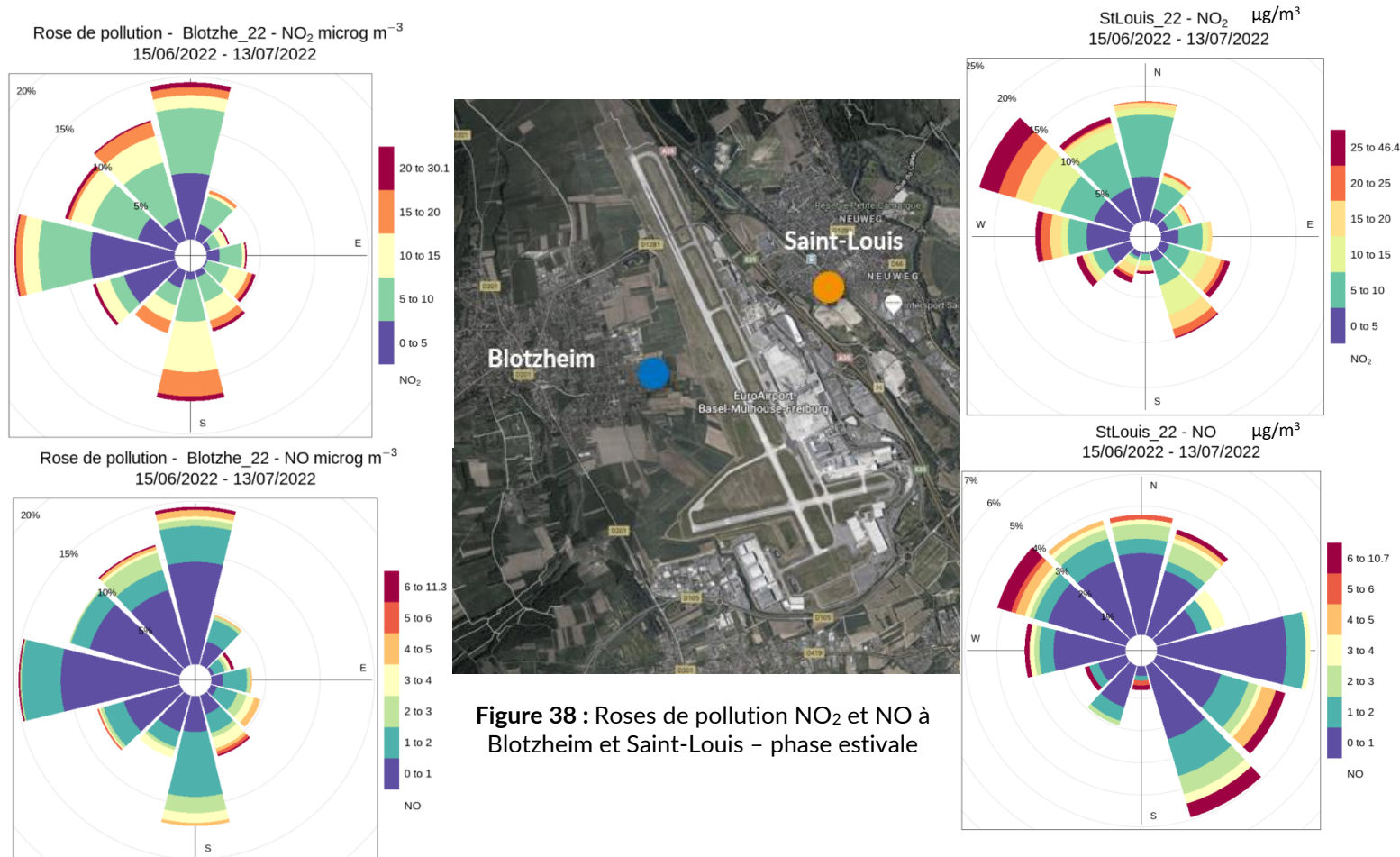


4.6.4. Roses de pollution mensuelles sur les données horaires

Les roses de pollution sont obtenues en combinant respectivement les données de vents et les concentrations en polluants. Les roses de pollution permettent de visualiser, sur chaque site de mesures, les principales directions de sources de pollution : y sont représentées les occurrences des concentrations horaires sur le mois de mesure du polluant étudié, pour chaque principale direction autour du point de mesure (pour rappel en partant des données horaires).



Phase estivale :

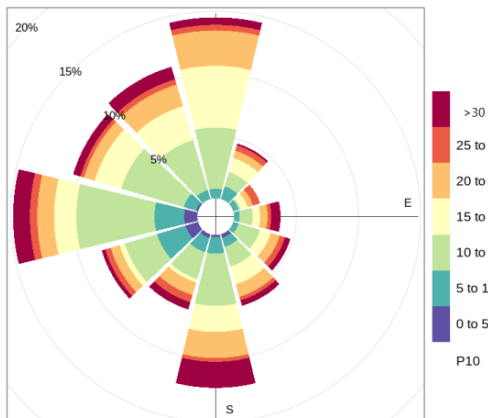


La rose de pollution en dioxyde d'azote (NO₂) établie sur le site 19LM de Blotzheim - affichant une concentration moyenne mensuelle de 8,4 µg/m³ sur la campagne de mesure - montre que les teneurs moyennes horaires les plus élevées sur la période ont été observées selon plusieurs directions de vent : une principale de secteur Sud, et en remontant vers le Nord : secteurs Ouest/Nord-Ouest à Nord. A l'Est de la plateforme aéroportuaire, à Saint-Louis (17LM), site affichant une concentration moyenne sur la période de 10,4 µg/m³, les concentrations moyennes les plus importantes ont également été relevées selon plusieurs directions de vent : une principale de secteur Ouest/Nord-Ouest et plusieurs secondaires multidirectionnelles (Sud-Est et Nord/Nord-Ouest principalement).

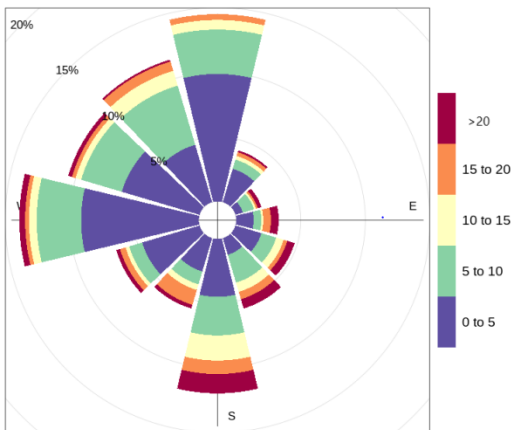
Les roses de pollution établies pour le monoxyde d'azote sur les sites de Blotzheim et de Saint-Louis confirment les tendances relevées pour le dioxyde d'azote (NO₂).

Ces roses de pollution soulignent également la présence de faibles concentrations en NO mesurées pendant cette campagne de mesures.

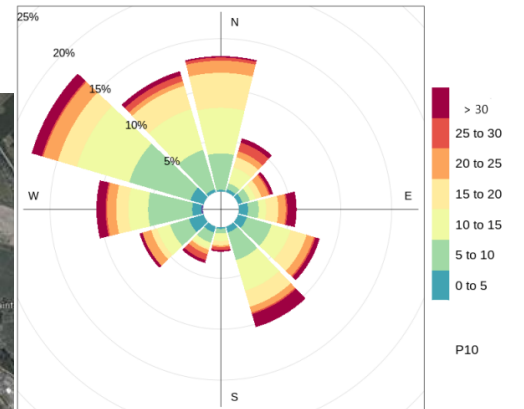
Blotzhe_22 - PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/06/2022 - 13/07/2022



Rose de pollution - Blotzhe_22 - PM 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/06/2022 - 13/07/2022



StLouis_22 - PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/06/2022 - 13/07/2022



StLouis_22 - PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/06/2022 - 13/07/2022

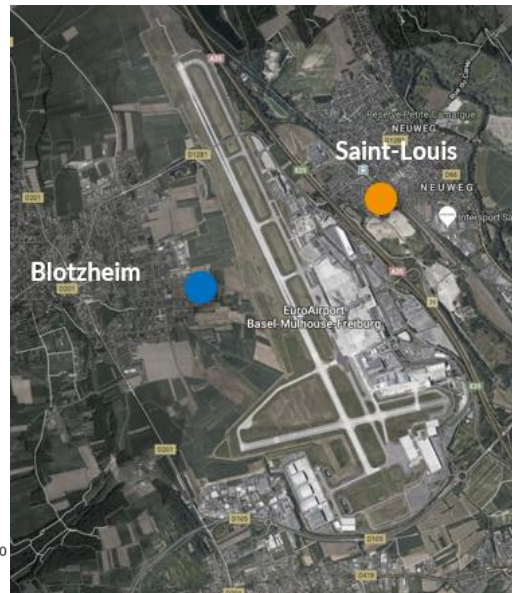
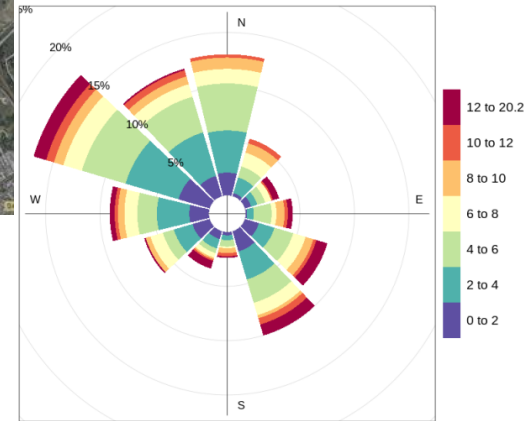


Figure 39 : Roses de pollution PM10-PM2.5 à Blotzheim et Saint-Louis – phase estivale

La pollution en particules PM10-PM2.5 mesurée à l'Ouest (Blotzheim) et à l'Est (Saint-Louis) de la plateforme aéroportuaire présente également beaucoup de variabilité. Les concentrations moyennes les plus importantes s'observent par vents de secteur Sud, Ouest et Nord-Ouest à Blotzheim et par vents de secteurs Sud-Est, Ouest et Ouest et Nord-Ouest sur le site de Saint-Louis.

Ces roses de pollution ont tendance à montrer que l'origine spatiale de la pollution est très variable sur la zone d'étude sur la phase estivale. Les sources sont également multiples avec l'aéroport et l'A35 notamment.

L'UM de Blotzheim (à l'emplacement en phase estivale rue de l'aéroport) peut être impactée par l'aéroport et l'A35 par vents d'Est, Nord-Est, et Sud-Est.

L'UM de Saint-Louis peut être impactée par l'aéroport et l'A35 par vents de Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest voire Sud → **L'UM de Saint Louis semble plus impactée directement, les concentrations horaires les plus élevées étant observées pour ces vents.**

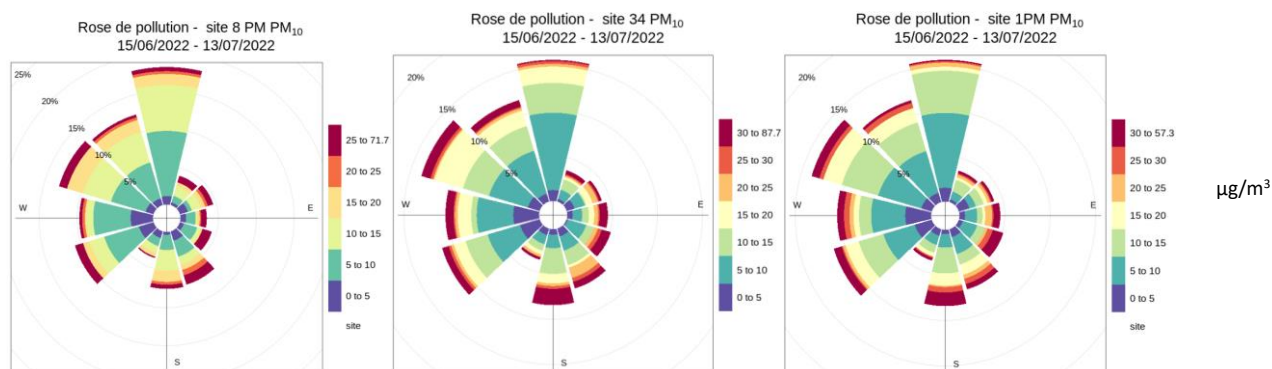


Figure 40 : Roses de pollution PM10 sur les sites aéroport (avec les données de vents de la station MF), de gauche à droite : sites 8PM-34-1PM – phase estivale

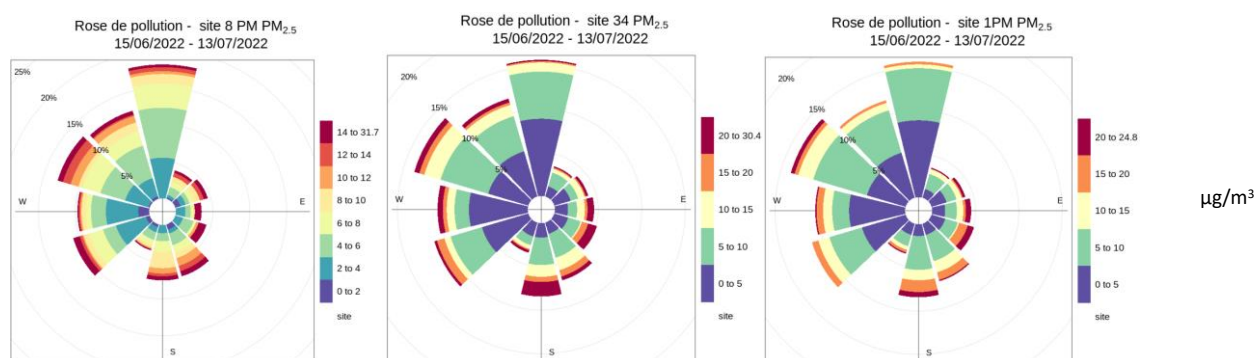


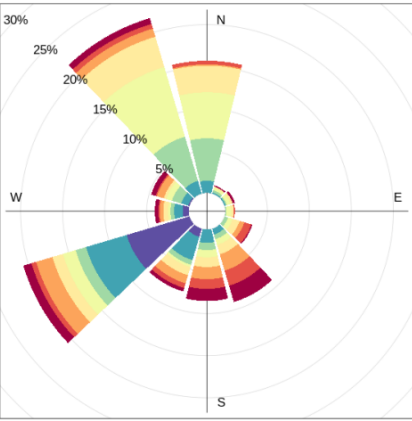
Figure 41 : Roses de pollution PM2.5 sur les sites aéroport (avec les données de vents de la station MF), de gauche à droite : sites 8PM-34-1PM – phase estivale

Sur l'aéroport (figures 40-41), les 3 sites de mesures présentent des similarités avec des directions hétérogènes sur tous les secteurs. Les sites sont positionnés à l'Est de la piste. Au regard de l'orientation de la piste, les vents de Nord-Ouest, Ouest, Sud-Ouest voire Sud peuvent les impacter directement. Cela s'observe sur les roses de pollution en particules avec les secteurs de Nord-Ouest à Sud représentés.

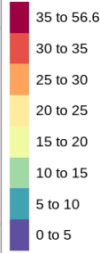
Les teneurs faibles en SO₂ ne permettent pas une interprétation des roses de pollution.

Phase hivernale :

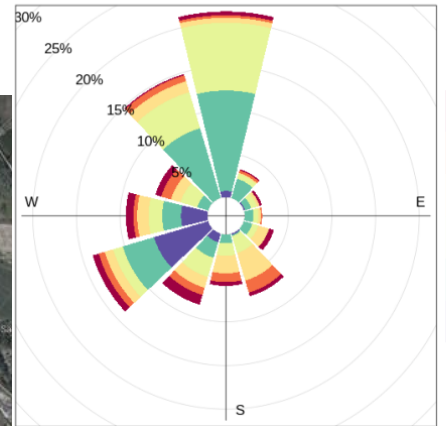
Rose de pollution - BLO
BLO NO₂ HIVER



µg/m³



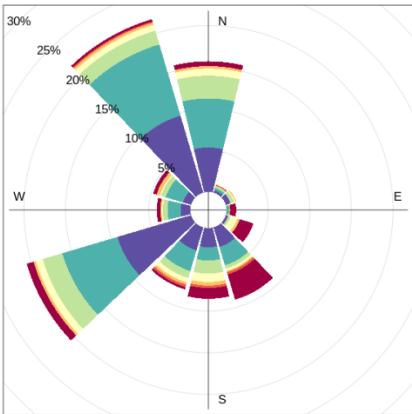
Rose de pollution - Saint Louis
NO₂ Saint Louis HIVER



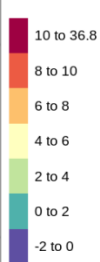
µg/m³



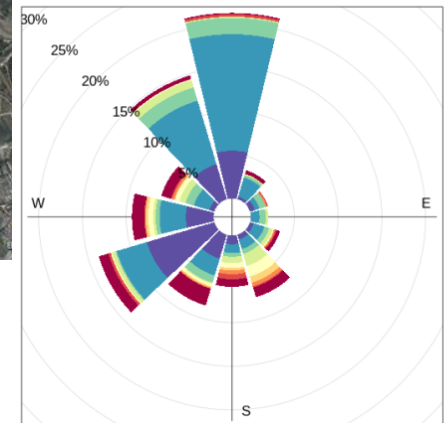
Rose de pollution - BLO
BLO NO HIVER



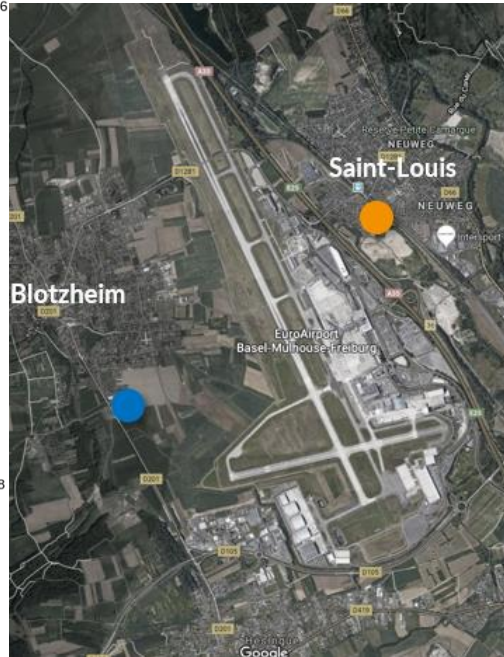
µg/m³



Rose de pollution - Saint-Louis
NO Saint-Louis HIVER



µg/m³

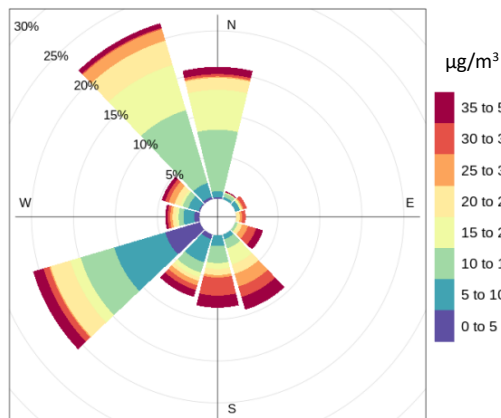


Figures 42 : Roses de pollution NO₂ et NO à Blotzheim et Saint-Louis - phase hivernale

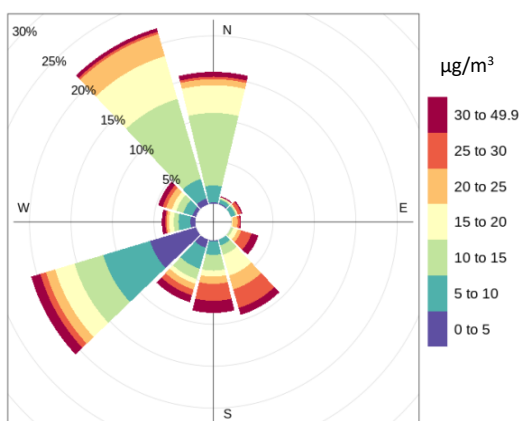
La rose de pollution en dioxyde d'azote (NO₂) établie sur le site 19LM de Blotzheim - affichant une concentration moyenne mensuelle de 18 µg/m³ sur la campagne de mesure - montre que les teneurs moyennes horaires les plus élevées (zones orange/rouge) sur la période ont été observées de secteurs Sud-Est à Ouest-Sud/Ouest. Les concentrations intermédiaires (zones jaunes) sont obtenus par vents de secteurs Nord-Nord/Ouest et Nord. A l'Est de la plateforme aéroportuaire, à Saint-Louis (17LM), où la moyenne sur la période est de 24 µg/m³, les concentrations moyennes les plus importantes ont été relevées principalement entre le Sud/Sud-Est et l'Ouest/Nord-Ouest. Les concentrations plus basses, sont associées aux secteurs Nord/Nord-Ouest et Nord.

Les roses de pollution établies pour le monoxyde d'azote sur les sites de Blotzheim et de Saint-Louis confirment les tendances relevées pour le NO₂.

Rose de pollution
BLO PM₁₀ HIVER

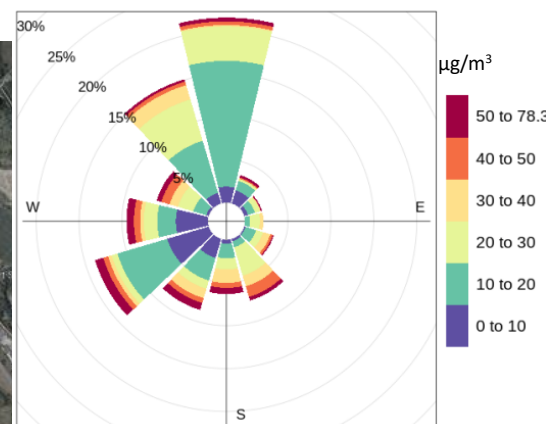


Rose de pollution
BLO PM_{2.5} HIVER

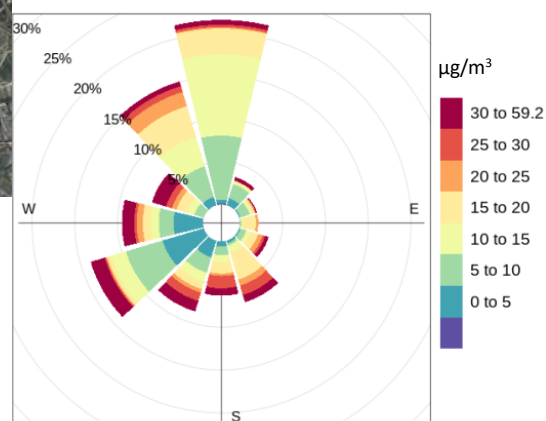


Figures 43 : Roses de pollution
PM₁₀-PM_{2.5} à Blotzheim et Saint-
Louis – phase hivernale

Rose de pollution
PM₁₀ Saint-Louis HIVER



Rose de pollution
PM_{2.5} Saint-Louis HIVER



La pollution en particules PM₁₀-PM_{2.5} mesurée à l'Ouest (Blotzheim) et à l'Est (Saint-Louis) de la plateforme aéroportuaire présente également beaucoup de variabilité. Les concentrations moyennes les plus importantes (axes orange/rouge) couvrent de larges secteurs de vents. Elles s'observent par vents allant des secteurs Est/Sud-Est jusqu'au Sud-Ouest à Blotzheim et par vents incluant les secteurs Sud-Sud/Est jusqu'au Nord/Nord-Ouest sur le site de Saint-Louis. Les secteurs Nord/Nord-Ouest et Nord représentent une large part de concentrations moins élevées sur les deux communes.

Ces roses de pollution ont tendance à montrer que l'origine spatiale de la pollution est très variable sur la zone d'étude sur cette phase hivernale. Pour les plus fortes concentrations, il n'y a pas vraiment de secteurs dominants qui se dégagent. Les sources de pollution autour des communes sont multiples avec l'aéroport et l'A35 notamment, sans oublier pour les PM₁₀-PM_{2.5}, des sources inhérentes aux saisons, telles que l'agriculture en été, et le chauffage résidentiel en hiver.

L'UM de Blotzheim (à l'emplacement hivernale près de la maison des associations) peut être impactée par l'aéroport et l'A35 par vents de Nord-Est, Est, et Sud-Est.

L'UM de Saint-Louis peut être impactée par l'aéroport et l'A35 par vents de Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest voire Sud → **L'UM de Saint Louis semble plus impactée directement, les concentrations horaires les plus élevées étant observées dans ces vents. Blotzheim est moins impactée, les concentrations par vents de secteurs Nord-Est et Est sont quasiment inexistantes. Seules les concentrations par vents de**

secteurs Sud-Est sont influentes, mais proportionnellement à tous les autres secteurs, elles sont peu représentées.

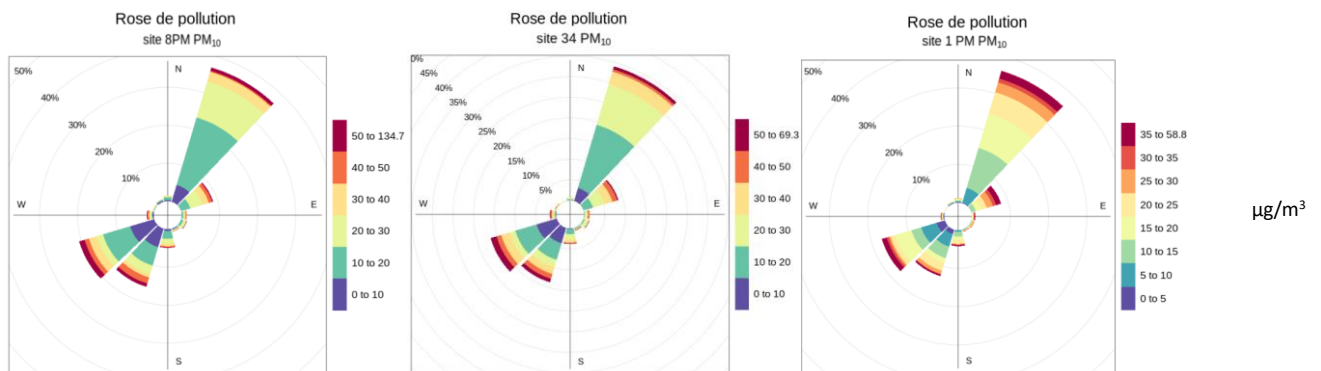


Figure 44 : Roses de pollution PM10 sur les sites aéroport (avec les données de vents de la station MF), de gauche à droite : sites 8PM-34-1PM – phase hivernale

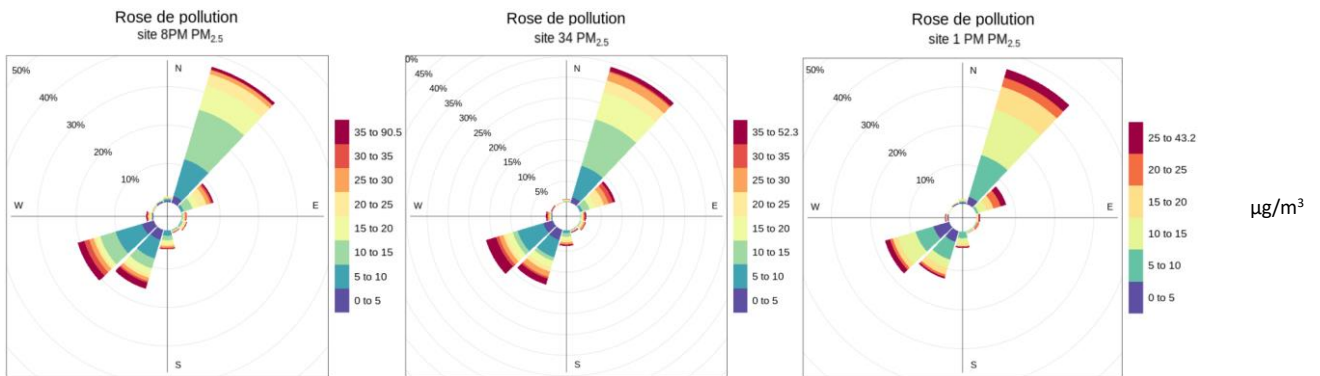


Figure 45 : Roses de pollution PM2.5 sur les sites aéroport (avec les données de vents de la station MF), de gauche à droite : sites 8PM-34-1PM – phase hivernale

Les 3 sites de mesures de l'aéroport sont très similaires avec une dominante Nord-Est sur la distribution de l'ensemble des concentrations et des concentrations plus fortes sur ce secteur (notamment le site 1 PM) mais aussi sur les secteurs Sud/Sud-Ouest et Sud-Ouest (sur les points 8PM et 34PM).

Les sites sont positionnés à l'Est de la piste. Au regard de l'orientation de la piste, les vents de Nord-Ouest, Ouest, Sud-Ouest voire Sud peuvent les impacter directement. Les secteurs Sud/Sud-Ouest et Sud-Ouest apparaissent sur les roses mais sont globalement sous représentés sauf pour les concentrations les plus fortes aux points 8PM et 34.

Les teneurs faibles en SO₂ ne permettent pas une interprétation des roses de pollution.

5. EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUTION

5.1. SUIVI ANNUEL DES NIVEAUX DE POLLUTION DE LA ZONE DEPUIS 2005

La station SLA implantée dans la zone d'étude à Village-Neuf mesure en continu les niveaux de pollution depuis 2005, permettant le suivi de l'évolution annuelle des niveaux de pollution sur la zone d'étude. La figure 46 présente cette évolution pour les concentrations en NO₂ et en particules PM10 de la station, montrant globalement une tendance à la baisse des niveaux de pollution depuis 2005. A noter toutefois la tendance à la stagnation des teneurs en NO₂ entre 2016 et 2020 et depuis 2019 pour les PM10. La baisse considérable du NO₂ entre 2019 et 2020 est liée à la crise sanitaire (Covid19) ayant entraîné un ralentissement des activités humaines (constat sur l'ensemble du réseau). La concentration moyenne annuelle en 2022 (année normale) est moins élevée qu'en 2019 (avant la crise Covid).

Remarque : La hausse des teneurs en particules observée entre 2006 et 2007 est liée au remplacement du parc d'analyseurs TEOM par des TEOM-FDMS, ces derniers prenant en compte la fraction volatile des particules, ce qui n'était pas le cas avant.

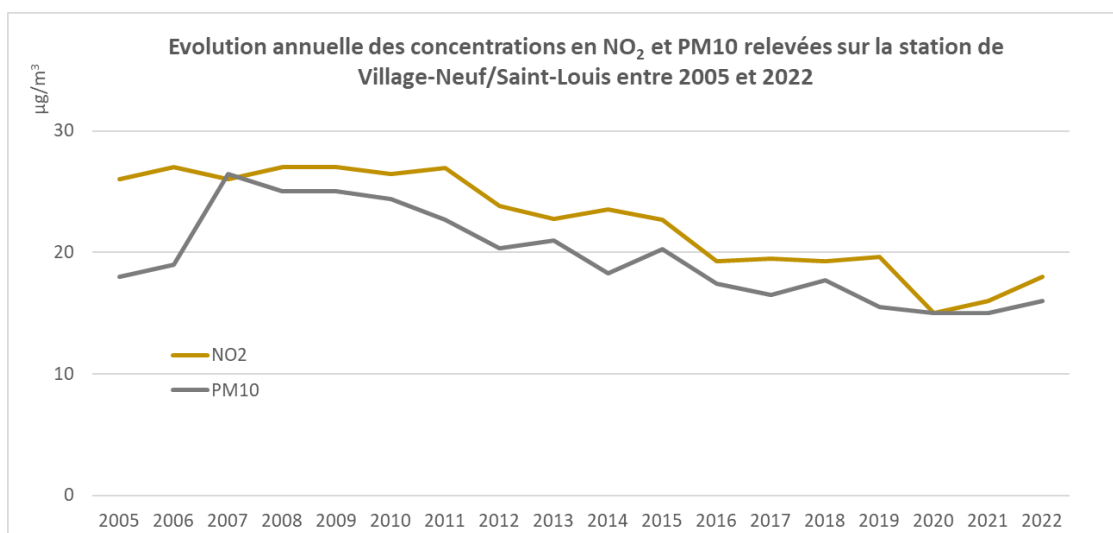


Figure 46 : Evolution annuelle des concentrations en NO₂ et PM10 relevées sur la station de Village-Neuf/Saint-Louis entre 2005 et 2022

5.2. EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUTION RELEVES SUR LE DISPOSITIF EAP ENTRE 2019-2020 ET 2022-2023

Les figures 47 à 50 présentent l'évolution des concentrations moyennes annuelles, en NO₂, en benzène et en particules PM10-PM2.5, relevée entre 2019-2020 et 2022-2023 sur les différents secteurs de la zone d'étude communs aux deux campagnes et pour lesquels toutes les données sont disponibles. Certains points ne figurent pas sur les cartographies. Ceci est lié :

- Pour le NO₂ : au retrait des points 16-24-29 sur la campagne 2022-2023 par rapport à 2019-2020. En 2020, il manque une période de mesures de 14 jours pour le point 32. Par ailleurs, le point 19 situé rue de l'aéroport (tube passif uniquement en 2019-2020 et unité mobile + tubes passifs en 2022-2023) a dû être déplacé sur la phase hivernale de 2023 (parking maison des associations). Sur la carte, l'emplacement permettant de voir l'évolution est conservée sur la rue de l'aéroport. En revanche, le site 19LM (unité mobile Blotzheim) ne figure pas sur la carte puisqu'en 2019-2020 il était à un endroit (croisement rue

des Landes et rue du cimetière) différent du site 2022-2023 (rue de l'aéroport et maison des associations). Il n'y a pas de placement commun aux deux études du site 19LM.

- Pour le benzène : au retrait des points 16-24-29. Les points communs aux deux études mais manquants dans la cartographie sont les suivants : en 2019-2020, il manque des données de moyennes annuelles (car il manque une période de mesure de 14 jours ou de 2 fois 14 jours) pour les points communs : 26-38 et à la station Mulhouse Nord site n°30. En 2022-2023, il manque les données de moyennes annuelles (manque une période de 14 jours en 2022) pour les points communs : 37-38. Le point 19 (rue de l'aéroport) initialement commun aux deux études, a été placé en 2019-2020 au bout de la rue de l'aéroport, emplacement estivale de l'unité mobile en 2022 mais qui a dû être déplacée à l'hiver 2023 (l'ensemble tubes passifs présents sur l'UM avait été déplacé par précaution). Il est tout de même repérable sur la cartographie dans cette rue (comme pour le NO₂).

- Pour les PM₁₀ : la station Village Neuf ne mesurant plus les PM₁₀ en 2023, la moyenne annuelle n'est pas calculable et donc les données à cette station, non affichées. Pour le site 19LM, le placement de l'unité mobile de Blotzheim au croisement de la rue des Landes et de la rue du cimetière est différent des emplacements 2022-2023 (rue de l'aéroport et maison des associations). Sur la cartographie ce point est visualisable au milieu de tous ces emplacements (à peu près au niveau de la chapelle).

- Pour les PM_{2.5} : la donnée de de PM_{2.5} est absente à Saint Louis (point 19LM) en 2020. Pour le site 19 LM cf. ci-dessus.

Le tableau suivant regroupe les points communs aux études de 2019-2020 et 2022-2023 en y associant les zones figurant sur les graphiques 47 à 50 (moyennes des points/zone).

N° de site	Sites	zones	NO ₂	Benzène	PM ₁₀ /PM _{2.5}
1	Entrée aéroport Airport, sur un lampadaire	Zone publique	x	x	
2	Entrée parking souterrain - descente Trolley côté suisse	Zone publique	x	x	
1PM	ZBO Aéroport	Zone publique	x	x	x
7	DARSE Sud - Proximité zone Fret (sur un grillage)	Zone réservée	x	x	
8	A proximité des aires de stationnement des aéronefs	Zone réservée	x	x	
9	Entre la station ESSO et le pôle technique,	Zone réservée	x	x	
34	Zone FRET - côté déchargement camion (secteur 4)	Zone réservée	x	x	x
8PM	A proximité des aires de stationnement des aéronefs	Zone réservée			x
35	Zone FRET - côté avion	Zone réservée	x	x	
32	Zone des aviateurs - dans le passage piéton	Zone réservée		x	
10	Côté piste 26	Bout de piste	x	x	
13	Côté piste 15	Bout de piste	x	x	
33	Zone 6Bis	Zone 6Bis	x		
18	BARTENHEIM	Villages environnants	x	x	
20	BLOTZHEIM/HESINGUE	Villages environnants	x	x	
21	HESINGUE	Villages environnants	x	x	
22	ALLSCHWILL	Villages environnants	x	x	
23	HEGENHEIM/BOURGELDEN	Villages environnants	x	x	
31	BARTHENHEIM LA CHAUSSEE/ST LOUIS LA CHAUSSEE	Villages environnants	x	x	
26	ST LOUIS LA CHAUSSEE	Villages environnants	x		
27	ST LOUIS NEUWEG	Villages environnants	x	x	
37	MICHELBAACH-LE-BAS	Villages environnants	x		
39	HEGENHEIM	Villages environnants	x	x	
28	ROSENAU	Villages environnants	x	x	
20	BLOTZHEIM - DANS L'AXE DE LA PISTE	Villages environnants	x		
19LM*	BLOTZHEIM	Villages environnants	x	x	x
36	BARTENHEIM / ROSENAU	Villages environnants	x		
17LM	LM. SAINT-LOUIS (UNITE MOBILE)	Villages environnants	x	x	x
33	Zone 6Bis	Villages environnants		x	
36	BARTENHEIM/ROSENAU	Villages environnants		x	
38	SAINT-LOUIS	Villages environnants	x		
30	MULHOUSE moyenne des deux stations de fond urbain	Stations fixes	x		x (PM _{2.5} : Mul Sud)
25	VILLAGE-NEUF - Station fixe SLA	Stations fixes	x	x	

* pas au même endroit entre 2020 et 2023

Tableau 8 : Points pour comparaison évolution des niveaux par zones

Il ressort de cette analyse :

- Des teneurs en NO₂ en baisse entre 2019-2020 et 2022-2023 sur l'ensemble des sites de l'aéroport (-27% en moyenne) et des villages aux alentours (-21%), alors que sur les stations de fond de Village Neuf (périurbain) et Mulhouse (urbain -moyennes Mulhouse Nord et Sud), les concentrations n'évoluent pas sur ces périodes.

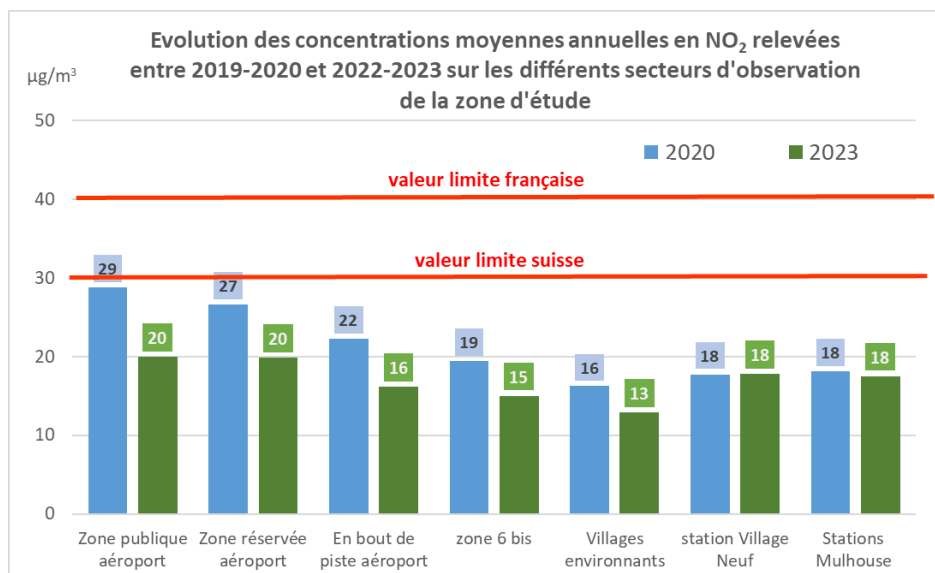


Figure 47 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en NO₂ relevées entre 2019-2020 et 2022-2023 sur les différents secteurs d'observation de la zone d'étude

- Des teneurs en particules PM₁₀ en baisse sur l'aéroport (-15% en moyenne). Au niveau des villages environnants, les concentrations augmentent légèrement sur les deux sites (site Blotzheim différents selon les années), tandis que le fond urbain Mulhousien est stagnant.

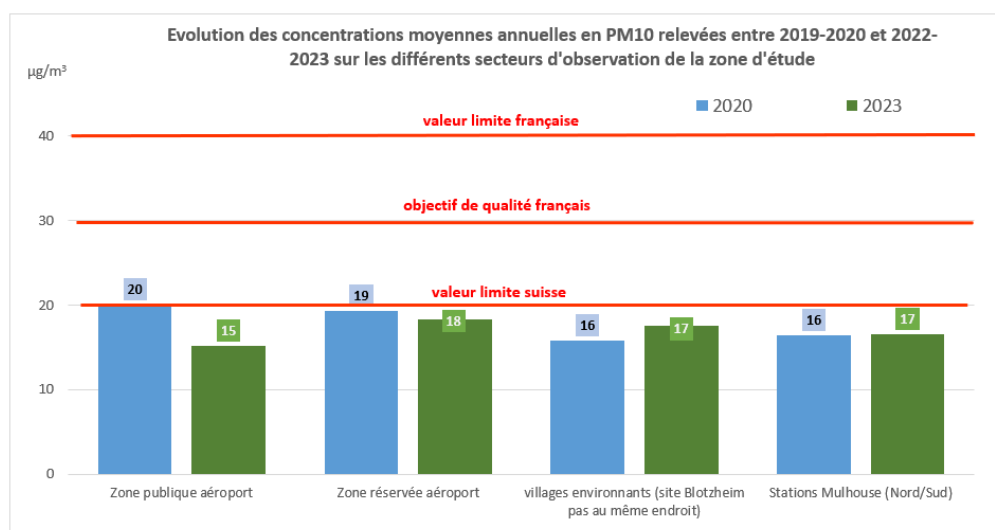


Figure 48 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ relevées entre 2019-2020 et 2022-2023 sur les différents secteurs d'observation de la zone d'étude

- Les PM2.5, sont en légère baisse sur l'aéroport. Dans les villages environnants, la concentration à Blotzheim en 2022-2023 est moins élevée qu'auparavant (comparaison limitée car les emplacements divergent entre les deux périodes). Pour Saint-Louis, le manque de moyenne annuelle en 2019-2020 ne permet pas de comparer.

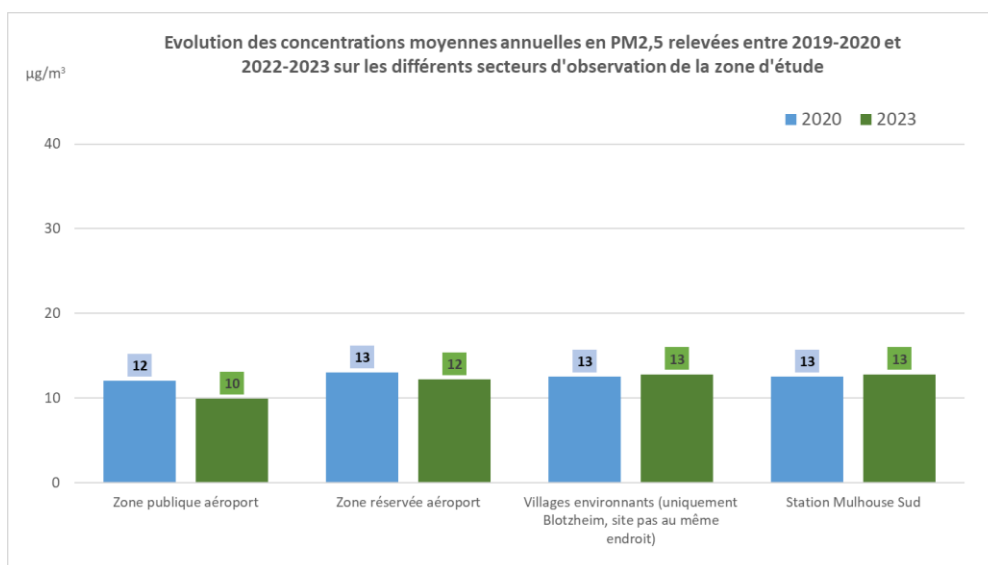


Figure 49 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en PM2.5 relevées entre 2019-2020 et 2022-2023 sur les différents secteurs d'observation de la zone d'étude

- Pour le benzène, une évolution très légèrement à la hausse sur tous les secteurs sauf en zone publique de l'aéroport (légère baisse).

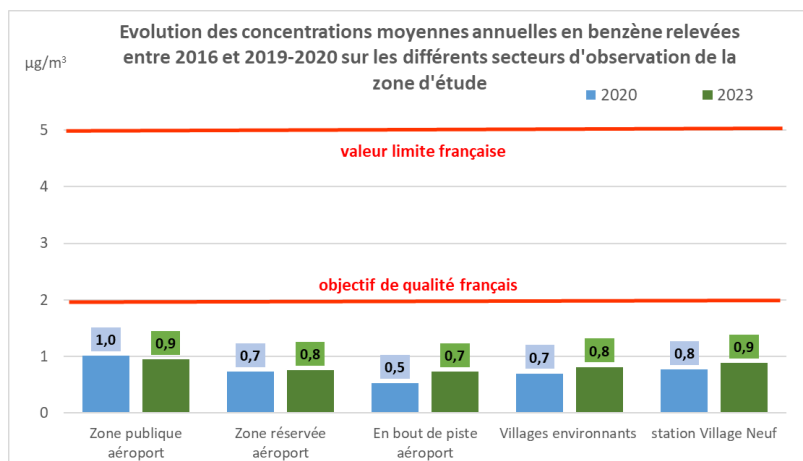
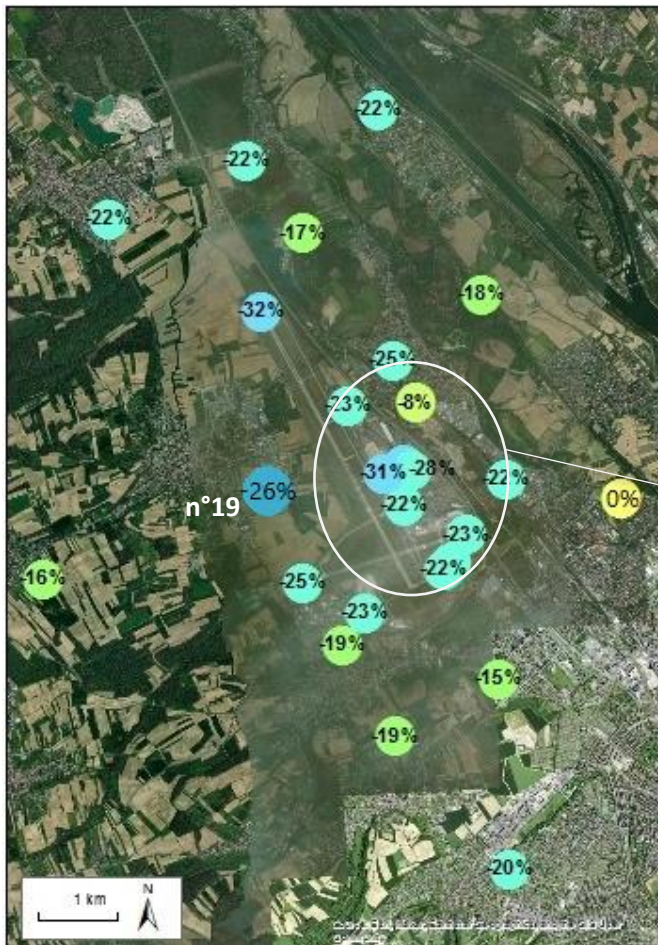


Figure 50 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en benzène relevées entre 2019-2020 et 2022-2023 sur les différents secteurs d'observation de la zone d'étude

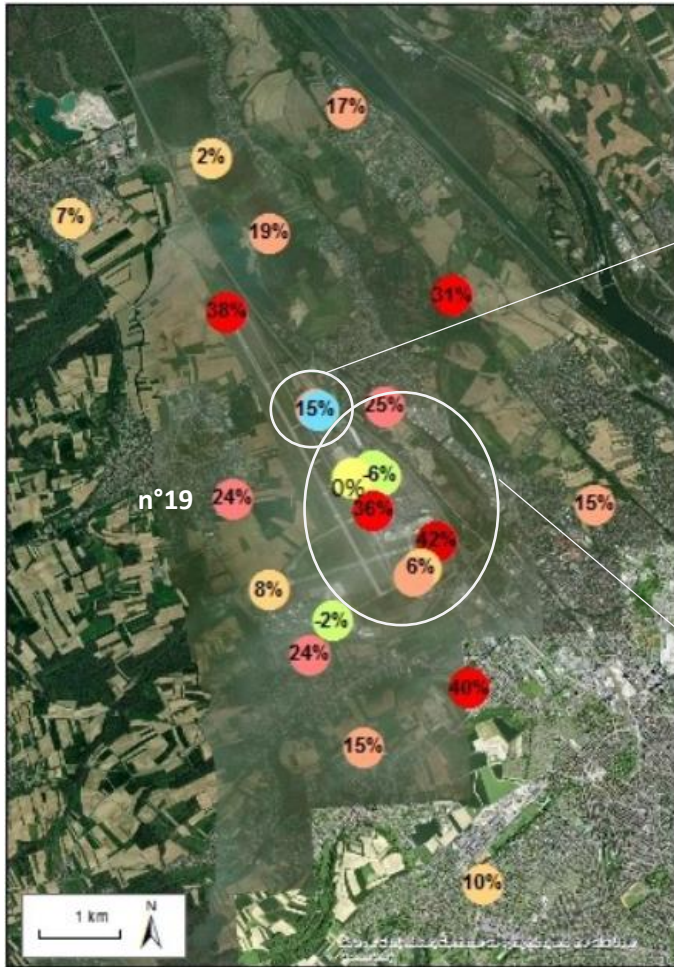
Une représentation plus détaillée de ces évolutions est proposée au travers des cartes 03 à 06 (évolution traduite par l'écart relatif mesurées entre les concentrations annuelles 2019-2020 et celles de 2022-2023 pour les sites similaires et dont les données sont disponibles).



Carte 03 : Evolution des concentrations en NO₂ représentée par l'écart relatif mesurées entre les concentrations annuelles 2019-2020 et celles de 2022-2023.

Pour rappel, le point n°19 n'était pas au même endroit entre 2019-2020 et 2022-2023





Pour rappel, le point n°19 n'était pas au même endroit entre 2019-2020 et 2022-2023



Carte 04 : Evolution des concentrations en benzène représentée par l'écart relatif mesurées entre les concentrations annuelles 2019-2020 et celles de 2022-2023.



Carte 05 : Evolution des concentrations en particules PM10 représentée par l'écart relatif mesurées entre les concentrations annuelles 2019-2020 et celles de 2022-2023.



Carte 06 : Evolution des concentrations en particules PM_{2.5} représentée par l'écart relatif mesurées entre les concentrations annuelles 2019-2020 et celles de 202-2023.

6. CARTOGRAPHIE A L'AIDE D'UN OUTIL GEOSTATISTIQUE

La cartographie en NO₂ sur la zone est issue d'une modélisation réalisée dans le cadre du reporting annuel de ATMO Grand Est de 2022. L'outil de modélisation utilisé est SIRANE, sur une fine résolution (10 mètres).

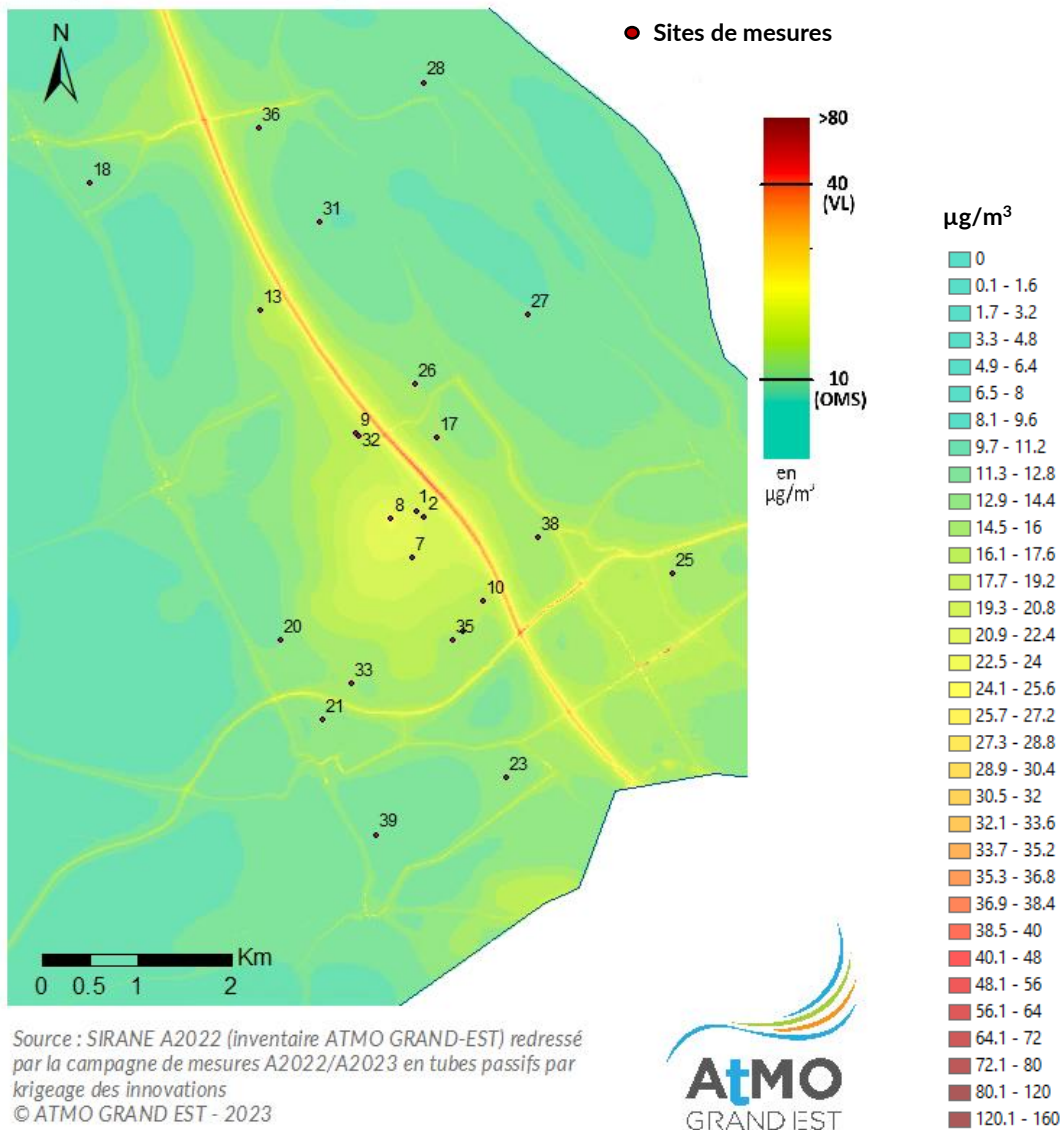
Le reporting concerne uniquement le Grand Est. Le Rhin supérieur n'est donc pas intégré (contrairement à la précédente cartographie qui bénéficiait de la coopération transfrontalière de Atmo Vision), mais la majeure partie de l'aéroport est implanté du côté France.

Un redressement géostatistique par les résultats de la campagne de mesures en tubes passifs sur la période été 2022 et hiver 2023 permet ainsi d'obtenir la carte ci-dessous (carte 07). La technique géostatistique utilisée est dénommée « krigeage des innovations » en ce sens qu'elle décrit les opérations suivantes :

- Détermination des innovations : calcul des différences entre les valeurs brutes (cartographie d'origine) et les valeurs mesurées par tubes passifs ;
- Détermination d'un modèle d'estimation (ou variogramme) : modélisation du variogramme expérimental (à partir des sites de mesures) et ajustement d'un variogramme modèle sur ce dernier ;
- Krigeage : estimation géostatistique visant à réduire la variance, permettant la propagation des différences (ou innovations) attendues par application du variogramme modèle sur les innovations ;
- Redressement : ajout des innovations cartographiées (positives ou négatives) à la cartographie d'origine et obtention de la cartographie finale.

Carte 07 :

Concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote à proximité de l'aéroport Bâle-Mulhouse en 2022



L'influence la plus marquée pour le dioxyde d'azote sur la zone correspond au passage Nord-Sud de l'autoroute A35. D'autres axes, les D469 et D66, ont une contribution non négligeable et apparaissent comme les axes structurants dans la commune de Saint-Louis. A mesure de l'éloignement des secteurs émissifs que constituent les trafics routier et aérien, les concentrations tendent progressivement vers le seuil de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les tubes positionnés sur les zones de déplacements lents des aéronefs (manœuvres) ou aux entrées du parking souterrain et de l'aérogare (tubes n°1, 2, 7 et 8) étaient en plus forte exposition, comprise entre $18,5$ et $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette surconcentration due aux activités de l'aéroport se propage sur une distance d'environ 1 km . Les zones en dépassement induites par l'autoroute, située à 500 mètres de l'aéroport, ne sont donc que très légèrement élargies par les activités de l'aéroport. De plus, la distance séparant l'autoroute et l'aéroport permet, au regard de cette campagne de mesure, de ne pas occasionner de valeurs en dépassement de la valeur limite annuelle à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la zone de l'aéroport.

7. BILAN DES DEPASSEMENTS DE NORMES

Seules les PM_{2.5} présentent quelques dépassent de normes. Ils concernent les sites 8 PM et 34 dépassant l'objectif de qualité de l'air annuel français et la valeur limite suisse (le site 34 d'environ 3 µg/m³, et le site 8 PM de 2 µg/m³) et les sites 1PM et 17LM qui approchent ce seuil mais ne le dépassent pas. Le fond urbain Mulhousien est également situé au-dessus de ce seuil.

Evolution des dépassements entre 2019-2020 et 2022-2023

Les sites 8 et 2, respectivement à proximité des aires de stationnement des aéronefs et à l'entrée du parking souterrain côté suisse en zone publique ne dépassent (site 8) et n'atteignent (site 2) plus la valeur limite annuelle d'immission suisse NO₂ en 2022-2023 contrairement à leurs moyennes annuelles 2019-2020.

La valeur limite annuelle d'immission suisse pour les PM₁₀ n'était pas respectée sur les sites 1PM (au niveau des bassins d'orage) et 8PM (proche des aires de stationnement des aéronefs) précédemment (2019-2020), elle l'est désormais en 2022-2023 sur ces deux sites.

En 2019-2020, pour les PM_{2.5}, l'objectif annuel de qualité de l'air français également valeur limite suisse pour les particules fixés à 10 µg/m³ étaient dépassés sur l'ensemble du dispositif. Trois années plus tard en 2022-2023, deux sites 8 PM et 34PM dépassent toujours ce seuil (avec une nette baisse concernant le site 8PM et une légère augmentation sur le site 34PM) et deux sites (1PM et 17LM/Saint-Louis) atteignent les 10 µg/m³.

L'annexe 4 dresse sous forme de tableau le bilan de situation par rapport aux normes françaises et suisses pour chaque site.



CONCLUSION

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus des mesures réalisées du 15 juin au 13 juillet 2022 (phase de mesure estivale) et du 18/01/2023 au 25/02/2023 sur une zone d'étude couvrant l'aéroport Bâle-Mulhouse et ses abords.



Concernant l'évaluation des niveaux de pollution sur la plateforme et dans les communes voisines

Les concentrations **les plus élevées** en **dioxyde d'azote** ont été observés sur la **plateforme aéroportuaire, en zone publique et en zone réglementée**, au plus près des voies de circulation automobile ou de parking (au niveau des aires de stationnement des aéronefs, site 8, en zone réservée aux personnels autorisés – maximum de la campagne avec $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ainsi qu'en zone de Fret DARSE Sud, site 7, et au Parking Express CH, site 2). **Le plus faible niveau** de la plateforme a été enregistré en **zone de Fret côté avion** ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les sites zones 6bis, aviateurs (sites 33 et 32), et les deux pistes n°15 et 26 (sites 13 et 10) se situent entre 15 et $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans les **communes voisines de l'aéroport**, les **concentrations ont varié entre $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (Michelbach-le-Bas) **et $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (Saint-Louis sites 38, 17LM, Saint-Louis la Chaussée site 26 et Allschwil site 22). Ce sont les sites les plus intégrés au tissu urbain de Saint-Louis et de Bâle et/ou les sites proches de l'autoroute A35 qui présentent les niveaux de NO_2 les plus importants. Ce constat se traduit par une répartition géographique des teneurs en NO_2 plus élevée à l'Est de la plateforme qu'à l'Ouest, influencée par les activités de l'aéroport et de l'autoroute lorsque les vents sont orientés des secteurs Sud/Sud-Ouest à Nord/Nord-Est.

Les niveaux sur les communes sont globalement inférieurs à ceux relevés sur la plateforme. Le fond de pollution locale à Village-Neuf et le fond de pollution éloigné de Mulhouse (non impacté par la zone aéroportuaire) est plus élevé, tendant à minimiser l'impact de l'aéroport (et autres sources) sur les villages aux alentours.

Les **concentrations moyennes** en **benzène** ont varié **entre $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (site 2, parking express Suisse aéroport) et **$0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (multitude de sites aéroport et communes).

Les concentrations **les plus élevées** sur la **zone de l'aéroport** sont observées à **l'entrée du parking souterrain côté suisse** (site 2 avec $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en DARSE Sud de la zone de fret (site 7 – $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), entre la station ESSO et le pôle technique (site 9) et enfin à l'entrée de l'aérogare (site 1) avec $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le reste des sites est à $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans les **communes voisines de l'aéroport**, la **teneur moyenne la plus élevée** ($1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été constatée à **Saint-Louis la Chaussée** (site 26). Suivent les autres communes avec des niveaux entre $0,7$ et $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. **Les niveaux de pollution observés sont globalement similaires sur la plateforme et dans les communes voisines. Les niveaux sont globalement en dessous ou très proches des niveaux de fond périurbain (Village-Neuf) et urbain (Mulhouse), mis à part les sites 26 et 2 légèrement supérieur.**

Des **mesures complémentaires** ont été réalisées plus spécifiquement sur la plateforme aéroportuaire, à proximité de la zone des aviateurs (site 32) et de la zone 6bis (site 33), sources potentielles d'émission de **COV**. Les **niveaux de concentrations en COV totaux sont quasiment similaires** (aux alentours de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mais **légèrement au-dessus de la mesure de référence prise à Mulhouse** (en fond urbain - $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les **molécules identifiées** sur la plateforme aéroportuaire, principalement composées d'hydrocarbures saturés et d'aromatiques, **entrent dans la composition des essences pour véhicules terrestres et aériens.**

Des **mesures de particules** ont eu lieu en différents points de la plateforme de l'aéroport et dans les communes voisines afin d'approcher spatialement les concentrations en particules (PM10 et PM2.5) de la zone d'étude : **les concentrations en PM10 mesurées autour de l'aéroport à Blotzheim et à Saint-Louis**

(moyenne des deux communes de $17,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont similaires à celles relevées sur la plateforme (moyennes des 3 sites de $17,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les teneurs en $\text{PM}_{2.5}$ sur les communes ($10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont inférieures aux teneurs relevées sur le tarmac ($11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les concentrations moyennes en particules PM_{10} ont été respectivement de $17,8$ et $17,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les communes de Saint-Louis et Blotzheim et de $17,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la plateforme aéroportuaire alors qu'un site urbain non influencé (Mulhouse) est à $16,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En $\text{PM}_{2.5}$, les teneurs sont également assez proches (respectivement $9,7$ et $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les communes et $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la plateforme aéroportuaire). Les teneurs en $\text{PM}_{2.5}$ observées sur la zone d'étude (plateforme et communes) sont inférieures à celles d'un site non influencé tel que à Mulhouse (environ $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le site de Blotzheim a été particulièrement élevé en particules PM_{10} en été ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$), au regard des autres sites, influencé probablement par des activités locales supplémentaires (de type agricole). En hiver, malgré le recours aux systèmes de combustion de chauffage et des conditions peu dispersives en fin de campagne (ayant d'ailleurs entraîné un épisode de pollution régional sur presque une semaine), les concentrations ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'ont été que très légèrement supérieures à l'été. L'écart entre les deux phases à Saint-Louis est bien plus marqué ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'hiver et $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'été).

Les $\text{PM}_{2.5}$ ont fortement augmenté à l'hiver sur les deux communes (Saint Louis $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et Blotzheim $15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), alors qu'elles étaient basses en été ($4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Cela traduit bien l'influence saisonnière sur les teneurs en particules. Les PM_{10} sont davantage émises par le secteur de l'agriculture, sylviculture et aquaculture et les $\text{PM}_{2.5}$ par le secteur résidentiel (au travers du chauffage).

Au cours des phases estivales et hivernales, les paramètres ayant influencé les concentrations en particules ont été multiples.

Au regard des profils journaliers moyens, des variations horaires, des teneurs moyennes relevées sur les sites de Blotzheim/Saint-Louis et malgré le fait que sous certaines conditions de vents (roses de pollution) les teneurs en polluants primaires peuvent être influencées par les activités aéroportuaires (mais aussi de l'autoroute), Blotzheim et Saint-Louis présentent des niveaux moyens caractéristiques d'un site influencé majoritairement par le fond de pollution¹².



D'un point de vue réglementaire

Les niveaux mesurés à partir des deux unités mobiles ne font apparaître aucun dépassement de valeurs réglementaires court terme pour les oxydes d'azote (NO_2 , NO), le dioxyde de soufre (SO_2) et les particules (PM_{10}). Les niveaux moyens annuels (moyennes des deux phases) obtenus par tubes passifs (NO_2 , benzène) se situent en dessous des valeurs limites réglementaires française et suisse en vigueur (à titre indicatif sur une année glissante). Les PM_{10} (analyseurs UM et systèmes capteurs) en moyennes annuelles respectent également ces seuils. Les $\text{PM}_{2.5}$ (analyseurs UM et systèmes capteurs) sont inférieures au seuil français (valeur limite réglementaire) mais dépassent légèrement ou approchent la valeur limite suisse (également objectif de qualité français). Les lignes directrices de l'OMS (mises à jour en 2021 et plus restrictives que précédemment) sont en revanche dépassées pour le NO_2 et les PM .

¹² Le fond de pollution correspond aux niveaux de concentration non influencés de manière significative par une source particulière - ex : émetteur industriel, voirie, ... - mais plutôt par la contribution intégrée de multiples sources : définition issue du guide méthodologique pour la conception, l'implantation et le suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air - LCSQA / février 2017

Parmi les COV, seul l'**éthylbenzène** dispose d'une **valeur de référence annuelle** pour l'air extérieur établie par l'OMS. Celle-ci est **largement respectée**. Quant aux **xylènes**, le **seuil journalier n'a probablement pas été atteint** (comparaison limitée en raison de la périodicité des mesures de deux fois 14 jours par phase).



Concernant l'évolution des niveaux de pollution

La station SLA implantée dans la zone d'étude à Village-Neuf mesure en continu les niveaux de pollution depuis 2005. L'évolution des concentrations annuelles en NO₂ et en particules PM10 sur la station montre une tendance à la baisse des niveaux de pollution depuis 2005. A noter toutefois la tendance à la stagnation des teneurs en NO₂ entre 2016 et 2019 avant l'année 2020, marquée par la réduction des activités humaines liée à la crise sanitaire (Covid) et donc à une baisse notable des teneurs en NO₂ (sur l'ensemble du réseau). Les concentrations des années 2021 et 2022 sont en hausse comparativement à 2020 mais en dessous de l'avant Covid. Les PM10, ont peu évolué entre 2019 et 2021, et ont légèrement augmenté en 2022.

La réalisation en 2019-2020 d'une campagne de mesure assez similaires à l'actuelle (quelques points en moins et parfois déplacés), permet de voir **l'évolution des concentrations** entre 2019-2020 et 2022-2023.

Il ressort de ce comparatif, que **les teneurs en NO₂ sont en baisse sur l'ensemble des sites (et parfois très nettement)**.

Les niveaux de particules **PM10** sont en **baisse sur la plateforme de l'aéroport** (en zone public comme en zone réservée), mais sont **en revanche en hausse autour de l'aéroport**, et de mêmes niveaux à Mulhouse, à distance de la zone d'étude (pour Saint-Louis, seule la comparaison estivale est possible, les teneurs sont en baisse entre les deux été).

Le **benzène** a présenté des niveaux faibles (en dessous ou aux alentours de 1 µg/m³) lors des deux campagnes. Aussi, les faibles écarts de concentrations en benzène relevés entre 2019-2020 et 2022-2023 indiquent une **stabilisation** des teneurs sur la zone d'étude entre les deux campagnes de mesure.

Alors qu'en 2019-2020, quelques dépassements étaient constatés [pour le NO₂ valeur limite annuelle d'immission suisse aux sites 8 et 2, respectivement à proximité des aires de stationnement des aéronefs et à l'entrée du parking souterrain côté suisse en zone publique ; pour les PM10 valeur limite annuelle d'immission suisse aux sites 1PM au niveau des bassins d'orage et 8PM proche des aires de stationnement des aéronefs ; pour les PM2.5 objectif annuel de qualité de l'air français et valeur limite suisse sur l'ensemble du dispositif équipé en particules], **en 2022-2023, seules les PM2.5 présentent toujours quelques dépassement de normes** (objectif de qualité de l'air annuel français et la valeur limite suisse fixés à 10 µg/m³) sur les sites 8 PM et 34. Les sites 1PM et 17LM sont égaux à ce seuil. Le fond urbain Mulhousien est également situé au-dessus de ce seuil.

Au bilan, une amélioration de la qualité de l'air est constatée entre les périodes 2019-2020 et 2022-2023, et cela malgré des conditions atmosphériques moins dispersives (donc moins favorable à la qualité de l'air) en 2022-2023.

ANNEXES

ANNEXE 1 : SITES DE MESURE

N° de site	Sites	X	Y	NO ₂	BTEX	COV (dont BTEX)	Particules PM10-PM2.5	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10- PM2.5, + para. Météo.
				<i>Tubes passifs</i>	<i>Tubes passifs</i>	<i>Tubes passifs</i>	<i>CAIRNET microcapteur</i>	<i>Laboratoire mobile</i>
1	Entrée aérogare Airport, sur un lampadaire	7.531846	47.600163	1	1			
1PM	ZBO Aérogare	7.534917	47.599548				1	
2	Entrée parking souterrain - descente Trolley côté suisse - sur un candélabre	7.533050	47.599564	1	1			
7	DARSE Sud - Proximité zone Fret (sur un grillage)	7.531451	47.595625	1	1			
8	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, sur un poteau de signalisation poste avion	7.528380	47.599366	1	1			
8PM	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, à côté d'un projecteur rouge et blanc	7.529269	47.597144				1	
9	Entre la station ESSO et le pôle technique, sur un lampadaire (1er)	7.523053	47.607301	1	1			
10	Côté piste 26, piquet fixé sur clôture grillagée, dans l'axe de la piste	7.541595	47.591826	1	1			
13	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, dans l'axe de la piste	7.509178	47.618686	1	1			
17	41, rue de la Prairies, Saint-Louis la Chaussée	7.534448	47.607203	3 (N-D-T)	3 (N-D-T)		1	1
32	Zone des aviateurs - dans le passage piéton	7.523496	47.607061	1	1	1		
34	Zone FRET - côté déchargement camion (zone 4)	7.538976	47.588811	1	1		1	
35	Zone FRET - côté avion	7.537623	47.587981	1	1			

N° de site	Sites	X	Y	NO ₂	BTEX	COV (dont BTEX)	Particules PM10-PM2.5	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10- PM2.5, + para. Météo.
				<i>Tubes passifs</i>	<i>Tubes passifs</i>	<i>Tubes passifs</i>	<i>CAIRNET microcapteur</i>	<i>Laboratoire mobile</i>
18	BARTENHEIM - au croisement de la rue des vosges et de la rue des Landes	7.484487	47.630211	1	1			
19LM	BLOTZHEIM fond rue aéroport en été et maison des associations en hiver	7.506785	47.598797				1	1 (sauf PM2.5)
20	BLOTZHEIM/HESINGUE - entre Blotzheim et Hesingue / dans l'axe de la seconde piste de l'aéroport	7.513485	47.587412	1	1			
21	HESINGUE - rue des roses, à côté du n°10	7.519634	47.580012	1	1			
22	ALLSCHWILL - Allmendstrasse	7.545940	47.553284	1	1			
23	HEGENHEIM/BOURGFELDEN - dans la rue de la fraternité, à côté du stade de football	7,545742	47.575141	1	1			
25	VILLAGE-NEUF - 77, rue Michelfelden (piscine SIPES) Station fixe SLA	7.568163	47.594933	4 (N-D-T-BT)	4 (N-D-T-BT)			
26	ST LOUIS LA CHAUSSEE - rue du bois vert, en face du n°2	7.531088	47.612186	1	1			
27	ST LOUIS NEUWEG - rue du canal, au niveau de la maison éclusière.	7.546613	47.619149	1	1			
28	ROSENAU - 46, rue du Kembs	7.530992	47.640839	1	1			
30	Mulhouse Nord (14 jours en été) et Mulhouse Sud (14 jours en été et 28 jours en hiver)	7,347294	47,757435	1		1	1	
31	BARTHENHEIM LA CHAUSSEE/ST LOUIS LA CHAUSSEE - Im Wolf, proche gravière Lafarge Holcim	7,516931	47.627288	1	1			
33	Zone 6Bis, sur la route menant à Jet Aviation et AMAC Aerospace	7.523682	47.583564	1	1	1		
36	BARTENHEIM/ROSENAU - rue des chevreuils	7.508098	47.635985	1	1			
37	MICHELBAACH-LE-BAS - rue des Lilas	7.469822	47.589438	1	1			
38	SAINT-LOUIS - Rue des entrepreneurs	7.549952	47.598553	1	1			
39	HEGENHEIM - 1, rue des Saules	7.527811	47.569264	1	1			

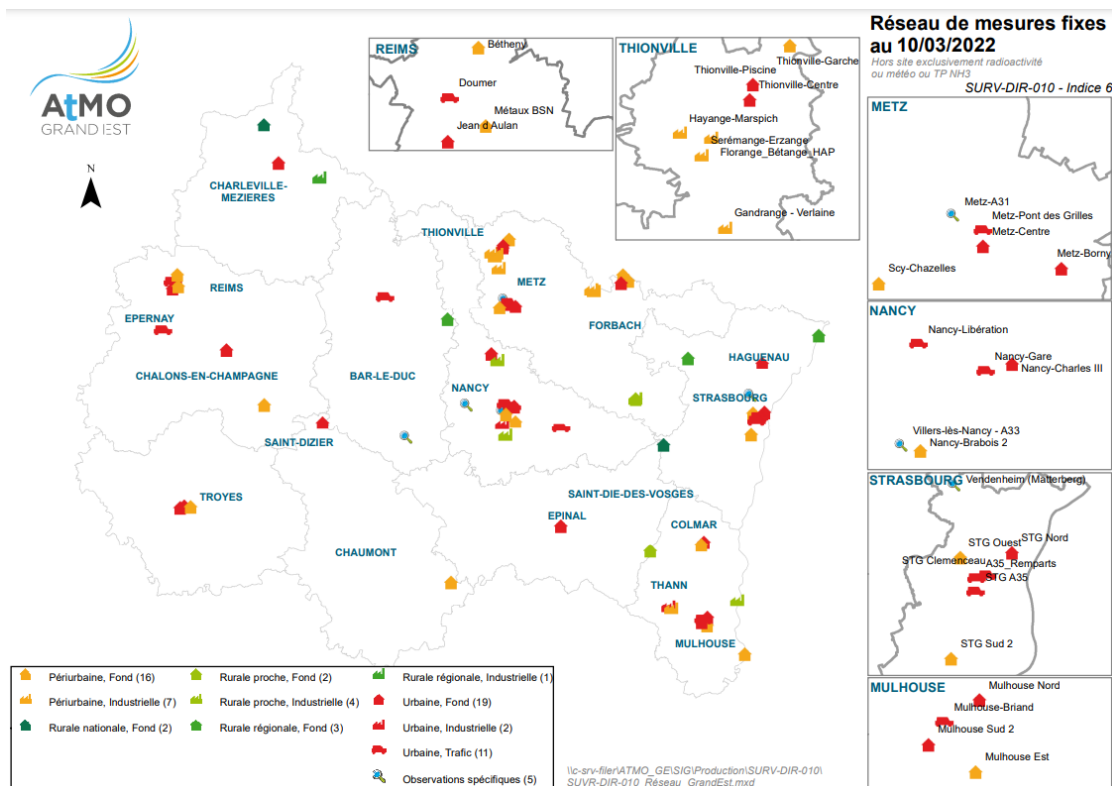
ANNEXE 2 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANUELLES EN TOLUENE, ETHYLBENZENE ET XYLENES (m-p-o)

Unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

N° Sites	Moyenne Toluène	Moyenne Ethylbenzène	Moyenne m+p - Xylènes	Moyenne o-Xylènes
1	1,1	0,2	0,7	0,3
2	4,0	0,6	2,1	0,8
7	1,0	0,2	0,5	0,2
8	1,0	0,2	0,6	0,2
9	0,9	0,2	0,5	0,2
32	0,9	0,2	0,5	0,2
10	0,7	0,1	0,3	0,1
34	0,8	0,1	0,3	0,1
35	0,8	0,1	0,3	0,1
33	1,3	0,4	0,5	0,2
13	0,6	0,1	0,3	0,1
36	0,6	0,1	0,3	0,1
28	1,0	0,2	0,5	0,2
31	0,6	0,1	0,3	0,1
27	0,7	0,1	0,3	0,1
26	1,2	0,2	0,6	0,3
17	0,9	0,1	0,4	0,2
38	0,8	0,1	0,4	0,2
25	1,1	0,1	0,5	0,2
23	0,9	0,2	0,5	0,2
39	0,9	0,1	0,4	0,1
22	1,7	0,4	2,0	0,8
21	1,0	0,1	0,4	0,2
20	0,7	0,1	0,3	0,1
19	0,6	0,1	0,3	0,1
37	0,8	0,1	0,4	0,1
18	0,7	0,1	0,3	0,1
30	0,9	0,2	0,5	0,2

ANNEXE 3 : DISPOSITIF DE MESURES FIXES DE ATMO GRAND EST

Les résultats des mesures des deux unités mobiles (Saint-Louis et Blotzheim) et cairnet (sites aéroport) ont été comparés aux données issues des stations du réseau de mesure régional, et plus spécifiquement avec :



Pour les oxydes d'azote (NO₂ et NO) et les particules :

- **Mulhouse Briand** : station urbaine influencée par le trafic routier ;
- **Mulhouse Sud** : station urbaine de fond ;
- **Mulhouse Nord** : station urbaine de fond ;
- **Village Neuf - SLA (Saint-Louis Agglomération)** : station périurbaine de fond ;
- **Le Donon** : station rurale nationale ;
- **Vendenheim** : station de fond d'observation spécifique

Pour le dioxyde de soufre (SO₂) :

- **Reims Jean d'Aulan** : station urbaine de fond ;
- **Vieux-Thann 3 (Prevert)** : station périurbaine influencée industrielle.

ANNEXE 4 : BILAN PAR RAPPORT AUX NORMES FRANCAISES ET SUISES

Sites	Polluants	NO ₂				SO ₂		Benzène		Toluène, éthylbenzène et xylènes	Particules PM10			Particules PM2.5		
	Réglementation nationale	française		suisse		française	suisse	française		française	française		suisse	française		suisse
	Norme à respecter	Valeur limite annuelle	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite d'immission annuelle	Valeur limite 24h	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite 24h	Valeur limite annuelle	Objectif annuel de qualité de l'air	Valeurs guides	Valeur limite annuelle	Objectif annuel de qualité de l'air	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite d'immission annuelle	Valeur limite annuelle	Objectif annuel de qualité de l'air
Sur la zone aéroportuaire Bâle-Mulhouse	1	Entrée aéroportuaire Airport (côté français)														
	1PM	ZBO Aéroportuaire														
	2	Parking express CH														
	7	Darse Sud - proximité zone Fret														
	8	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, sur un poteau de signalisation poste avion														
	8PM	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, à côté d'un projecteur rouge et blanc														
	9	Entre la station ESSO et le pôle technique														
	10	Côté piste 26, dans l'axe de la piste														
	13	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, dans l'axe de la piste														
	32	Zone des aviateurs														
	34	Zone FRET - côté déchargement camion (zone 4)														
	35	Zone FRET - côté avion														

- Valeur réglementaire respectée
- Valeur réglementaire atteinte, non dépassée
- Valeur réglementaire dépassée
- Site de mesure non instrumenté

ANNEXE 4 : BILAN PAR RAPPORT AUX NORMES FRANCAISES ET SUISES (SUITE)

Sites	Polluants	NO ₂				SO ₂		Benzène		Toluène, éthylbenzène et xylènes	Particules PM10			Particules PM2.5				
	Réglementation nationale	française		suisse		française	suisse	française		française	française		suisse	française		suisse		
	Norme à respecter	Valeur limite annuelle	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite d'immission annuelle	Valeur limite 24h	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite 24h	Valeur limite annuelle	Objectif annuel de qualité de l'air	Valeurs guides	Valeur limite annuelle	Objectif annuel de qualité de l'air	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite d'immission annuelle	Valeur limite annuelle	Objectif annuel de qualité de l'air	Valeur limite d'immission annuelle	
Dans les villages environnants la zone aéroportuaire Bâle-Mulhouse	17	ST LOUIS LA CHAUSSEE - 41, rue de la Prairies / Unité mobile																
	18	BARTENHEIM - croisement de la rue des vosges et de la rue des Landes																
	19LM	BLOTZHEIM - fond rue aéroport (été) et maison des association (hiver) / Unité mobile																
	20	BLOTZHEIM/HESINGUE - dans l'axe de la 2 ^{nde} piste de l'aéroport																
	21	HESINGUE - rue des roses, à côté du n°10																
	22	ALLSCHWILL - Allmendstrasse																
	23	HEGENHEIM/BOURGFELDEN - rue de la fraternité, à côté du stade de football																
	25	VILLAGE-NEUF - 77, rue Michelfelden (piscine SIPES) Station fixe SLA																
	27	ST LOUIS NEUWEG - rue du canal, au niveau de la maison éclusière																
	28	ROSENAU - 46, rue du Kembs																
	31	BARTHENHEIM LA CHAUSSEE/ST LOUIS LA CHAUSSEE - gravière Lafarge Holcim																
	33	Zone 6Bis																
	36	BARTENHEIM/ROSENAU - rue des chevreuils																
	37	MICHELBAACH-LE-BAS - rue des Lilas																
38	SAINT-LOUIS - rue des entrepreneurs																	
39	HEGENHEIM - 1, rue des Saules																	



AtMO

GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

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

Tél : 03 69 24 73 73 – contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air