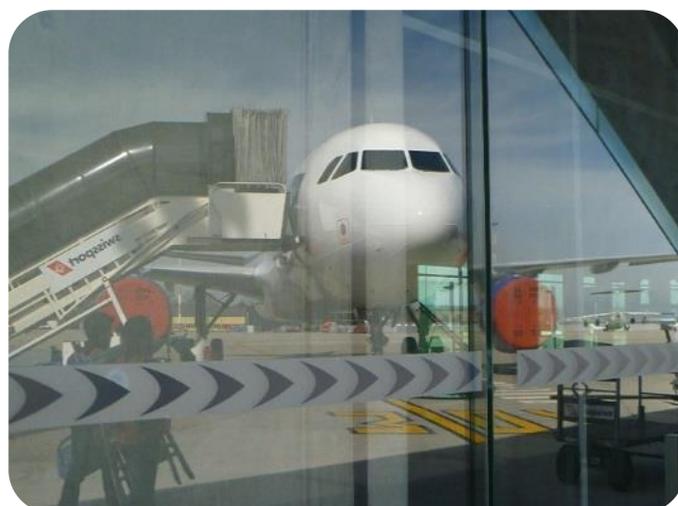


Evaluation de la qualité de l'air sur la plateforme aéroportuaire Bâle-Mulhouse et dans les communes voisines

Mise en œuvre d'une campagne de mesure composée de deux phases :

- une phase hivernale réalisée du 28 janvier au 25 février 2016 ;
- une phase estivale réalisée du 28 juin au 26 juillet 2016.



Remarque : Au 1^{er} janvier 2017, les trois associations chargées de surveiller la qualité de l’Air en Alsace, en Champagne Ardenne et en Lorraine ont fusionné pour devenir ATMO Grand Est. Les travaux présentés ci-dessous ayant été conduits en 2016, ce document peut encore faire référence à l’ASPA.

Conditions de diffusion du document :

- Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l’ASPA en termes de « Source d’information ASPA-16121901-ID ».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Sur demande, l’ASPA met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d’exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d’environnement en vigueur.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l’ASPA.
- L’ASPA peut rediffuser ce document à d’autres destinataires.

Intervenants :

- Intervenants techniques :
 - Préleveurs passifs et actifs : Dominique Steiger, Régis Moritz, Pierre Robellet
 - Laboratoires mobiles : David Cailler, Bruno Elsass
- Intervenants études :
 - Gestion du projet : Cyril Pallarès
 - Organisation de la campagne : Eric Herber, Pierre Robellet
 - Rédaction du rapport : Pierre Robellet
 - Tiers examen du rapport : Eric Herber
 - Approbation finale : Raphaèle Deprost

Sommaire

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	6
II. PARAMETRES MESURES	8
III. MOYENS MIS EN ŒUVRE	9
3.1 Les systèmes de prélèvements temporaires	9
3.2 Les échantillonneurs ou tubes passifs	10
3.3 Les préleveurs de particules	11
3.4 Les laboratoires mobiles	11
3.5 Référence aux normes de qualité de l'air ambiant	12
3.6 Implantation des sites de mesures	13
3.7 Assurance qualité	15
3.8 Corrections apportées sur les concentrations	15
IV. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE	17
4.1 Conditions météorologiques	17
4.2 Mesures avec tubes passifs	21
4.3 Prélèvement particuliers	32
4.5 Résultats issus des laboratoires mobiles	35
V. EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUTION DEPUIS 2005	45
5.1 Evolution des niveaux de pollution sur la zone d'étude depuis 2005	45
5.2 Evolution des conditions météorologiques	47
VI. CARTOGRAPHIE A L'AIDE D'UN OUTIL GEOSTATISTIQUE	50
VII. BILAN DES DEPASSEMENTS DE NORMES	52
VIII. CONCLUSIONS	54
ANNEXE 1 : Normes de qualité de l'air	58
ANNEXE 2 : Sites de mesure	60
ANNEXE 3 : Photos des sites de mesure	61
ANNEXE 4 : Concentrations moyennes annuelles en toluène, éthylbenzène et xylènes	65
ANNEXE 5 : Concentrations moyennes annuelles en COV	66

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.

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 mesures 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

BTEX :	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
C ₆ H ₆ :	Benzène
CIRC :	Centre International de Recherche sur le Cancer
COV :	Composés Organiques Volatils
COVNM :	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
NO ₂ :	Dioxyde d'azote
NO :	Monoxyde d'azote
NO _x :	Oxydes d'azote
O ₃ :	Ozone
PM10 :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
PM2.5 :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2.5 µm
SO ₂ :	Dioxyde de soufre
SIG :	Système d'Information Géographique
IGN :	Institut Géographique National
TU :	Temps Universel
CITEPA :	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
OMS :	Organisation Mondiale pour la Santé
ACNUSA :	Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires
STAC :	Service technique de l'aviation civile
DGAC :	Direction Générale de l'Aviation Civile
PRSQA :	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
CA3F :	Communauté d'Agglomération des 3 Frontières
LM :	Laboratoire mobile
LD :	Limite de détection

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Dans le cadre du suivi de la qualité de l'air sur le site aéroportuaire et dans les villages environnants, l'Aéroport Bâle-Mulhouse a sollicité l'ASPA à plusieurs reprises afin de caractériser la qualité de l'air sur la plate-forme 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 villages environnants situés sous les vents dominants du trafic aérien afin d'appréhender l'exposition potentielle des populations riveraines.

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

- Campagne de mesures réalisée du 06 au 26 juillet 2005 - Publication Février 2006 – ASPA-05110301-ID
- Campagne de mesures réalisée du 08 au 22 février 2006 - Publication Juin 2006 – ASPA-06060501-ID
- Campagne de mesures réalisée du 22 mars au 05 avril 2011 et du 13 au 27 septembre 2011 - Publication Février 2012 – ASPA-12021001-ID

Des campagnes de mesures ont également été menées pour caractériser plus spécifiquement la qualité de l'air autour de la zone 6Bis (zone nouvellement construite) ainsi qu'autour de la zone de travail de tri des bagages de l'Aéroport Bâle-Mulhouse (projet d'évolution du système de tri-bagage et agrandissement du bâtiment) :

- Campagne de mesures 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 mesures 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, l'ASPA a réalisé deux 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 Publication Novembre 2005 – ASPA-05112801-ID
- Inventaire des émissions atmosphériques de la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport Publication Novembre 2011 – ASPA-11112103-ID
- Bilan Carbone® de la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport – Publication Février 2012 - ASPA-11113001-ID

L'Aéroport de Bâle-Mulhouse a souhaité réévaluer l'impact des activités de l'aéroport et a fait appel à l'ASPA pour réaliser une campagne de mesures de la qualité de l'air avec les objectifs suivants :

- **Une évaluation des niveaux de pollution atmosphérique sur la plateforme aéroportuaire et dans les villages environnants** (réactualisation des données de 2011), renforcée par un dispositif complémentaire pour suivre les particules, conformément aux recommandations de l'ACNUSA.

-
- **Une comparaison de ces niveaux avec les valeurs limites et objectifs de qualité de l'air** (allongement des périodes de mesures pour permettre une comparaison aux normes annuelles de qualité de l'air selon les recommandations de l'ACNUSA/STAC).
 - **Un suivi de l'évolution des niveaux de concentrations par rapport aux campagnes précédentes** (en tenant compte si possible des aléas climatiques pouvant avoir une influence déterminante sur les niveaux de pollution observés).

Cette étude répond aux orientations de l'ASPA - définies dans le plan régional réglementaire de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA 2011-2015) - qui souhaite maintenir un suivi périodique autour des aéroports alsaciens par des évaluations de l'impact des plates-formes aériennes (axe 4 du PRSQA).

II. PARAMETRES MESURES

Les paramètres mesurés correspondent essentiellement aux polluants¹ rejetés par les aéronefs et les activités induites de l'aéroport.

- **NO_x (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).
- **Particules PM10 et PM 2.5** : libérées par la combustion incomplète du kérosène et du transport routier.
- **SO₂** : oxydation du soufre contenu dans les carburants.
- **COVNM (dont les phénols et les aldéhydes)** : les composés organiques volatils non méthaniques sont des polluants très variés présents dans les carburants (routiers et aviation) et libérés lors de la combustion ou par évaporation. Les phénols et les aldéhydes sont indiqués comme présents dans les rejets gazeux issus des activités industrielles de la zone 6Bis.
- **O₃** : l'ozone n'est pas directement émis par le transport ou les sources fixes. En revanche, il est un polluant secondaire résultant de l'action du soleil et de la chaleur sur les polluants primaires (NO₂ et COV - composés organiques volatils dont les BTX et l'éthylène).

¹ Effets des principaux polluants sur la santé

NO₂ : irritant pour les bronches, augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, favorise les infections pulmonaires chez l'enfant.

PM : irritant des voies respiratoires et altération de la fonction respiratoire ; certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

SO₂ : irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures.

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.

Aldéhydes : ils sont des irritants pour les muqueuses oculaires et respiratoires.

Phénols à fortes concentrations : maux de tête, faiblesse musculaire, étourdissement, troubles de la vision et de l'audition, perte de conscience, atteintes rénale et hépatique, irritation respiratoire, avec toux et dyspnée.

O₃ : gaz agressif pénétrant dans les voies respiratoires provoquant toux, altération pulmonaire et irritations oculaires.

Effets des principaux polluants sur l'environnement

NO₂ : pluies acides, formation d'ozone troposphérique (gaz à effet de serre indirect), altération de la couche d'ozone.

PM : salissure des bâtiments et des monuments.

SO₂ : pluies acides, dégradation de la pierre, altération des monuments.

COVNM : formation d'ozone troposphérique.

O₃ : effet sur la végétation (baisse des rendements de culture), effet de serre, pluies acides.

Justification du choix de ces paramètres

L'ASPA a réalisé pour le compte de l'Aéroport de Bâle-Mulhouse un inventaire des sources d'émissions sur la plateforme aéroportuaire. Cet inventaire a permis de déterminer les principales sources des différents polluants ainsi que la part de la plateforme aéroportuaire dans les rejets de l'ensemble de la zone (y-compris les avions) intégrant les villages avoisinants (Bartenheim, Blotzheim, Hégenheim, Hésingue, Huningue, Rosenau, Saint-Louis, Village-Neuf).

Les composés retenus prennent en compte cet inventaire de polluants et également le guide technique de la DGAC sur l'évaluation de la qualité de l'air autour d'un aéroport.

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

Activités émettrices de la zone aéroportuaire (liste non exhaustive) :

- Trafic aérien lors des phases de décollage, atterrissage et roulage
- Engins de piste divers
- Centrales de production d'énergie
- Stockage et distribution de carburant
- Trafic routier : flux de véhicules de la zone aéroportuaire et aux abords de l'aéroport (parkings)
- Résidentiel et tertiaire (bâtiments technique, restauration, accueil des passagers, etc.)

III. MOYENS MIS EN ŒUVRE

Le dispositif de mesures déployé pour couvrir la zone d'études de l'aéroport élargie aux communes avoisinantes requiert des données issues de **préleveurs temporaires** (répartition géographique) et des mesures de niveaux de pollution issues **d'analyseurs automatiques** équipant des stations mobiles et fixes (fluctuation temporelle de la qualité de l'air).

3.1 Les systèmes de prélèvements temporaires

- Des **tubes passifs** pour le dioxyde d'azote (NO₂), les composés organiques volatils (COV) en particulier les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes), les aldéhydes et les phénols.
- Des **préleveurs bas volume** de type MicroVol pour la détermination des concentrations en particules PM10 et PM2.5.
- Deux **camions laboratoires** équipés d'analyseurs similaires à ceux utilisés par le réseau de stations de mesure fixe afin d'appréhender l'évolution horaire des niveaux de pollution atmosphérique dans l'air. Le camion laboratoire (LM Unimog/LM remorque) est équipé de capteurs mesurant en continu les concentrations de dioxyde de soufre (SO₂), d'ozone (O₃), de monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO₂) et de particules (PM10). 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 sont également relevés.

3.2 Les échantillonneurs ou tubes 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 ambiant. Après la période d'exposition, variable en fonction du composé à analyser, les tubes sont analysés en laboratoire qui détermine une 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 relativement modéré, la facilité de mise en œuvre, pas de maintenance ni de calibrage, etc. Les tubes sont placés dans des boîtes (Cf. figure 1) les protégeant des intempéries puis le bloc est fixé entre 2 et 3 m de hauteur afin d'éviter tout risque de vandalisme sur des supports existants et facilement accessibles (lampadaires, poteaux ou clôtures grillagées). La période d'exposition des tubes varie en fonction du polluant recherché mais aussi en prenant en compte les préconisations éventuelles des laboratoires d'analyses. Ainsi, les tubes ont été exposés 14 jours pour la mesure du dioxyde d'azote (NO₂), des BTEX (code 145) et des COV (code 145) et durant 7 jours pour les aldéhydes (code 165) et les phénols (code 147).

Trois laboratoires d'analyses ont été sollicités pour l'analyse des échantillons (tableau 1) :

- Le laboratoire suisse PASSAM AG pour le NO₂.
- Le laboratoire italien de la Fondazione Salvatore Maugeri (FSM) pour l'analyse des COV et des phénols.
- Le GIE-LIC pour les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et les aldéhydes.

Composés	Laboratoire d'analyse	Référence matériel	Durée d'exposition
NO₂	PASSAM AG		14 jours
BTEX	GIE-LIC	Cartouche radiello© code 145	14 jours
COV	FSM	Cartouche radiello© code 145	14 jours
Aldéhydes	GIE-LIC	Cartouche radiello© code 167	7 jours
Phénols	FSM	Cartouche radiello© code 147	7 jours

Tableau 1 : Caractéristiques des prélèvements par tubes passifs.



Figure 1 : Système tube passif (support, boîtes et tubes).

3.3 Les préleveurs de particules

Des préleveurs bas débit type MicroVol ont été utilisés pour mesurer les niveaux de concentrations hebdomadaires en particules PM2.5 et PM10 (figure 2). Les particules sont recueillies sur des filtres de 47mm de diamètre (filtres en fibre de verre). L'air est aspiré à travers une tête de prélèvement spécifique à la fraction recherchée. Dans notre cas, les particules de diamètre supérieur à 2.5 µm dans un cas et 10 µm dans l'autre sont impactées sur de la graisse de silicone et sont donc éliminées. Les particules restantes suivent le flux d'air pour être collectées sur le filtre. Le débit de fonctionnement est de 3,0 l/min. Les filtres sont analysés en différé en laboratoire (laboratoire d'analyse : LUBW). Les filtres ont été exposés sur des séquences de 7 jours pour la détermination des niveaux de concentrations hebdomadaires en particules PM2.5 et PM10.



Figure 2 : Préleveur MicroVol.

Composés	Laboratoire d'analyse	Référence matériel	Durée d'exposition
PM10	LUBW	Filtre en fibre de verre	7 jours
PM2.5	LUBW	Filtre en fibre de verre	7 jours

Tableau 2 : Caractéristiques des prélèvements PM2.5 et PM10.

3.4 Les laboratoires mobiles

L'utilisation de camions laboratoires 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, NO, O₃, PM10 (tableau 3). D'autre part, les camions laboratoires sont équipés 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 (figure 3).

Stations	Site / Adresse	Mesures en continu	Pas de temps
Unité mobile LM Unimog	Site 17 - à proximité de la piste 15	SO ₂ , NO _x , O ₃ , PM10, VV et DV et TMP	Horaire
Unité mobile LM remorque	Site 19 - rue du stade 68730 Blotzheim	SO ₂ , NO _x , O ₃ , PM10, VV et DV et TMP	Horaire

Tableau 3 : Caractéristiques des stations mobiles.



Figure 3 : Unités mobiles.

3.5 Référence aux normes de qualité 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 normes de qualité de l'air françaises et suisses sont présentées dans les tableaux de l'annexe 1).

Conformément aux exigences de 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, la couverture temporelle permettant la reconstitution d'une moyenne annuelle pour une mesure indicative doit être à minima de 14% de l'année. Conformément à ces critères, l'échantillonnage mis en place au cours des deux phases de la campagne (2x28 jours soit 15% de l'année) a permis de confronter les résultats de la campagne de mesures aux normes annuelles de qualité de l'air (tableau 4).

Composés	Système de prélèvement	Durée d'exposition (jour) et fréquence		Couverture annuelle
		Phase hivernale	Phase estivale	
NO₂	Tubes passifs	2x14 jours	2x14 jours	15%
BTEX	Tubes passifs	2x14 jours	2x14 jours	15%
COV	Tubes passifs	2x14 jours	2x14 jours	15%
PM10	MicroVol	4x7 jours	4x7 jours	15%
PM2,5	MicroVol	4x7 jours	4x7 jours	15%
Aldéhydes	Tubes passifs	4x7 jours	4x7 jours	15%
Phénols	Tubes passifs	4x7 jours	4x7 jours	15%

Tableau 4 : Système de prélèvements par polluants et durée d'exposition.

3.6 Implantation des sites de mesures

Les emplacements des sites de mesure, déterminés pour répondre aux objectifs de la campagne de mesure sont les suivants (cartes 1, 2 et annexe 2) :

Concernant l'implantation **des tubes passifs** :

- dans les villages environnants de l'aéroport (Bartenheim, Rosenau, Blotzheim, St Louis-la-chaussée, Hésingue, Hégenheim, St Louis et Allschwil en Suisse) ;
- en zone rurale pour la cartographie des niveaux de pollution ;
- sur la plateforme aéroportuaire, sur les lieux de travail (exposition potentielle des employés), en bout de piste (effet du panache de pollution lors de la poussée maximale avant le décollage) ;
- sur deux stations fixes du réseau de mesures ASPA (CA3F et Mulhouse Nord) à des fins de validation technique des mesures réalisées et de fourniture d'éléments complémentaires pour définir la typologie des sites de mesures instrumentés.

Concernant l'implantation **des préleveurs de particules** :

- Deux préleveurs (PM10 et PM2.5) en zone fret, du côté déchargement camion ;
- Deux préleveurs (PM10 et PM2.5) sur le tarmac ;
- Deux préleveurs (PM10 et PM2.5) entre l'aérogare et les parkings visiteurs (zone publique), au niveau des bassins d'orage ;
- Deux préleveurs (PM10 et PM2.5) sur une station de mesure fixe ou mobile ASPA à des fins de validation des mesures.

Concernant l'implantation **des moyens mobiles** :

- sur le site de l'Aéroport, en bout de piste seuil 15 (site 17) ;
- dans le village de Blotzheim situé sous les vents dominants de l'Aéroport (site 19).

La mise en œuvre des mesures par laboratoires mobiles permet de suivre l'évolution temporelle des niveaux de pollution en cours de journée et au cours de la semaine.

Le choix et l'emplacement des sites de mesure sur la plateforme aéroportuaire ont fait l'objet d'une concertation étroite avec le service Environnement de l'aéroport.



Cartes 1 et 2 : Implantation des sites de mesure.



3.7 Assurance qualité

Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, le site 01 (à l'entrée principale de l'aérogare) a été instrumenté en triplet (NO₂ et BTEX).

A des fins de comparaison des techniques de mesure entre analyseurs automatiques et tubes passifs pour le dioxyde d'azote, des triplets ont également été installés à la station de référence CA3F à Village-Neuf.

Des blancs (de terrain et/ou de lot) ont également été réalisés à la station CA3F (pour le NO₂, les BTEX, les COV, les aldéhydes, les phénols, les particules PM10 et PM2.5) afin de vérifier l'absence de contamination initiale ainsi que celles potentiellement liées au transport et à la mise en œuvre sur site.

3.8 Corrections apportées sur les concentrations

Correction méthodologique : évaluation de la représentativité des mesures.

L'analyse comparative des mesures de dioxyde d'azote par tube passif et de particules PM10 obtenues par préleveur MicroVol (= mesures indicatives) avec les valeurs moyennes sur la même période relevées sur les capteurs des stations fixes du réseau ASPA (= mesures de référence) permet d'apprécier **la représentativité des mesures de la campagne**. *Cette analyse n'a pu être réalisée pour les BTEX (et plus généralement pour les COV) ainsi que pour les particules PM2.5 en lien avec le manque de mesure de référence disponible.*

Ont été confrontées :

- les moyennes pour chaque période de 14 jours tubes passifs NO₂ avec les moyennes pour chaque période de 14 jours stations fixes ;
- les moyennes hebdomadaires MicroVol PM10 avec les moyennes hebdomadaires des stations fixes.

Un facteur correctif a été appliqué sur les valeurs de **tubes passifs NO₂** pour prise en compte de la **surestimation des concentrations fournies par les tubes passifs par rapport aux mesures analyseurs des stations (facteur évalué à 12%)**.

Concernant **les particules PM10**, aucun correctif n'a été appliqué.

Représentativité temporelle : évaluation du biais induit par l'échantillonnage 4x14 jours tubes passifs et 8x7 jours préleveurs MicroVol par rapport à la moyenne annuelle réelle.

Les prélèvements se sont déroulés pendant les mois de janvier et février 2016 pour la phase hivernale et des mois de juin et juillet 2016 pour la phase estivale. Les 8 semaines de prélèvement couvertes au cours de cette étude (4x14 jours pour les tubes passifs et 8x7 jours pour les préleveurs 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 du réseau de mesure fixe de l'ASPA 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.

Une sous-estimation des moyennes annuelles reconstituées par rapport aux moyennes annuelles réelles a été observée pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2.5}. Un facteur correctif a été appliqué aux moyennes annuelles reconstituées NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} de respectivement +19, +21 et +64%. *A noter que le facteur correctif pour les PM_{2.5} (+64%) a été évalué à partir de l'analyse d'une seule station de mesure fixe. Cette analyse n'a pu être réalisée pour les BTEX (et plus généralement pour les COV) en lien avec le manque de stations de mesure fixes disponibles.*

	Facteurs correctifs appliqués			
	Correction liée à la méthodologie de mesure (mesure indicative / mesure de référence)		Correction liée à la représentativité temporelle de la campagne de mesure	
NO₂	-12%	<i>Sur-estimation des concentrations tubes passifs</i>	+19%	<i>Sous-estimation des concentrations moyennes reconstituées</i>
BTEX (COV)	-		-	
PM₁₀	-		+21%	<i>Sous-estimation des concentrations moyennes reconstituées</i>
PM_{2.5}	-		+64%	<i>Sous-estimation des concentrations moyennes reconstituées</i>

Tableau 5 : Bilan des corrections apportées sur les concentrations.

IV. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

4.1 Conditions météorologiques

Les données météorologiques ont été relevées à la station CA3F implantée à Village-Neuf. Installée depuis 1990, la station fait partie intégrante du réseau de mesure des stations fixe de l'ASPA. Différents paramètres météorologiques y sont mesurés : vitesse et direction du vent, température et humidité relative ainsi que les précipitations.

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 contribuera 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 la formation photochimique de l'ozone et l'évaporation des composés organiques volatils.



Une insolation importante est favorable à une meilleure dispersion des polluants (elle réactive les mouvements de convection thermique créant un brassage de l'air, stimule la transformation photochimique des polluants primaires).

La qualité de l'air est fortement tributaire des conditions météorologiques (température, vent, précipitations, ensoleillement, etc.) 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.



Phase 1 : Période du 28 janvier au 25 février 2016

■ Précipitations

Le cumul des précipitations relevé sur la période du 28 janvier au 26 février 2016 a atteint 48,5 mm à Village-Neuf avec une moyenne journalière de 1,7 mm d'eau cumulé et un maximum de 13,4 mm le 31 janvier 2016 (figure 4). Dix-sept jours sur 29 (soit 59% de la période) ont enregistré moins de 1 mm de précipitations.

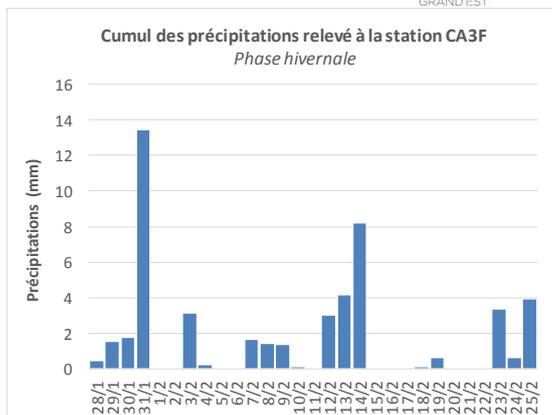


Figure 4 : Cumul des précipitations.

■ Températures

Les températures moyennes journalières (figure 5) enregistrées à la station de CA3F ont oscillé entre 1,6°C (le 17 février) et 12,3°C (le 1^{er} février) avec une moyenne de 6,7°C sur la période. A noter qu'il n'y a pas eu de température négative durant cette phase de mesure.

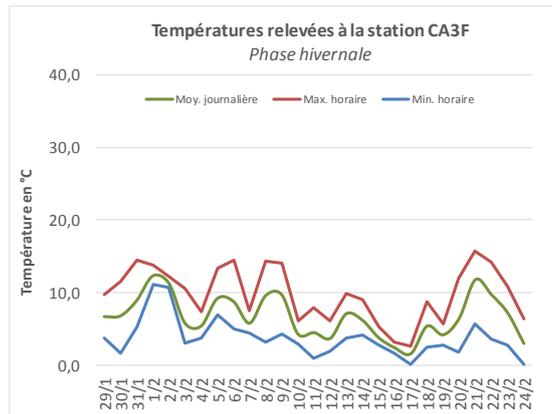
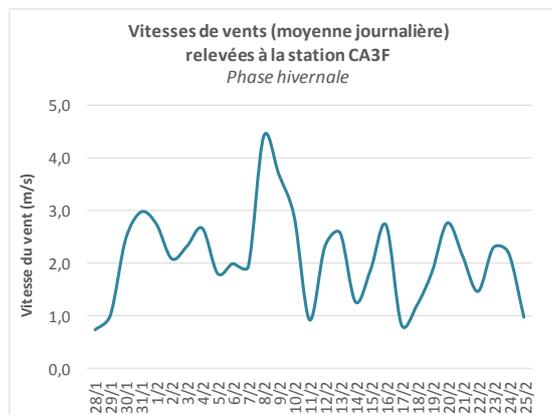


Figure 5 : Températures journalière.

■ Humidité relative

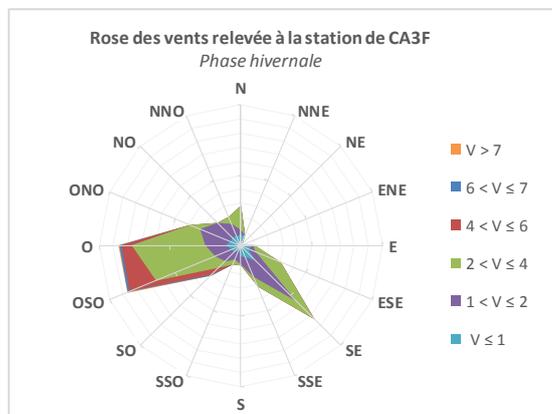
Le taux d'humidité journalier moyen dans l'air (quantité de vapeur d'eau) a varié entre 63% et 91% avec un maximum enregistré le 25 février. Le taux d'humidité moyen sur la période, établi à 75%, révèle une atmosphère plutôt humide durant la période de mesure.



■ Vitesse et direction du vent

- Les vitesses du vent (figure 6) ont été modérées avec des valeurs journalières comprises entre 1,1 m/s (soit 4 km/h) et 4,4 m/s (soit 16 km/h). Les maxima horaires ont été enregistrés le 8 et 9 février avec des rafales de vent atteignant 27 km/h.

La rose des vents¹ relevée à la station de CA3F pointe deux directions de vents bien distinctes, de secteurs Ouest à Ouest/Sud-Ouest et de secteur Sud-Est (figure 7).



Figures 6 et 7 : Vitesse et rose des vents.

¹ La rose des vents représente la répartition directionnelle des vents sur une période donnée. La longueur du segment est proportionnelle à la fréquence du vent de cette direction.

Phase 2 : Période du 28 juin au 26 juillet 2016

■ Précipitations

- Durant la phase estivale, il est tombé 22,7 mm d'eau à Village-Neuf avec une moyenne de 0,8 mm et un maximum de 13,5 mm de pluie le 22 juillet 2016 (figure 8). A noter que le cumul des précipitations de la période estivale (soit 22,7 mm) est de moitié inférieur aux précipitations de la phase hivernale (48,5 mm). Le nombre de jours ayant reçu moins de 1 mm de pluie est de 25 soit 86% de la période, à comparer aux 17 jours de la phase hivernale (représentant 59% de la période).

■ Températures

Les températures moyennes journalières enregistrées à la station de CA3F (figure 9) ont oscillé entre 13,8°C le 14 juillet et 27,6°C enregistrées le 20 juillet 2016. La moyenne sur la période est de 21,5°C. A noter que 6 jours sur les 29 (soit 21% de la période) ont enregistré des valeurs horaires supérieures ou égales à 30°C.

■ Humidité relative

Au cours de la période estivale, le taux d'humidité journalier moyen a varié entre 57 et 77% ; l'amplitude de la variation (soit 20%) est moins significative qu'en période hivernale (amplitude hivernale de 28%). Le taux d'humidité moyen de 63% est aussi moins élevé qu'en période hivernale (établi à 75%).

■ Vitesse et direction de vents

Les vitesses de vent (figure 10) ont été faibles avec des valeurs journalières comprises entre 1 m/s (soit 3,6 km/h) et 1,8 m/s (soit 6,4 km/h). Le maximum horaire a été enregistré le 22 juillet avec des rafales de vent atteignant 13,8 km/h.

La rose des vents (figure 11) montre une prédominance des vents dominants de secteurs Ouest à Nord/Nord-Ouest et de secteurs Sud-Est à Sud/Sud-Est.

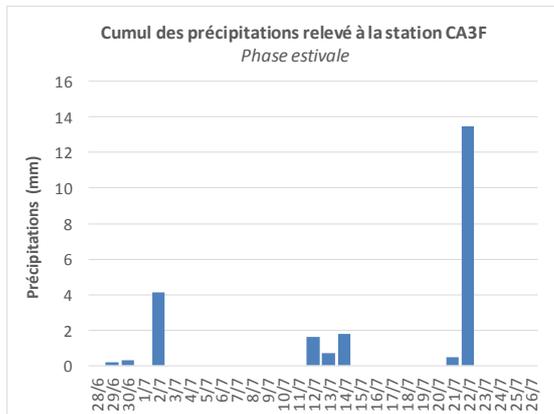


Figure 8 : Cumul des précipitations.

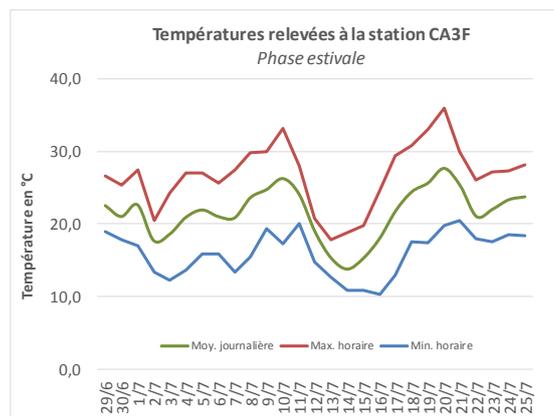
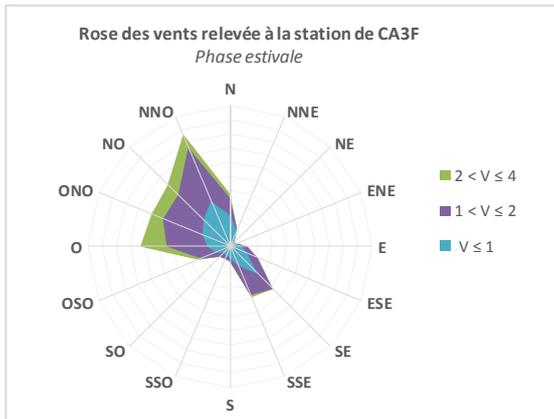
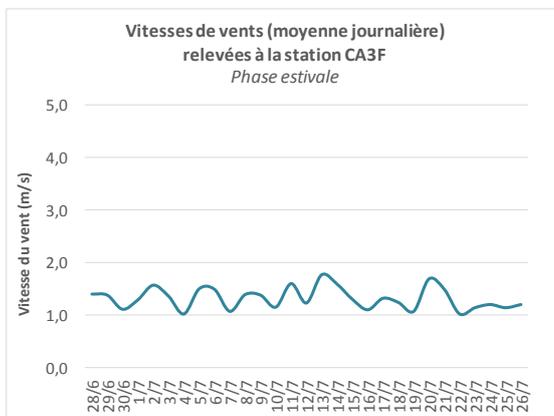


Figure 9 : Températures journalière.



Figures 10 et 11 : Vitesse et rose des vents.

Conditions météorologiques : points remarquables de la campagne de mesure

- Un taux d'humidité et une fréquence des précipitations importants sur la phase hivernale. Les conditions ont été beaucoup plus sèches au cours de la phase estivale qui a enregistré peu de journées avec pluies ;
- La phase de mesure hivernale est caractérisée par des températures spécialement douces pour la saison avec des variations journalières comprises entre 2 et 12°C et aucune gelée enregistrée (minimas horaires relevés : 0,1°C) ;
- Des vents communs sur les deux phases de mesure de secteur SE, favorables au transport des émissions issues du tissu urbain et industriel de Bâle et ses environs vers l'ensemble du dispositif de mesure (plateforme aéroportuaire et villages environnants) ;
- Des vents dominants orientés Ouest à Ouest/Sud-Ouest en période hivernale (favorables au transport des émissions des activités de l'aéroport vers les villages situés à l'Est de la plateforme aéroportuaire) et de secteurs Nord/Nord-Ouest à Ouest/Nord-Ouest en période estivale (favorables au transport des émissions de l'aéroport à l'Est et au Sud-Est de la plateforme).

4.2 Mesures avec tubes passifs

4.2.1 Dioxyde d'azote – NO₂

Afin de caractériser les niveaux moyens annuels en dioxyde d'azote sur la zone d'étude, 17 sites ont été instrumentés en tubes passifs NO₂ sur la plateforme aéroportuaire, 12 dans les villages environnants ainsi que 2 stations du réseau de mesure fixe de l'ASPA.

Distribution des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude

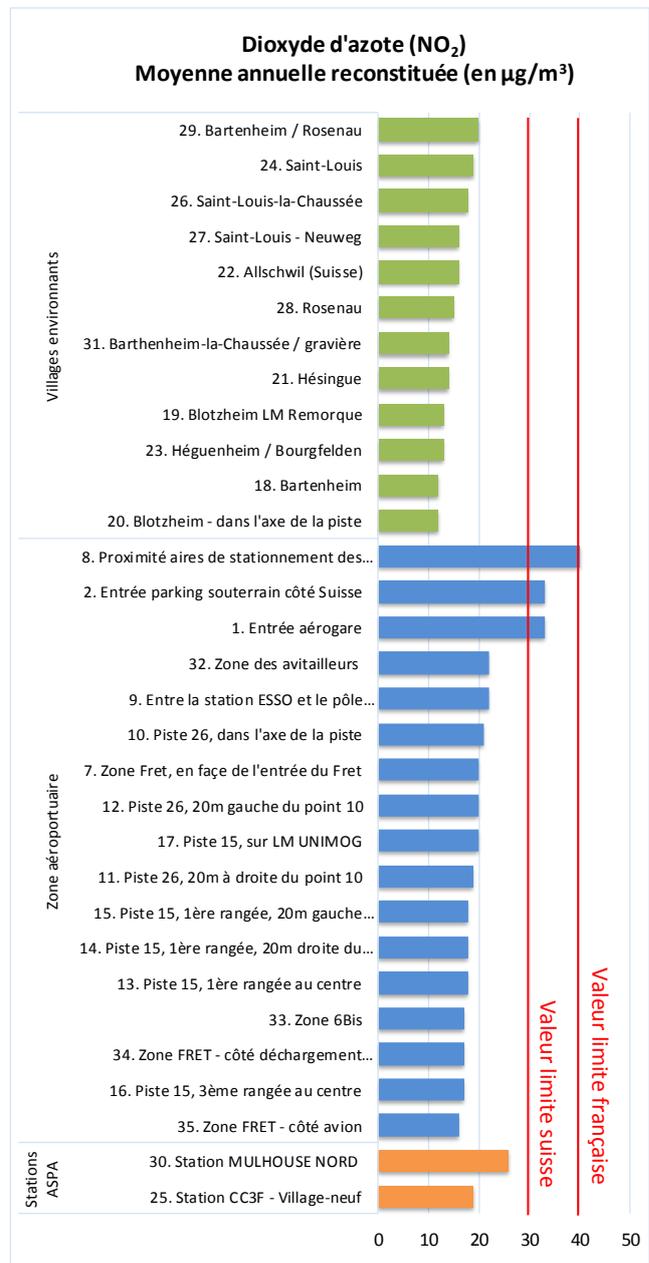
Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote ont varié entre 12 et 40 µg/m³ sur la zone d'étude (figure 12). Les concentrations relevées sur la plateforme aéroportuaire sont globalement plus élevées que dans les villages environnants : les teneurs moyennes relevées sur l'ensemble des sites de la plateforme sont de 22 µg/m³ - en moyenne annuelle - contre 15 µg/m³ sur l'ensemble des villages instrumentés.



Sur la zone aéroportuaire...

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote ont varié entre 16 et 40 µg/m³ sur la plateforme aéroportuaire. Les concentrations les plus élevées s'observent au niveau des aires de stationnement des aéronefs (site 8 en zone réservée aux personnels autorisés) avec 40 µg/m³ ainsi qu'à l'entrée de l'aérogare côté français (site 1 en zone publique) et du parking souterrain côté suisse (site 2 en zone publique) avec 33 µg/m³ sur ces deux sites. Ces niveaux de concentrations sont supérieurs à ceux relevés sur la station fixe de Mulhouse Nord (site 30), station de fond de typologie urbaine influencée par le trafic routier environnant. La présence d'aires de stationnement pour véhicules automobiles proches des sites 1 et 2 et la proximité du site 8 avec les aires de stationnement des aéronefs sont les facteurs explicatifs des teneurs mesurées. En dehors de ces 3 points, les niveaux de concentrations mesurés en zone réservée et en bout de piste sont bien plus faibles, inférieurs à 23 µg/m³, teneurs représentatives du fond urbain sur la zone d'étude.

Figure 12 : Distribution des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude.





Dans les villages environnants...

Les concentrations relevées dans les villages autour de l'aéroport sont comprises entre 12 et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations les plus élevées ont été observées rue du château à Bartenheim (site 29) avec 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ainsi qu'à Saint-Louis (site 24), Saint-Louis-la-chaussée (sites 26) et Saint-Louis Neuweg (site 27) avec respectivement 19, 18 et 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les niveaux de concentrations les plus faibles ont été relevés dans les communes de Bartenheim (site 18), Blotzheim (sites 19 et 20), Héringue (site 21) et Hégenheim (site 23), toutes situées à l'Ouest de la plateforme et de l'autoroute A35.

Les vents qui ont régné durant les deux phases de mesure ont soufflés majoritairement d'Ouest en Est, favorisant le transport des émissions polluantes issues de la plateforme aéroportuaire et du trafic routier de l'A35 à l'Est de ces deux sources.



Référence aux normes

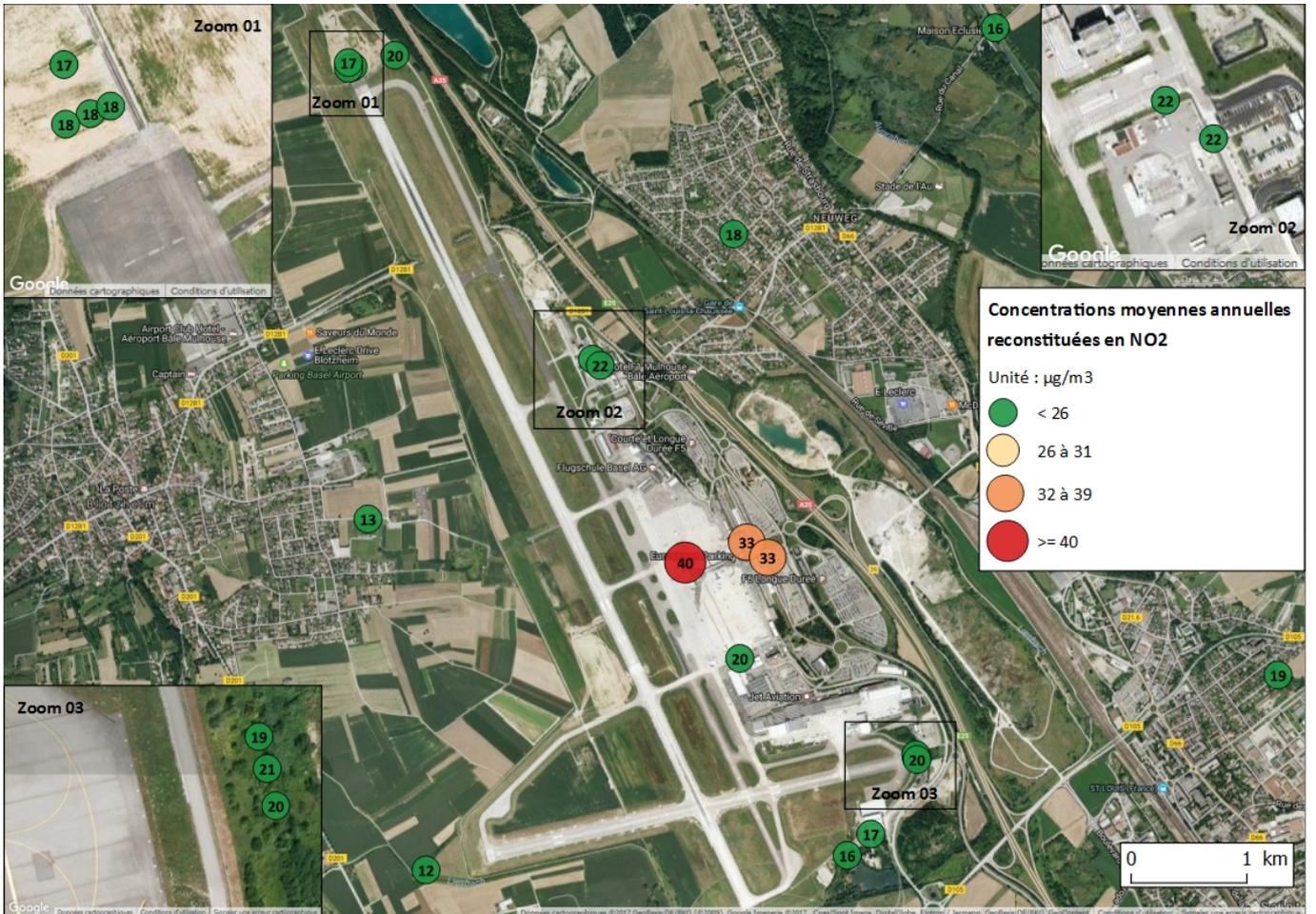
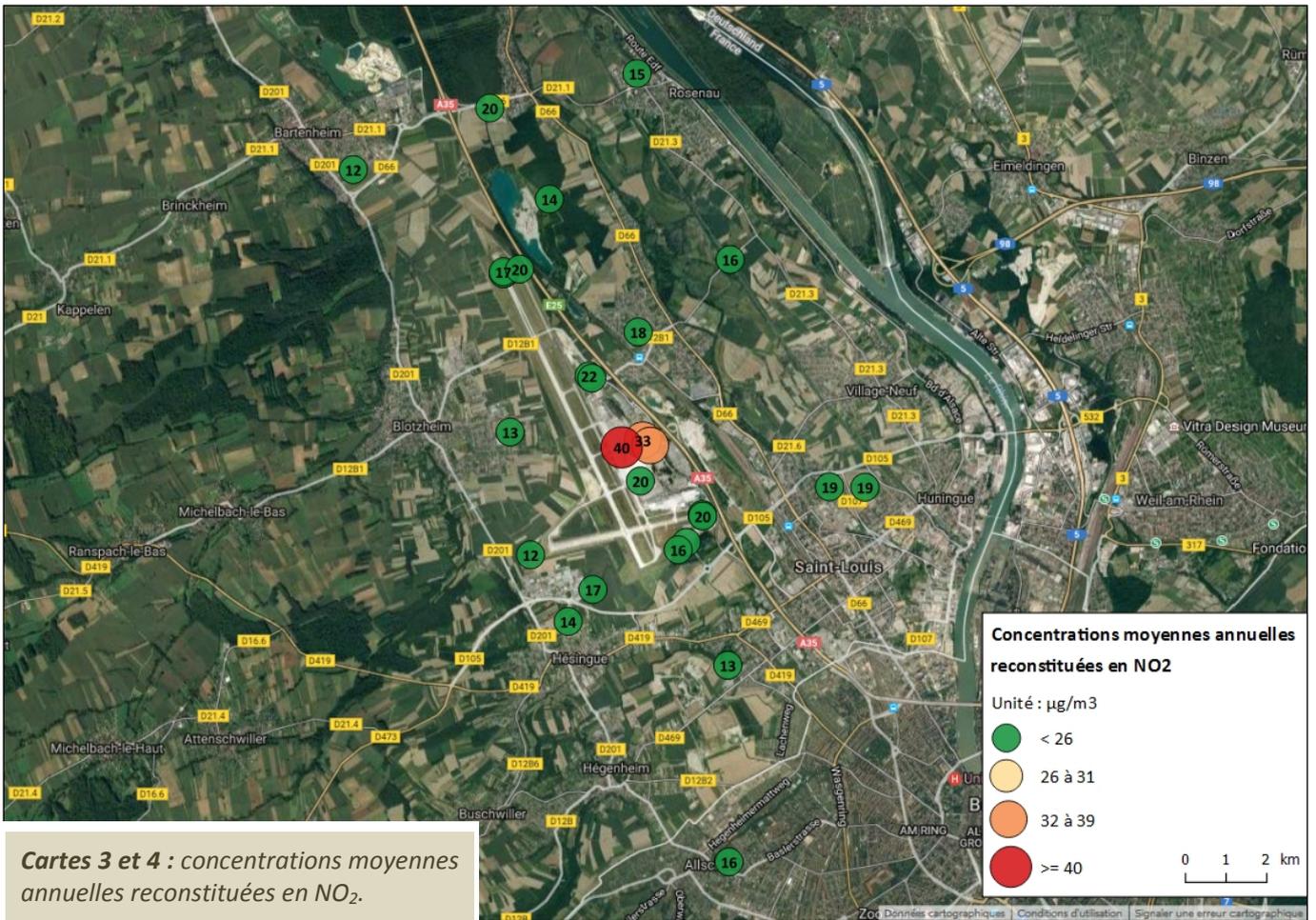
Normes françaises

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (transposition de la Directive 2008/50/CE du 21 Mai 2008). La valeur limite et l'objectif de qualité de l'air ont été atteints sur la plateforme aéroportuaire, sur le site 8 implanté à proximité des aires de stationnement des aéronefs en zone réservée (moyenne annuelle relevée : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Aucun autre site de mesure ne dépasse/n'atteint la valeur limite annuelle, ni l'objectif de qualité de l'air, que ce soit sur la plateforme aéroportuaire en zone publique ou réservée mais également dans les communes instrumentées.

Normes suisses

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. La valeur limite suisse a été dépassée uniquement sur la zone aéroportuaire, sur 3 sites : le site 8 proche des aires de stationnement des aéronefs (avec 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi que le site 1 à l'entrée de l'aérogare côté français en zone publique (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et 2 à l'entrée du parking souterrain côté suisse en zone publique (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



4.2.2 Benzène

Afin de caractériser les niveaux moyens annuels en benzène sur la zone d'étude, 17 sites ont été instrumentés en tubes passifs sur la plateforme aéroportuaire, 12 dans les villages environnants ainsi que 2 stations du réseau de mesure fixe de l'ASPA. Le benzène qui entre dans la composition de l'essence du fait de ses propriétés antidétonantes est un traceur de la pollution automobile et du trafic aérien.

Concernant les autres composés analysés avec le benzène (c'est-à-dire le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes), l'annexe 4 présente les concentrations moyennes annuelles reconstituées.

Distribution des concentrations en benzène sur la zone d'étude

Les concentrations moyennes annuelles en benzène ont varié entre 0,5 et 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la zone d'étude (figure 13). Les teneurs les plus élevées ont été relevées sur la plateforme aéroportuaire, à l'entrée du parking souterrain côté suisse (site 2 en zone publique) avec 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ainsi que sur la Allmendstrasse à Allschwil (site 22) avec 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le reste du dispositif présente des teneurs annuelles inférieures à 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Sur la zone aéroportuaire...

Les concentrations les plus élevées s'observent en secteur public, à l'entrée du parking souterrain côté suisse (site 2 avec 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et à l'entrée de l'aérogare côté français (site 1 avec 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi qu'en zone réglementée, entre la station ESSO et le pôle technique (site 9), en zone des aviateurs (site 32) et en zone 6Bis (site 33) avec une moyenne annuelle de 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur ces 3 derniers sites. Cette distribution s'explique pour les sites 1 et 2 par la proximité au trafic routier (dépose des voyageurs, 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). Concernant les sites 9 et 32, les concentrations mesurées sont liées à la proximité avec des zones de stockage de carburants. Les niveaux les plus faibles (concentrations inférieures ou égales à 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont observés en bout de piste (sites 13 à 17).

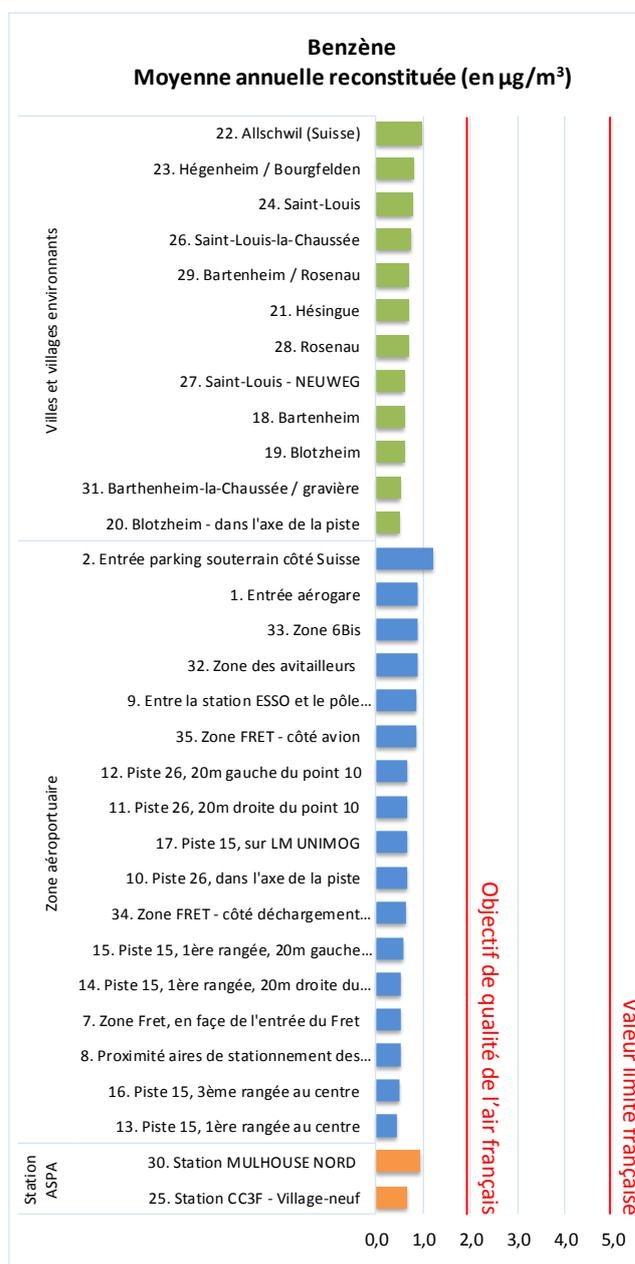


Figure 13 : Distribution des concentrations en benzène sur la zone d'étude.



Dans les villages environnants...

Les concentrations moyennes en benzène relevées dans les villages peuvent présenter des disparités significatives, allant du simple au double, en lien avec l'influence urbaine de l'agglomération de Bâle. Les teneurs les plus élevées se situent à Allschwil (site 22 avec $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi qu'à Saint-Louis et Hégenheim (sites 23 et 24 avec $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces niveaux sont semblables aux niveaux observés à la station Mulhouse Nord implantée rue Lefebvre à Mulhouse.



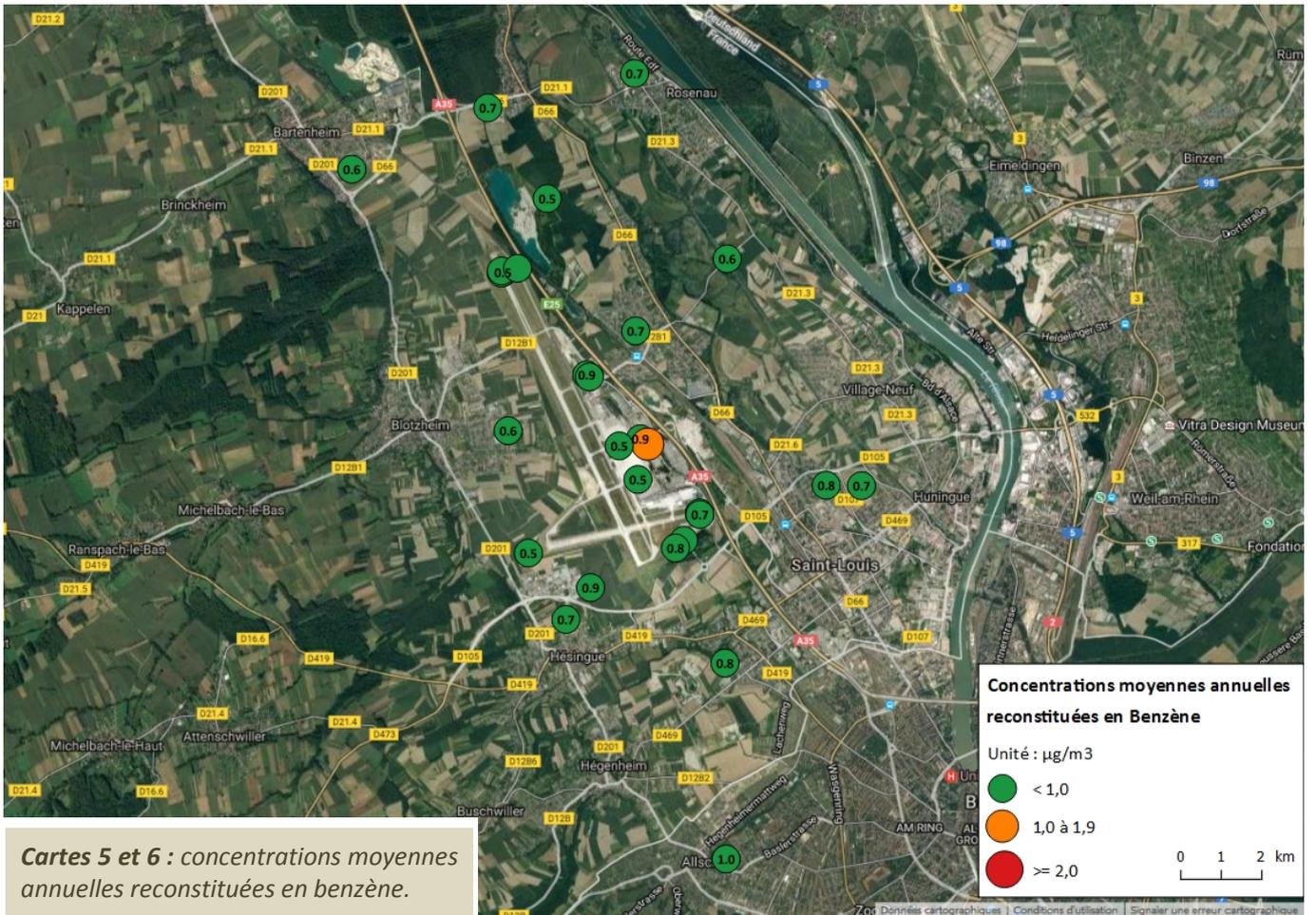
Référence aux normes

Normes françaises

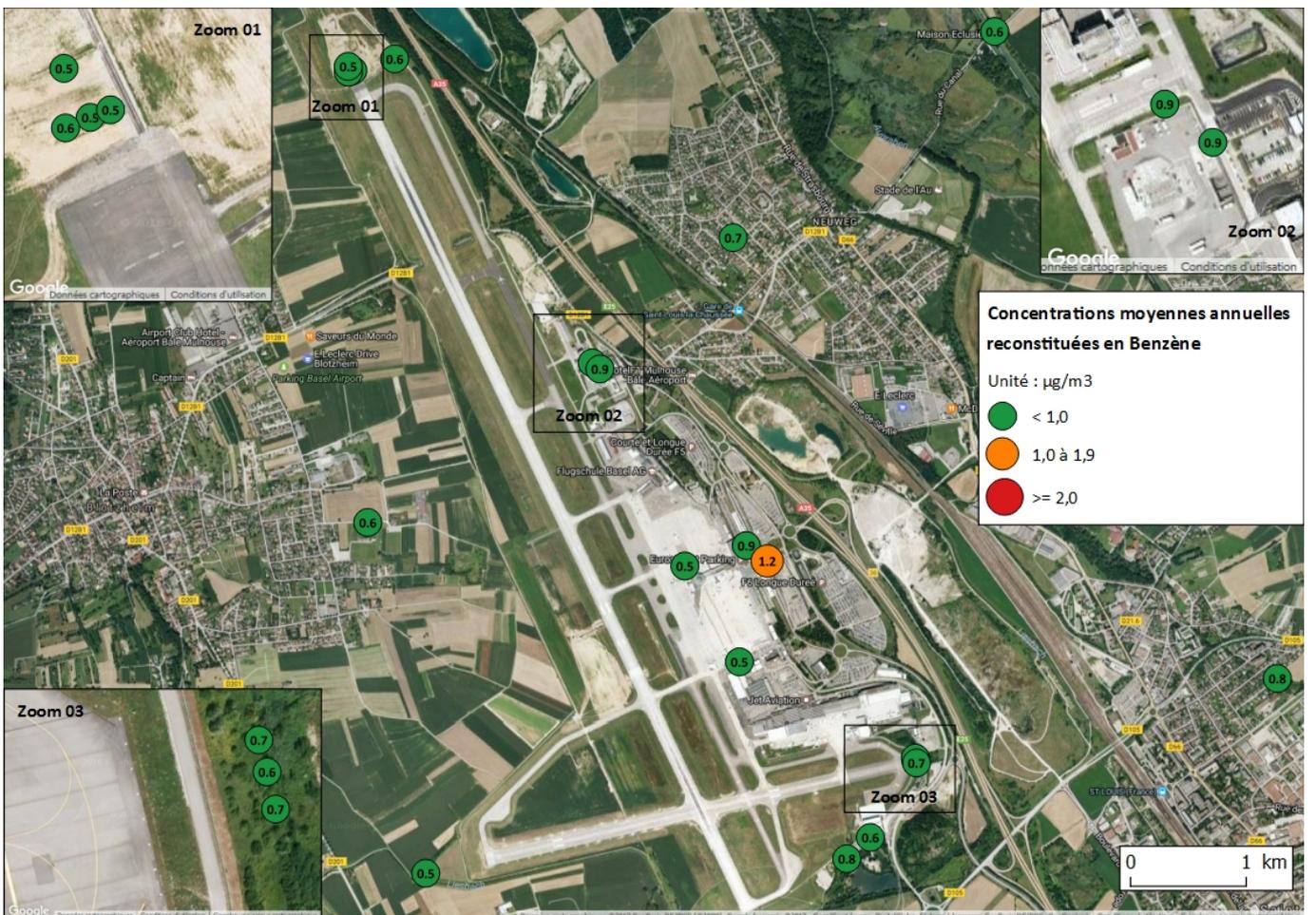
Le code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 (art.1 - version en vigueur au 7/01/2011) impose une valeur limite annuelle de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et un objectif de qualité de l'air de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (transposition de la Directive 2008/50/CE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

Normes suisses

Pas de normes concernant le benzène.



Cartes 5 et 6 : concentrations moyennes annuelles reconstituées en benzène.



4.2.3 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 : zone de stockage des carburants pour véhicules et avions ainsi qu'en zone 6Bis. Les sites instrumentés sont les sites 9 (station ESSO), 32 (zone des avitailleurs) et 33 (zone 6bis).



Sur la plateforme aéroportuaire, les concentrations en COV totaux (figure 14) sont plus importantes sur la station ESSO (site 9 avec 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et la zone des avitailleurs (site 32 avec 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), qu'en zone 6 bis (site 33 avec 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) qui elle présente des teneurs comparables au niveau de fond urbain mulhousien (représenté par la station de Mulhouse Nord). Les teneurs mesurées sur les sites 9 et 32, positionnés à proximité de zones de stockage de carburants, sont 3 fois plus élevées qu'en zone 6Bis (site 33) et qu'en fond urbain (site 30).

Les composés identifiés autour des zones de stockage de carburants (figure 15) sont majoritairement des hydrocarbures saturés (alcane : iso-octane, n-octane et isomères, n-heptane, n-décane et isomères, n-undécane et isomères) ainsi que des hydrocarbures aromatiques (xylènes, p-cymène, 1-2-4 triméthylbenzène). Les stations-service et les dépôts de carburants représentent des sources majeures d'émissions de COV dans l'air ambiant (cf. encart sur la composition des carburants page suivante).

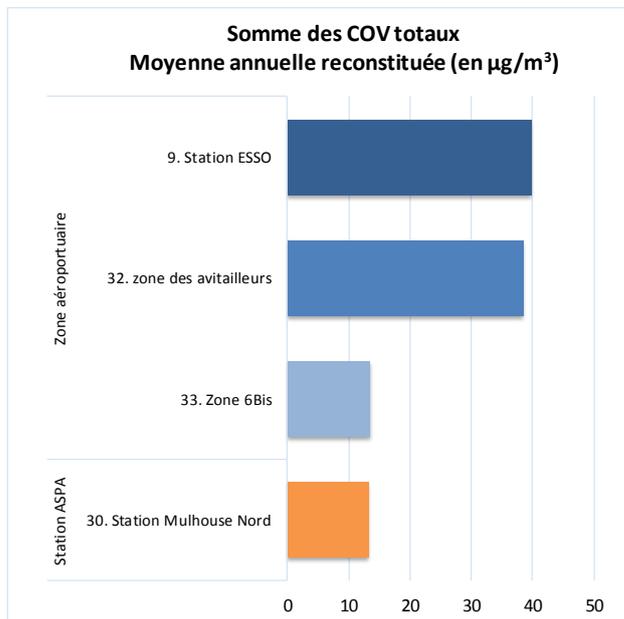


Figure 14 : Concentrations en COV totaux.

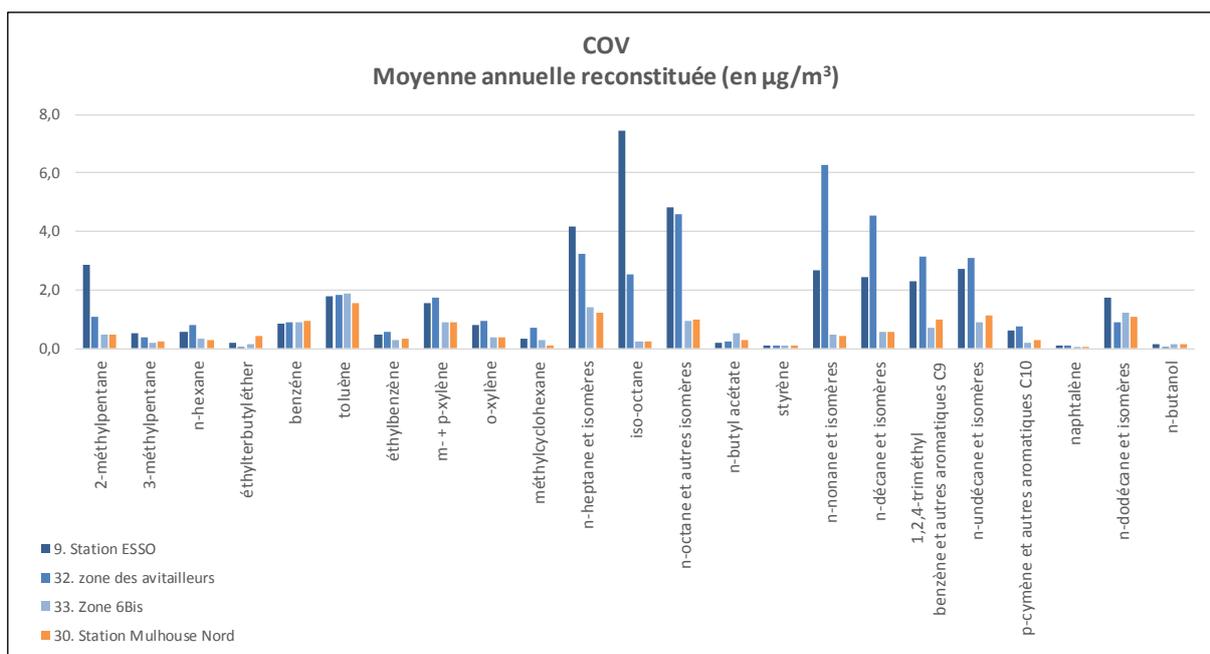


Figure 15 : Concentrations en COV avec spéciation (cf. annexe 5).

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). Il est 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 $C_{14}H_{30}$.

Remarque : l'Aéroport Bâle-Mulhouse a enregistré 15% de mouvements d'avions à pistons et 85% de mouvements d'avions à réaction/turbo propulseur en moyenne entre 2010 et 2015 (mouvement = décollage, atterrissage).



Référence aux normes

Normes françaises

Seul le benzène est soumis à la réglementation. Concernant le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, des valeurs guides ont été établies par l'OMS à :

- 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne hebdomadaire pour le toluène ;
- 22.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour l'éthylbenzène ;
- 4.800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 24h pour les xylènes.

Ces valeurs ne sont pas approchées sur la plateforme aéroportuaire. La liste des concentrations par site et par COV analysés (en moyenne annuelle) est détaillée à l'annexe 4.

Normes suisses

Pas de normes concernant les composés organiques volatils.

4.2.4 Dont les aldéhydes

Des mesures complémentaires en aldéhydes ont été réalisées sur la zone aéroportuaire et plus spécifiquement en zone 6Bis (site 33). Les aldéhydes tracés sont les suivants : formaldéhyde, acétaldéhyde, hexaldéhyde, propionaldéhyde, butyraldéhyde, benzaldéhyde, isovaléraldéhyde, valéraldéhyde.



Les niveaux de concentrations mesurés pour les aldéhydes sont faibles en zone 6Bis (site 33). Ceux-ci sont du même ordre de grandeur que les teneurs relevées sur le site non influencé de Mulhouse Nord (site 30) → Il n'y a pas de marqueur spécifique de la famille des aldéhydes en zone 6Bis.

Les aldéhydes les plus représentés sont le formaldéhyde et le butyraldéhyde avec des niveaux annuels moyens inférieurs à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (figure 16).

A noter que les concentrations relevées en période estivale sont plus élevées qu'en période hivernale, soulignant l'influence du rayonnement solaire (photo oxydation des COV) sur les niveaux de concentrations dans l'air ambiant.

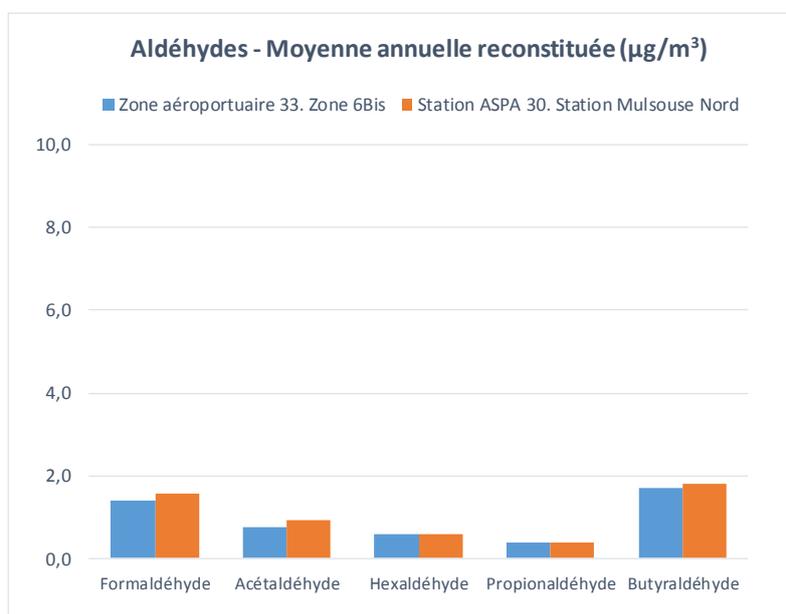


Figure 16 : Concentrations en aldéhydes.

Les concentrations en benzaldéhyde, isovaléraldéhyde et valéraldéhyde ne sont pas présentées car $< LD$.

Les aldéhydes font partie des composés organiques volatils (COV) présents naturellement dans l'air ambiant. Ils sont à la fois des polluants primaires provenant de différentes sources liées aux activités anthropiques, notamment de la combustion incomplète de produits organiques, mais aussi des polluants secondaires émis lors de la photo-oxydation des COV initiée par le rayonnement solaire. Les principaux aldéhydes rencontrés dans l'air ambiant sont le formaldéhyde et à un degré moindre les aldéhydes émis par les gaz d'échappement dont l'acétaldéhyde. Pour le formaldéhyde, la teneur de fond naturelle est de l'ordre de quelques $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En atmosphère urbaine polluée la moyenne peut cependant atteindre des concentrations de 5 à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Référence aux normes

Normes françaises

Il n'existe pas de réglementation pour la mesure des aldéhydes dans l'air ambiant contrairement aux mesures en air intérieur pour lesquelles, depuis janvier 2015, le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 a fixé une valeur guide pour le formaldéhyde de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de longue durée. Les aldéhydes constituent d'avantage une problématique air intérieur.

Par ailleurs, ces composés réagissent très rapidement avec d'autres éléments atmosphériques.

Il est toutefois possible de se référer à des mesures antérieures réalisées en France (tableau 6). Les niveaux rencontrés dans l'air ambiant sont généralement très faibles. Les teneurs relevées sur la zone d'étude se situent dans la fourchette basse.

Référence de l'étude	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zone d'étude
Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI, 2006)	1,9	Urbaines (France)
AirParif (AirParif, 2004)	4,3	Urbaine (Paris)
Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI, 2002)	2	Urbaines
	<4	Périurbaines Rurales

Tableau 6 : gammes de concentrations en formaldéhyde rencontrées en milieu extérieur en France.

Normes suisses

Pas de normes concernant les aldéhydes.

4.2.5 Phénols

Des mesures complémentaires en phénols ont été réalisées sur la zone aéroportuaire et plus spécifiquement en zone 6Bis (site 33). Les phénols tracés sont les suivants : phénol, o-méthylphénol, m- + p-méthylphénol, 2,6-diméthylphénol, 2,5-diméthylphénol, 3,5-diméthylphénol, 2,3-diméthylphénol et 3,4-diméthylphénol.



De ces 8 composés, seul le phénol a été quantifié, les 7 autres présentant des niveaux de concentrations inférieurs aux limites de détection (tableau 7). Les concentrations mesurées pour le phénol sont faibles en zone 6Bis (site 33). Celles-ci sont du même ordre de grandeur que les teneurs relevées sur le site non influencé de Mulhouse Nord (site 30)

➔ Il n'y a pas de marqueur spécifique de la famille des phénols en zone 6Bis.

Phénols moyenne annuelle reconstituées (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	phénol	o-méthyl phénol	m- + p- méthyl phénol	2,6- diméthyl phénol	2,5- diméthyl phénol	3,5- diméthyl phénol	2,3- diméthyl phénol	3,4- diméthyl phénol
33. Zone 6Bis	1,8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
30. Station Mulhouse Nord	1,6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Tableau 7 : Concentrations en phénols.



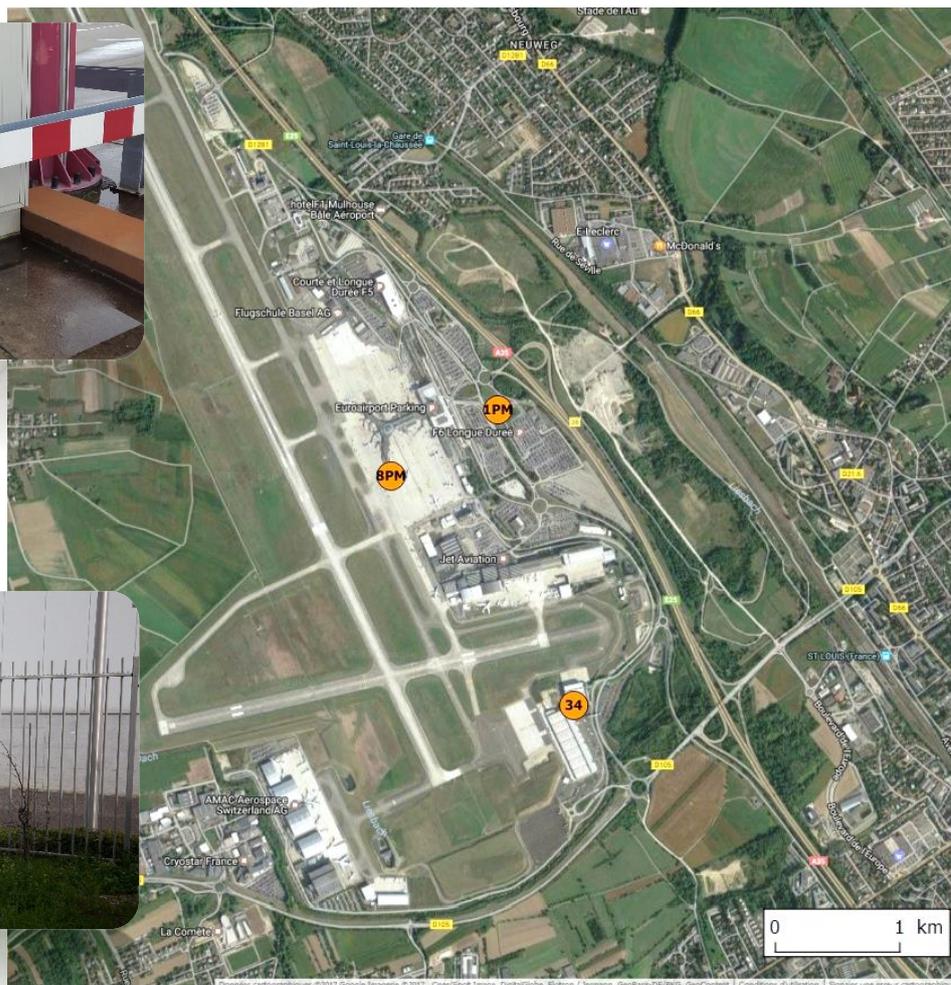
Référence aux normes

Il n'existe aucune réglementation pour la mesure des phénols dans l'air ambiant, que ce soit en France ou en Suisse.

4.3 Prélèvement particulaires

Afin d'appréhender les niveaux de concentrations en particules sur et à proximité de l'Aéroport Bâle-Mulhouse, des préleveurs de particules de type MicroVol ont été installés sur les sites suivants :

- 1PM (ZBO Aérogare) ;
- 8PM (à proximité des aires de stationnement des avions) ;
- 34 (Zone Fret – du côté du déchargement des camions) ;
- 30 (station de référence Mulhouse Nord) pour comparaison méthodologique.



Carte 7 : Sites de mesures en particules (PM10 et PM2.5) sur la zone de l'Aéroport Bâle-Mulhouse (site 30 non représenté sur la carte).

Sur chacun des 4 sites, 2 préleveurs MicroVols ont été installés afin de suivre à la fois les niveaux de concentrations en particules PM10 et PM2.5.

Distribution des concentrations en particules sur la zone d'étude (intégrant les données PM10 des unités mobiles installés aux points de mesure 17, LM Unimog, et 19, LM Remorque)

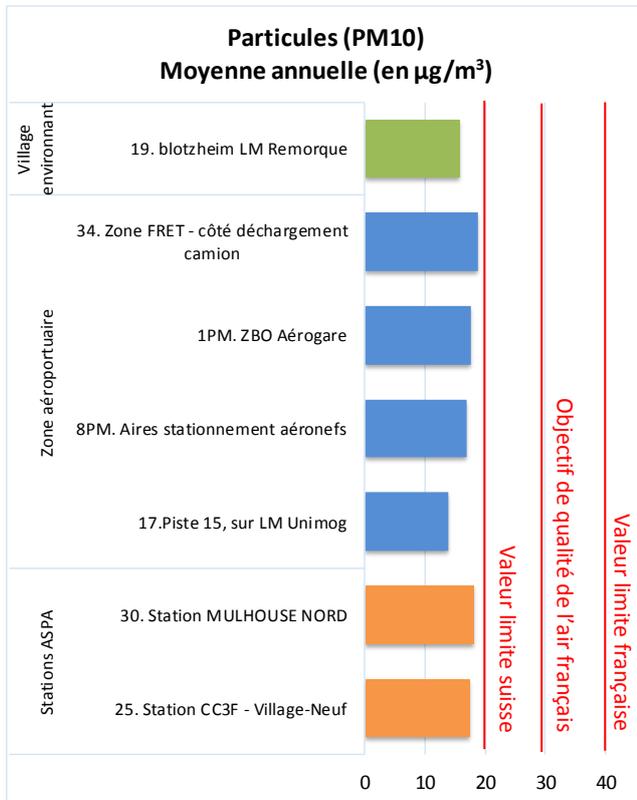


Figure 17 : Distribution des concentrations en particules PM10 sur la zone d'étude.

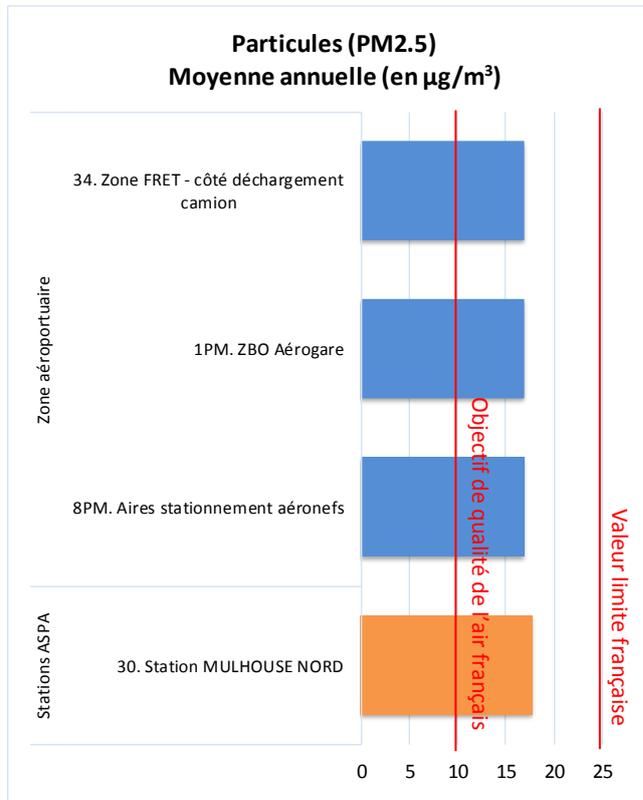


Figure 18 : Distribution des concentrations en particules PM2.5 sur la zone d'étude.

Particules PM10 (figure 17)

Les teneurs moyennes annuelles en particules PM10 ont varié entre 13,8 et 18,8 µg/m³ sur la zone aéroportuaire, concentrations sensiblement équivalentes aux niveaux de fond urbain représenté par la station Mulhouse Nord (site 30) et CA3F (site 25). C'est en zone Fret (site 34), du côté du déchargement des camions que les teneurs en PM10 enregistrées sont les plus élevées. L'unité mobile installée en bout de piste au seuil 15 (site 17) présente les teneurs moyennes annuelles les plus faibles, contrastant avec le reste du dispositif de la zone d'étude : les vents majoritaires qui ont régné durant les 2 phases de mesure, de secteurs OSO à ONO, ont été peu propices au transport des émissions du trafic routier de l'autoroute A35 et des aéronefs circulant sur la plateforme aéroportuaire vers le site 17. Les orientations du vent expliquent également que le laboratoire mobile installé à l'Est de Blotzheim (site 19) indique des niveaux de concentrations en particules plus élevés qu'en bout de piste (site 17) du fait de son exposition aux émissions générées au niveau de la commune (trafic routier, résidentiel, tertiaire, ...).

Particules PM2.5 (figure 18)

Concernant les particules PM2.5, les concentrations moyennes relevées sont équivalentes sur l'ensemble de la zone aéroportuaire, comprises entre 16,9 et 17,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces niveaux de concentrations sont supérieurs aux teneurs mesurées en fond urbain comme sur Mulhouse (13,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés sur la station Mulhouse Sud 2 – site 30) ou Strasbourg (14,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés sur la station Strasbourg Est).

Remarque : ce constat est à nuancer au regard des corrections appliquées au jeu de données PM2.5 MicroVol : les concentrations brutes ont été redressées de +64% en lien avec la représentativité temporelle des périodes de mesure de la campagne, ce correctif pouvant engendrer une surestimation des concentrations réelles.



Référence aux normes

Normes françaises

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).

Aucun site de mesure sur la zone d'étude ne dépasse ni la valeur limite annuelle, ni l'objectif de qualité de l'air pour les PM10.

Concernant les PM2.5, la valeur limite n'est pas dépassée, en revanche l'objectif de qualité de l'air est atteint sur la zone d'étude (objectif de qualité de l'air également dépassé sur le dispositif de surveillance régionale).

Normes suisses

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. Cette valeur n'a pas été dépassée sur la zone d'étude. Pas de normes concernant les particules PM2.5.

4.5 Résultats issus des laboratoires mobiles

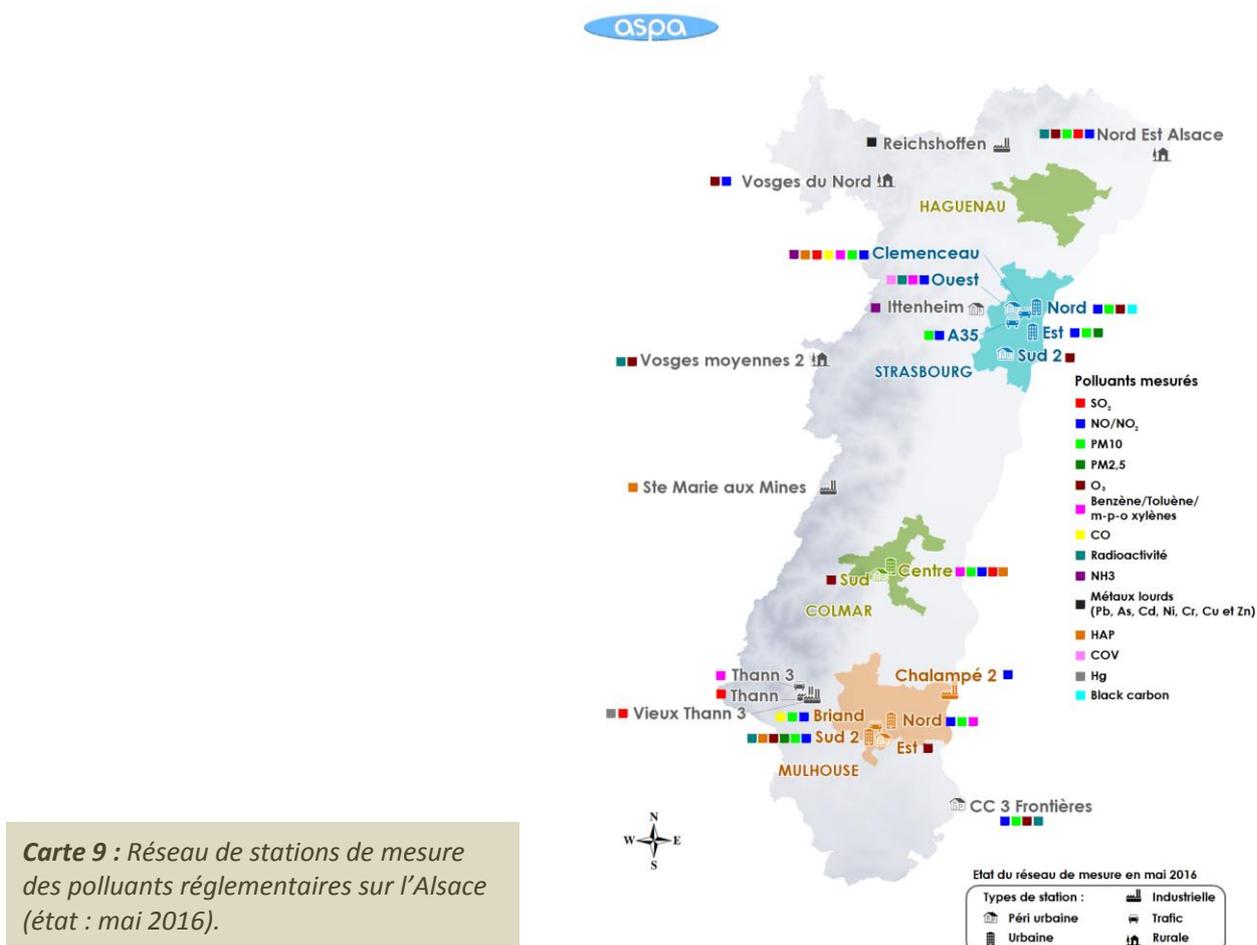
Afin d'appréhender l'évolution horaire et journalière des niveaux de pollution atmosphérique au regard des normes de qualité de l'air pour la mesure des oxydes d'azote et des particules en suspension PM10, un camion laboratoire équipé d'analyseurs de mesure en continue a été installé sur la zone aéroportuaire (site 17 en bout de piste, seuil 15 - LM Unimog) et dans une commune proche de la plateforme (site 19 à Blotzheim – LM Remorque).



Les résultats des mesures des deux unités mobiles ont été exploités en référence aux normes en vigueur et comparés aux données issues des stations du réseau de mesure régional, et plus spécifiquement avec :

- **Mulhouse Briand** : station de proximité trafic.
- **Mulhouse Nord** : station urbaine de fond.
- **CA3F** : station périurbaine de fond.
- **Nord-Est Alsace** : station rurale régionale.

Au regard de la variabilité des niveaux de pollution au cours de l'année, seules les données de mesure de la phase hivernale ont été traitées dans ce paragraphe : les émissions primaires plus importantes l'hiver associées à des conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants dans l'air engendrent des concentrations pour les polluants primaires (oxydes d'azote et particules) plus élevées qu'en été, bien que l'activité aéroportuaire soit plus importante en été qu'en hiver.



Typologie des stations

- trafic** : représentative de la pollution en proximité d'une infrastructure routière à forte circulation ;
- urbaine** : représentative de la pollution de fond (à laquelle est soumise la majorité de la population) dans les centres urbains ;
- périurbaine** : représentative de la pollution de fond de la périphérie des centres urbains et de l'exposition maximale à la pollution « secondaire » (ozone) en zone habitée ;
- rurale** : représentative de la pollution de fond en zone rurale peu habitée.

4.5.1 Situation des niveaux de pollution sur la zone d'étude (unités mobiles) comparativement au réseau de mesure fixe de l'ASPA

Les concentrations moyennes en oxydes d'azote relevées en bout de piste, en seuil 15 (site LM Unimog) entre le 28/01/16 et le 25/02/16 sont globalement (figure 19) :

- équivalentes au fond périurbain comme à Village-Neuf ;
- supérieures au fond rural ;
- inférieures aux teneurs mesurées en proximité routière comme le long de l'avenue Aristide Briand à Mulhouse ainsi qu'au fond urbain de Mulhouse.

Les teneurs moyennes relevées à Blotzheim (laboratoire mobile Remorque) sur cette même période, sont équivalentes au niveau de fond relevé en milieu rural.

Le ratio $[NO] / [NO_2]$ constitue un marqueur de la proximité avec des émetteurs d'oxydes d'azote. Un rapport élevé souligne la proximité de sources d'émissions importantes.

Le laboratoire mobile Unimog implanté en zone réservée, en seuil 15, présente un ratio NO/NO_2 :

- supérieur à celui d'un site rural ;
- équivalent à celui d'un site urbain ;
- inférieur à celui d'un site trafic.

Le laboratoire mobile Remorque installé à Blotzheim présente quant à lui un ratio NO/NO_2 plus faible qu'en bout de piste, équivalent à celui d'un site rural (figure 20).

Les nuages de points représentant les corrélations entre les concentrations relevées sur les deux unités mobiles et les stations du réseau de mesure fixe de l'ASPA montrent des teneurs plus élevées en NO_2 en bout de piste au seuil 15 par rapport au site de Blotzheim (figure 21). Les niveaux mesurés sur la zone d'étude, que ce soit en bout de piste ou dans la commune de Blotzheim, sont équivalents au fond périurbain représenté par la station CA3F de Village-Neuf (figures 22 à 25).

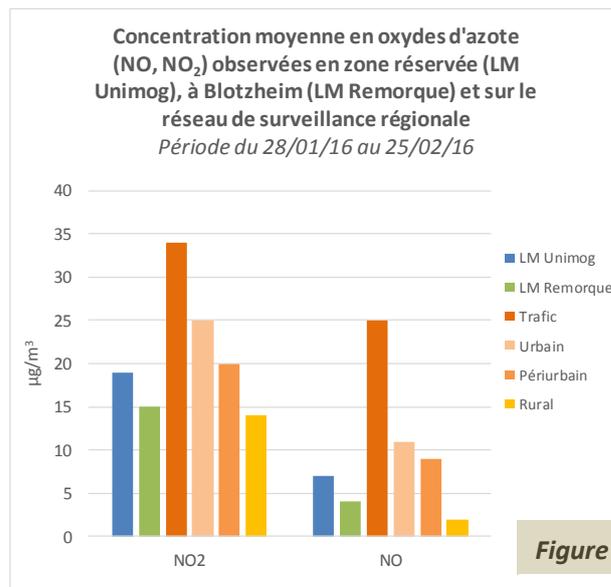


Figure 19

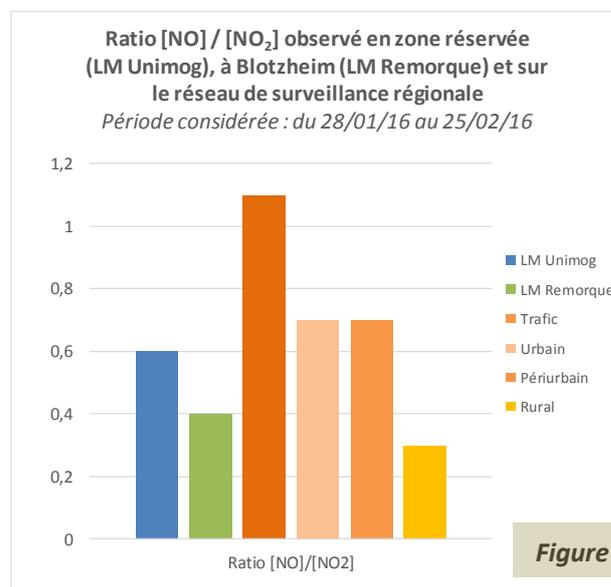


Figure 20

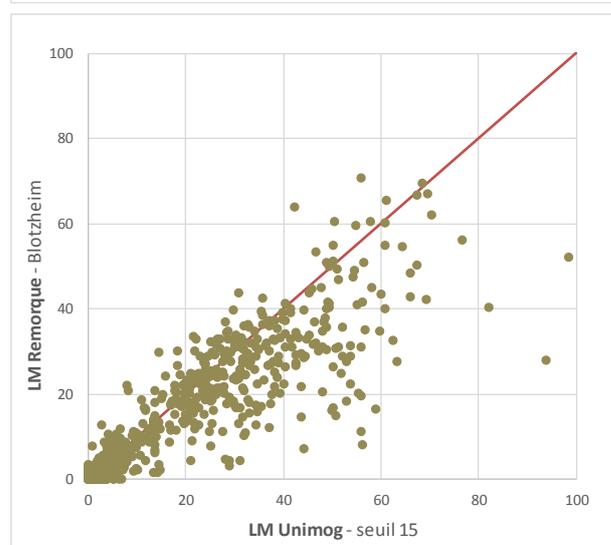
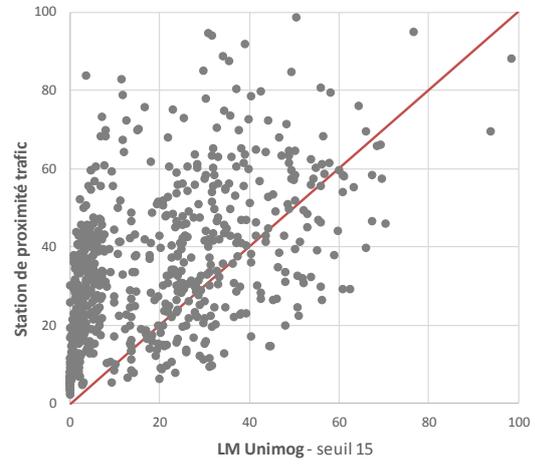
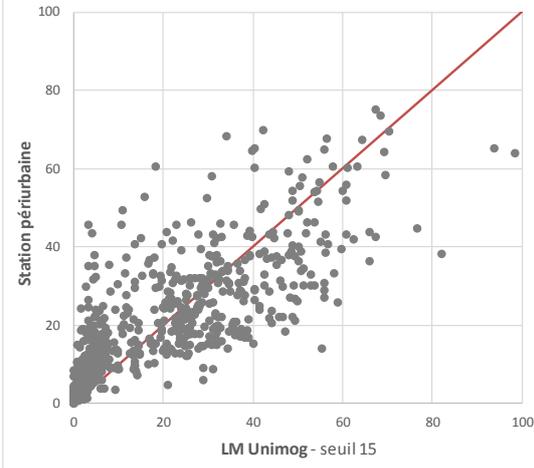
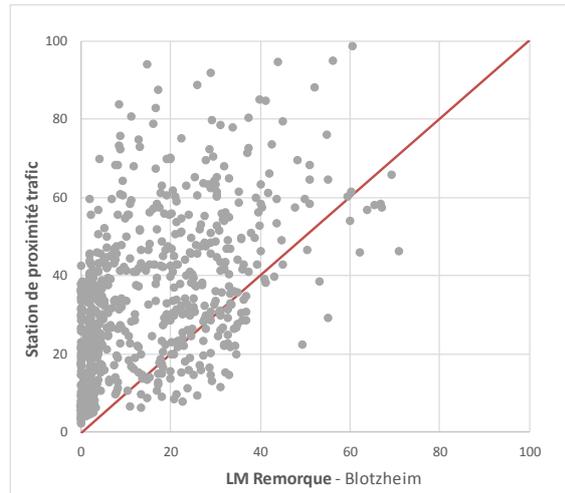
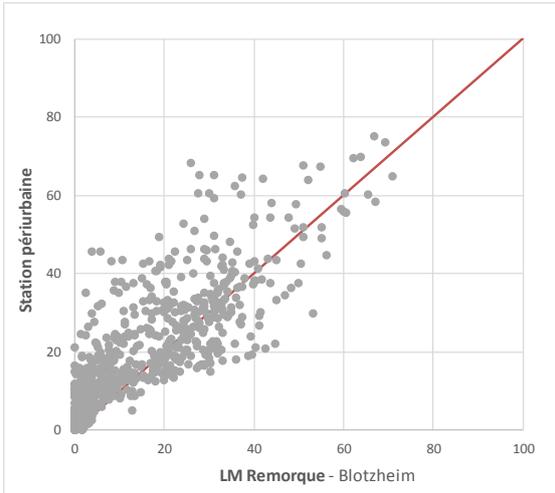


Figure 21 : Corrélation des données horaires de NO_2 LM Unimog et LM Remorque (période : 28/01/16 au 25/02/16).

LM Unimog



LM Remorque



Figures 22 à 25 : Corrélation des données horaires de NO₂ des unités mobiles avec une station périurbaine et une station de proximité trafic (période : 28/01/16 au 25/02/16).

Concernant les niveaux moyens de particules PM10 relevés au seuil de piste 15 (LM Unimog) et dans la commune de Blotzheim (LM Remorque), ceux-ci montrent également des teneurs moyennes (figure 26) :

- plus faibles qu'à proximité du trafic routier ;
- équivalentes au fond de pollution, à distance des sources d'émissions.

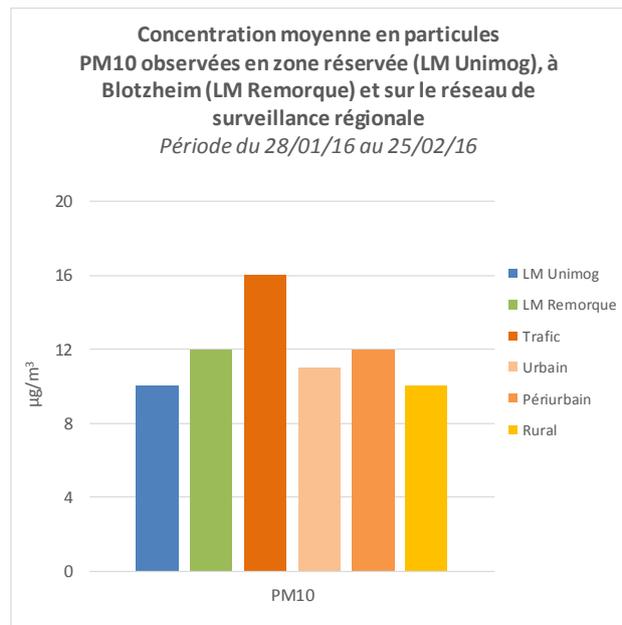


Figure 26

La corrélation entre les concentrations en particules relevées sur les deux unités mobiles est bonne, indiquant une homogénéité des teneurs sur la zone d'étude, que ce soit en bout de piste de la plateforme aéroportuaire ou dans les communes voisines (figure 27). Celles-ci sont équivalentes au fond périurbain représenté par la station CA3F de Village-Neuf (figures 28 à 31).

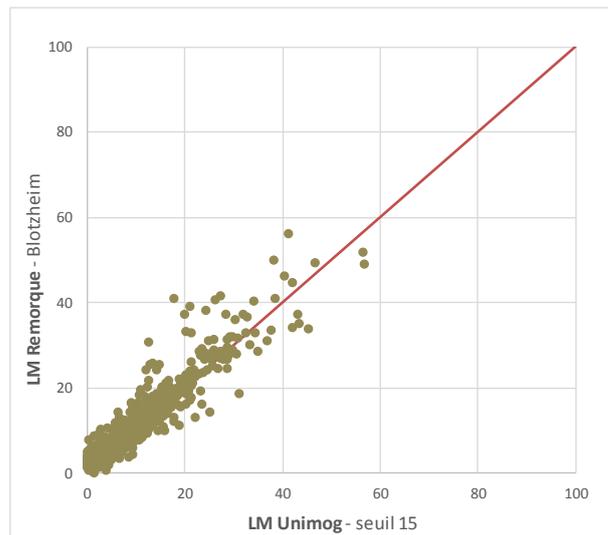
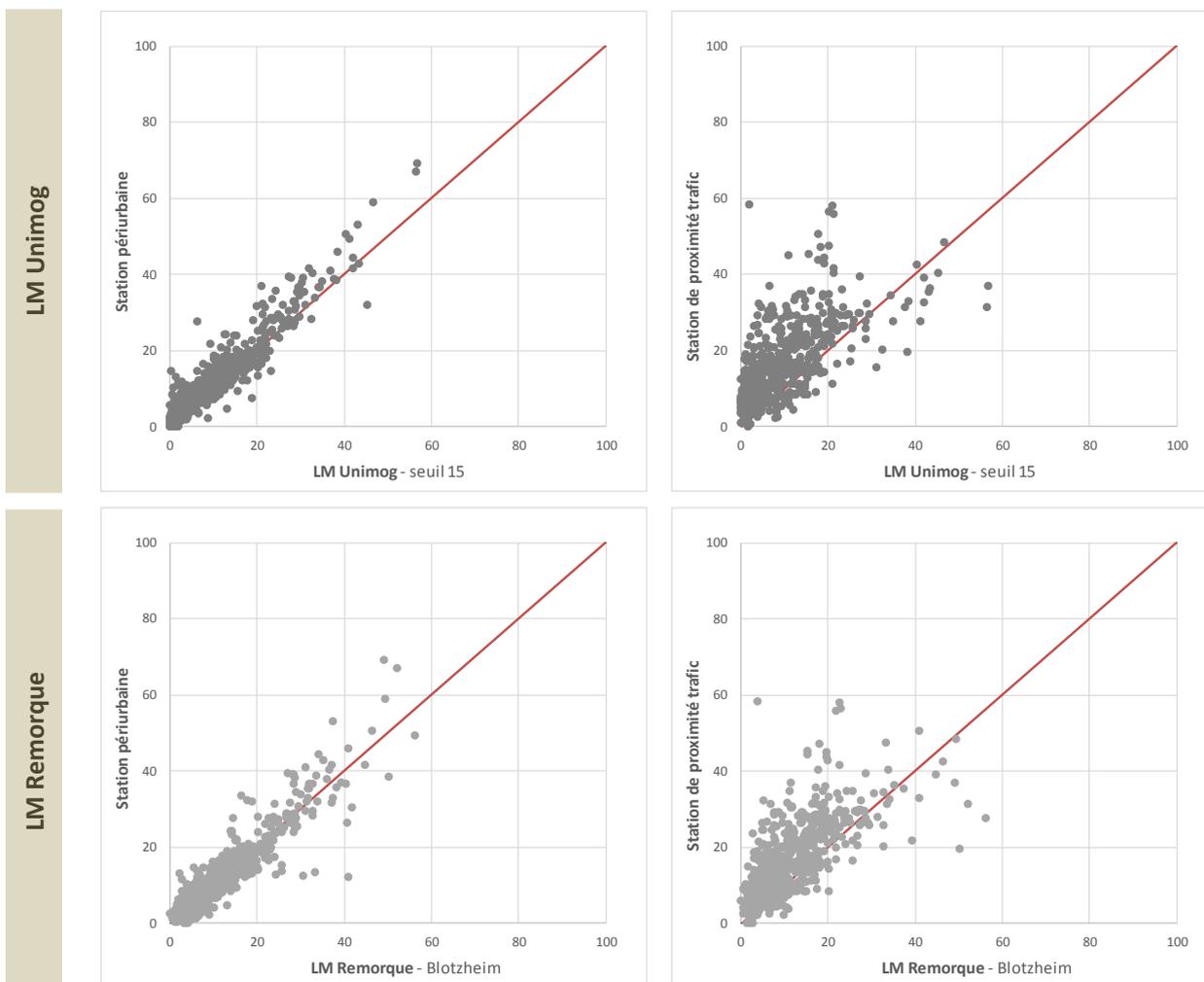


Figure 27 : Corrélation des données horaires PM10 LM Unimog et LM Remorque (période : 28/01/16 au 25/02/16).



Figures 28 à 31 : Corrélation des données horaires PM10 des unités mobiles avec une station périurbaine et une station de proximité trafic (période : 28/01/16 au 25/02/16).

4.5.2 Etude des variations journalières

Cette partie s'attache à analyser les profils journaliers moyens (moyenne des concentrations horaires sur les périodes de mesure pour chaque heure de la journée) des sites laboratoire mobile, pour le NO et les PM10 (indicateurs d'une pollution de proximité) et le NO₂ (indicateur d'un fond de pollution sous influence de sources d'émission) en comparaison avec ceux établis pour les stations du réseau ASPA.

Toutes les heures sont rapportées en heures TU (en été : 8h TU = 10h légale ; en hiver : 8h TU = 9h légale).

Les niveaux moyens en monoxyde et dioxyde d'azote observés en bout de piste (LM Unimog) et à Blotzheim (LM Remorque) montrent (figures 32 et 33) :

- une baisse des concentrations en journée alors que le trafic aérien est maximal,
- une élévation des niveaux de concentration le matin en lien avec une intensification du trafic routier entre 6h et 10h TU (déplacements domicile-travail entre autres...)
- un 2^{ème} pic le soir, moins marqué que le matin, entre 17h et 21h correspondant à l'intensification du trafic routier en fin de journée. Ce pic n'est en revanche pas perçu en NO sur le site de Blotzheim ;
- des variations journalières globalement corrélées avec le réseau de mesure fixe de l'ASPA (fluctuation bimodale) ;
- des niveaux plus élevés en bout de piste par rapport à Blotzheim, expliqués par des sources d'émissions polluantes plus nombreuses sur la plateforme aéroportuaire (aéronefs, véhicules terrestres, ...) et sa proximité avec l'A35 ;
- des teneurs à Blotzheim et en bout de piste équivalentes à un fond de pollution (rural/périurbain) ;
- et donc au bilan des corrélations peu marquées avec le trafic aérien.

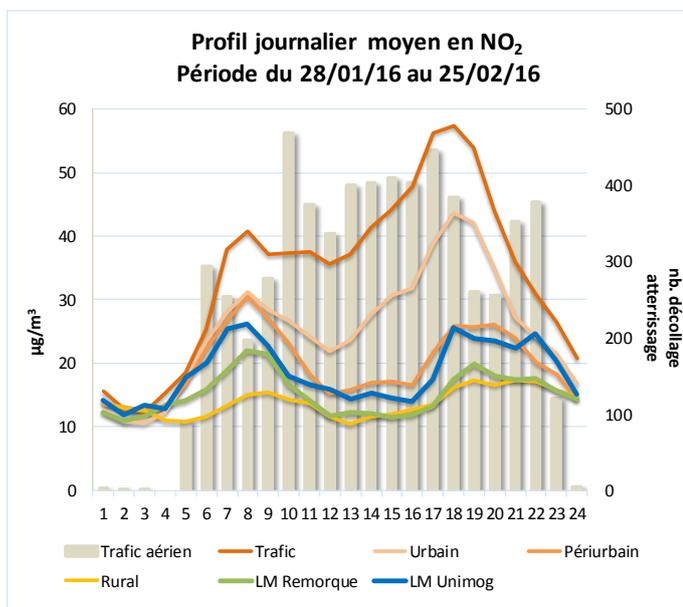


Figure 32 : Profil journalier moyen en NO₂.

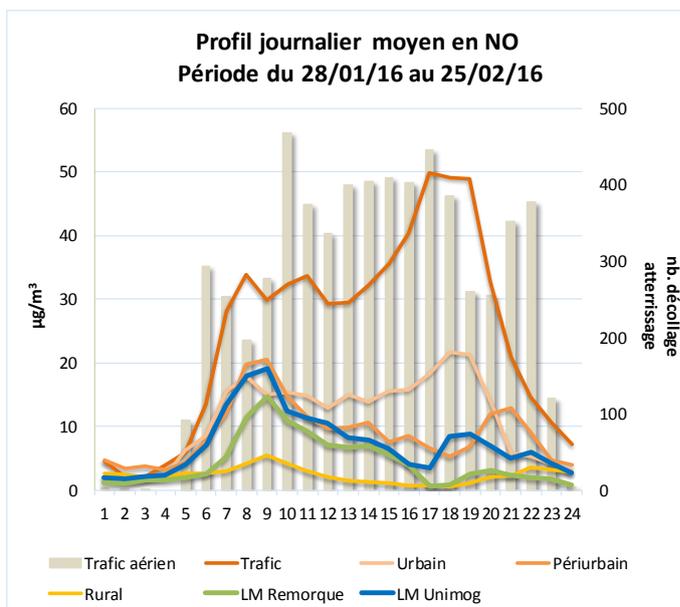


Figure 33 : Profil journalier moyen en NO.

Les niveaux moyens en particules PM10 observés à Blotzheim et en bout de piste montrent (figure 34) :

- une variabilité assez faible au cours de la journée comme sur le reste du dispositif de mesure régional ;
- deux pics le matin et le soir, comme pour les oxydes d'azote, en corrélation avec les variations du trafic routier ;
- des niveaux de particules à Blotzheim plus élevés que ceux mesurés en bout de piste sur la plateforme aéroportuaire.
- des niveaux de concentrations à Blotzheim et en bout de piste équivalents au fond de pollution (rural/urbain) ;
- des corrélations peu marquées avec le trafic aérien.

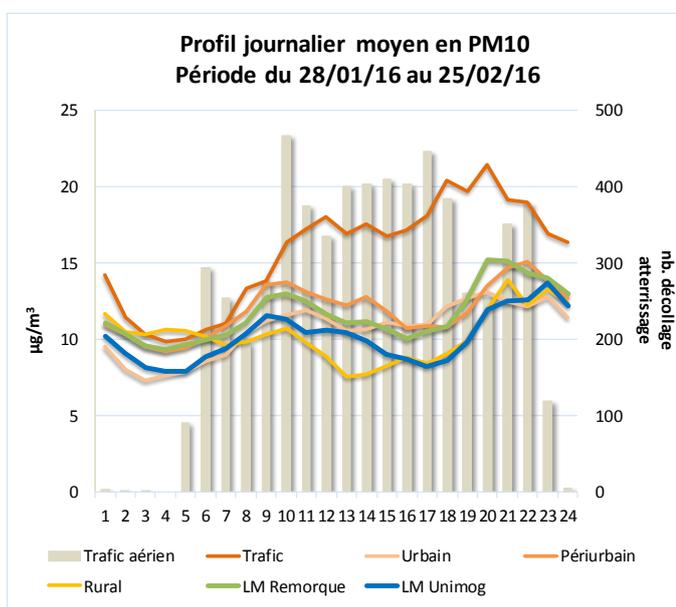


Figure 34 : Profil journalier moyen en PM10.

4.5.3 Résultats issus des laboratoires mobiles en référence aux normes

Les normes françaises prises en compte sont les suivantes (tableau 8) :

Valeurs limites			
Dioxyde d'azote (NO₂)	Santé	200 µg/m³ - moyenne horaire - A ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
Seuils de recommandations et d'alerte			
Dioxyde d'azote (NO₂)	Recommandation et information	200 µg/m³ - moyenne horaire	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Alerte	400 µg/m³ - moyenne horaire 200 µg/m³ - moyenne horaire Si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.	
Valeurs limites			
Particules (PM10)	Santé	50 µg/m³ - moyenne journalière A ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile (centile 90,4)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
Seuils de recommandation et d'alerte			
Particules (PM10)	Recommandation et information	50 µg/m³ - moyenne journalière	Article R221-1 Modifié par le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air Version en vigueur au 7/01/2011
	Alerte	80 µg/m³ - moyenne journalière	

Tableau 8 : Normes françaises de qualité de l'air.

Les normes suisses prises en compte sont les suivantes (tableau 9) :

Valeurs limites d'immission		
Dioxyde d'azote (NO₂)	100 µg/m³ - moyenne semi-horaire A ne pas dépasser plus de 876 demi-heures par an (centile 95,0)	Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985 (Etat au 1 ^{er} avril 2017) - Annexe 7
	80 µg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	
Particules (PM10)	50 µg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	

Tableau 9 : Normes suisses de qualité de l'air.

Les maxima horaires journaliers en NO₂ enregistrés entre le 28/01/16 et le 25/02/16 ont varié entre :

- 6 et 99 µg/m³ sur la plateforme aéroportuaire, en bout de piste (LM Unimog) ;
- 2 et 71 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (LM Remorque).

Ces niveaux de concentration sont inférieurs aux seuils français d'information/recommandation et d'alerte fixés respectivement à 200 et 400 µg/m³ sur une heure (figure 35).

Les moyennes journalières en NO₂, ont quant à elles, varié entre :

- 2 et 44 µg/m³ sur la plateforme aéroportuaire, en bout de piste (LM Unimog) ;
- 1 et 41 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (LM Remorque).

Ces niveaux de concentration 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 36).

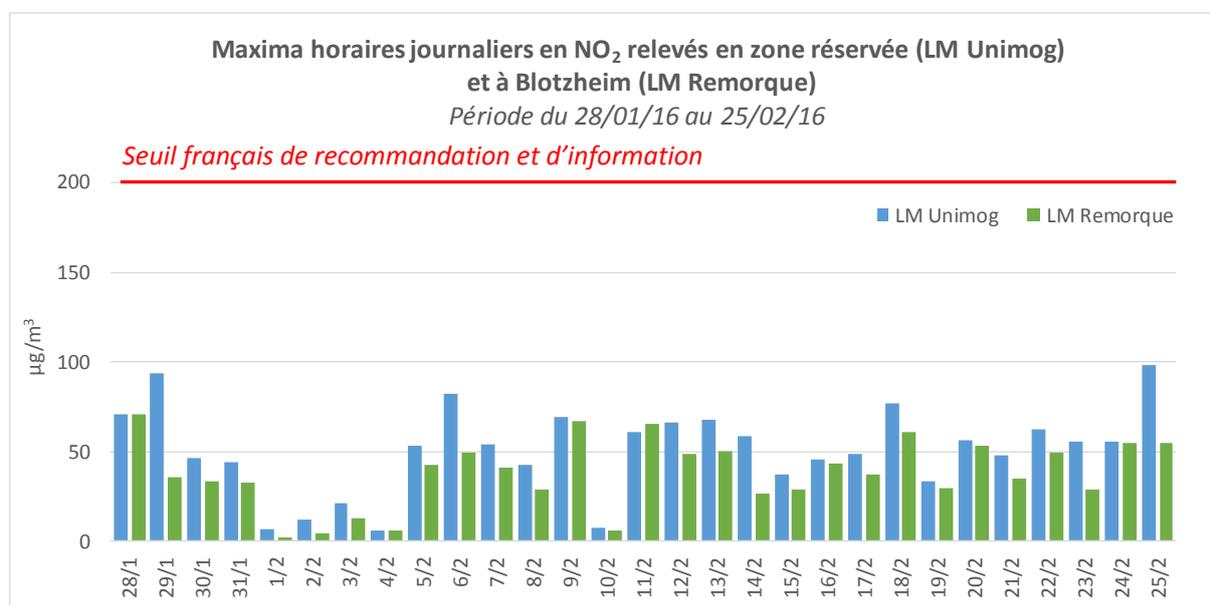


Figure 35 : Maxima horaires journaliers en NO₂ relevés sur les deux unités mobiles.

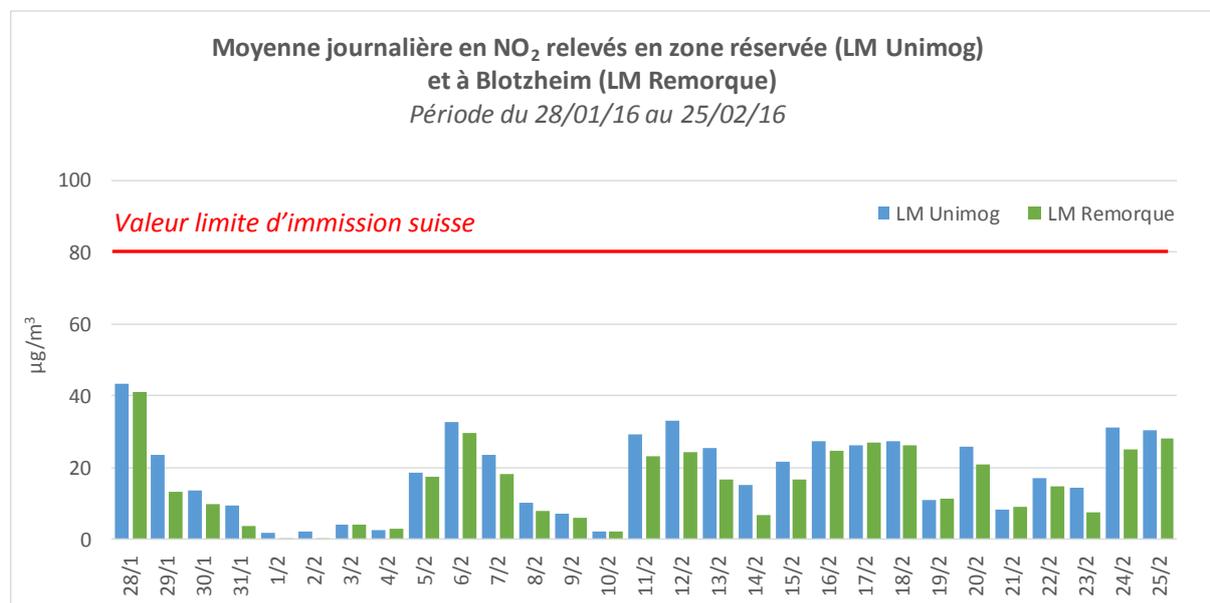


Figure 36 : Moyenne journalière en NO₂ relevés sur les deux unités mobiles.

- 2 et 30 µg/m³ sur la plateforme aéroportuaire, en bout de piste (LM Unimog) ;
- 3 et 32 µg/m³ dans la commune de Blotzheim (LM Remorque).

Ces niveaux de concentration 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 37).

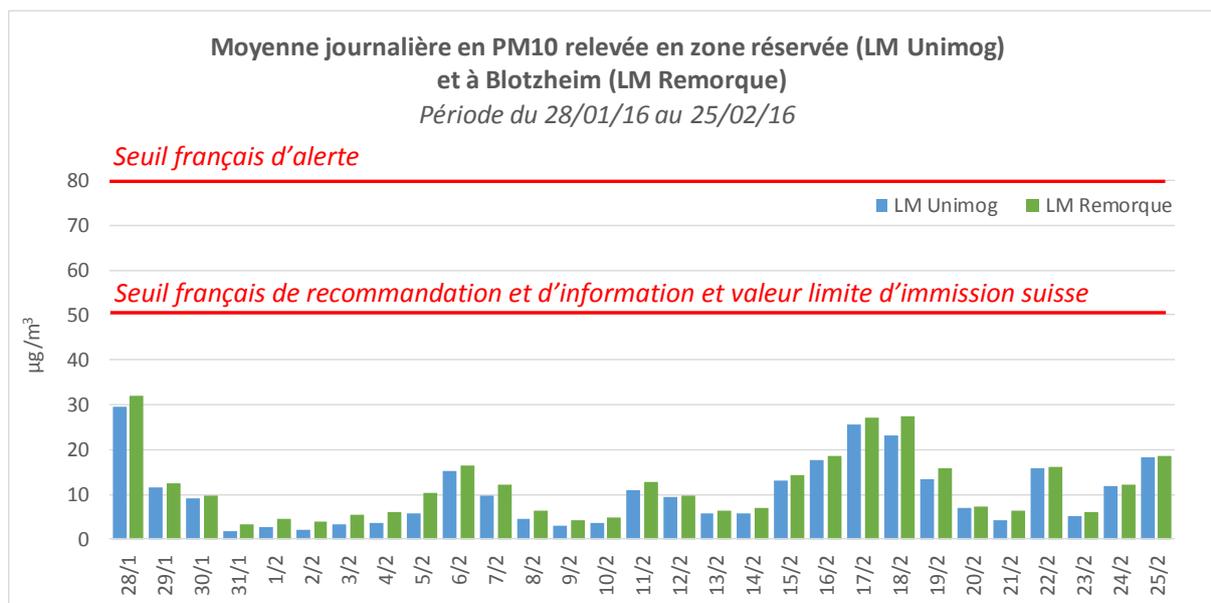


Figure 37 : Moyenne journalière en PM10 relevés sur les deux unités mobiles.

V. EVOLUTION DES NIVEAUX DE POLLUTION DEPUIS 2005

La surveillance des niveaux de pollution sur la plateforme de l'Aéroport Bâle-Mulhouse a démarré en 2005 avec la mise en place d'une campagne de mesure. Cette campagne avait pour objectif d'évaluer l'impact des activités de la plateforme aéroportuaire sur la qualité de l'air sur l'emprise de l'aéroport ainsi que dans les villages alentours. Des campagnes de mesure ont été reconduites en 2011 et en 2016 avec ce même objectif. La réalisation périodique de campagnes de mesure permet de suivre l'évolution dans le temps des niveaux de concentrations sur et à proximité de l'aéroport, en tenant compte autant que possible des aléas climatiques pouvant avoir une influence déterminante sur les niveaux de pollution observés.

5.1 Evolution des niveaux de pollution sur la zone d'étude depuis 2005

La station CA3F implantée dans la zone d'étude à Village-Neuf mesure en continu les niveaux de pollution depuis 2005. La figure 37 présente l'évolution des concentrations annuelles en NO₂ et en particules PM10 sur la station et montre une tendance à la baisse des niveaux de pollution depuis 2005.

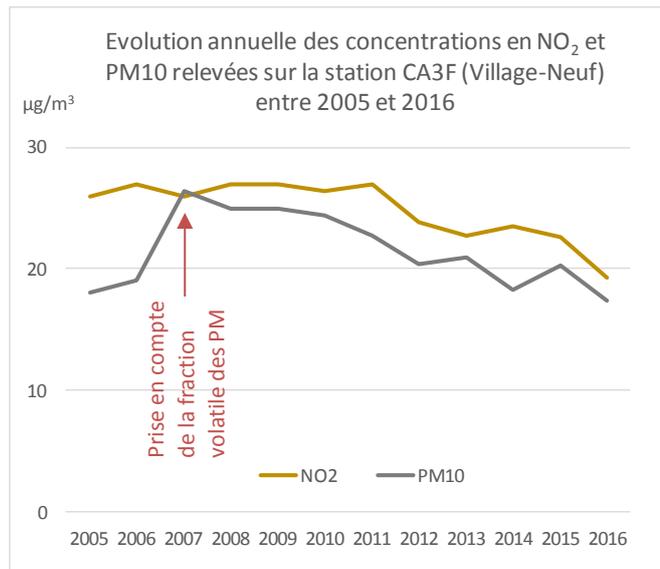


Figure 38

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.

Les figures 39 à 42 présentent les concentrations moyennes observées au cours des différentes phases de mesure réalisées entre 2005 et 2016 pour le dioxyde d'azote et le benzène. L'analyse de l'évolution des niveaux de pollution est réalisée distinctement sur les phases hivernales et sur les phases estivales des différentes campagnes de mesure (tableau 10).

Phase hivernale	Phase estivale
Février 2006 : du 08/02/06 au 22/02/06	Juillet 2005 : du 06/07/05 au 26/07/05
Mars 2011 : 22/03/11 au 05/04/11	Septembre 2011 : du 13/09/11 au 27/09/11
Février 2016 : du 28/01/16 au 26/02/16	Juillet 2016 : du 28/06/16 au 26/07/16

Tableau 10 : Périodes de mesure des différentes campagnes depuis 2005.

L'évolution des niveaux de pollution est globalement similaire pour les oxydes d'azote et les particules PM10, à savoir :

- une baisse des teneurs moyennes hivernales entre 2006 et 2011 puis entre 2011 et 2016 ;
- une augmentation des concentrations moyennes estivales entre 2005 et 2011 puis une baisse entre 2011 et 2016.

Ces tendances sont corrélées entre les différents secteurs de la zone d'étude (zone publique de l'aéroport, zone réservée de l'aéroport, en bout de piste, dans les communes voisines) mais également avec les stations de mesure fixes de l'ASPA (Mulhouse Nord, CA3F à Village-Neuf).

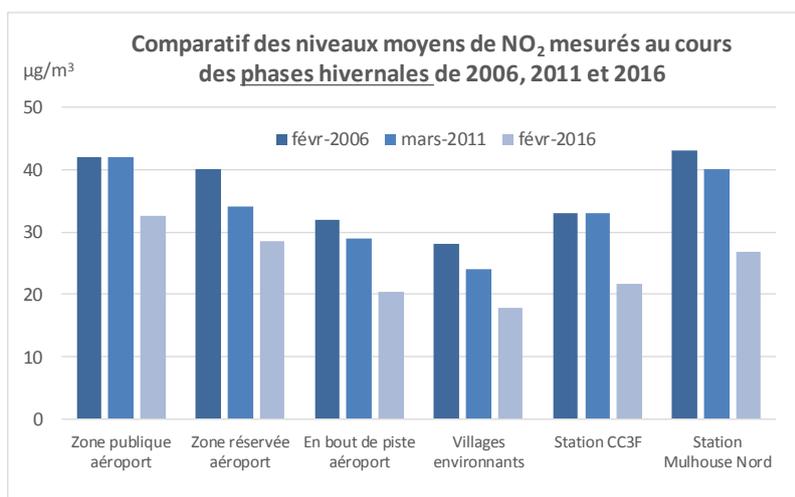


Figure 39

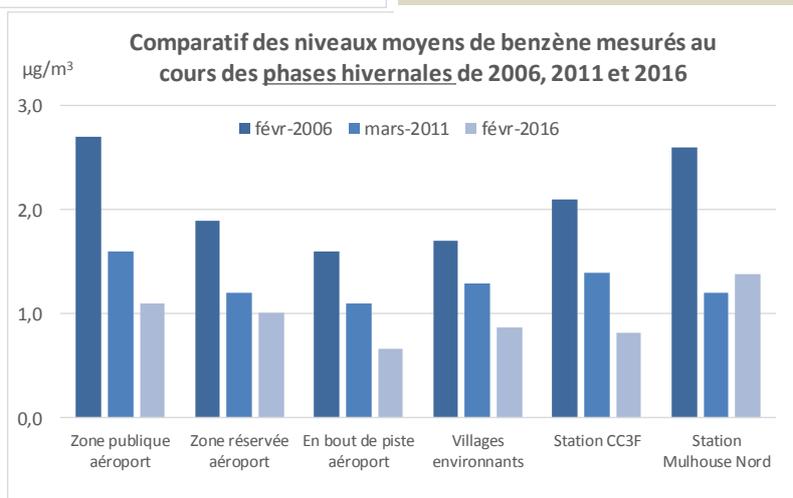


Figure 40

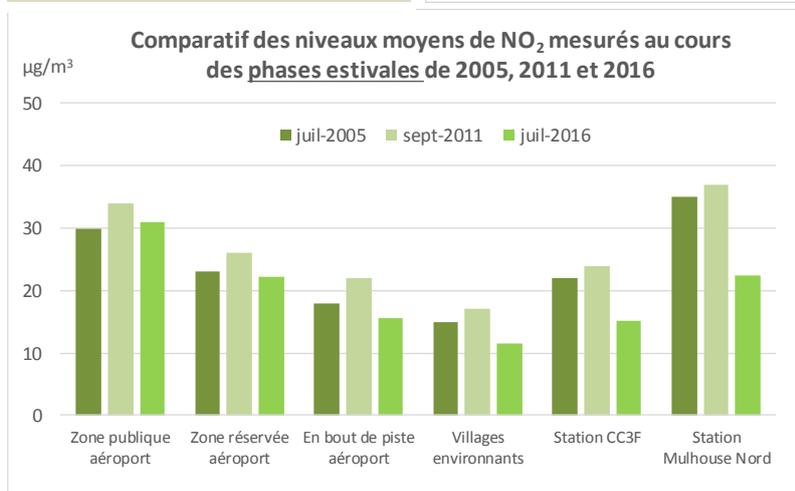
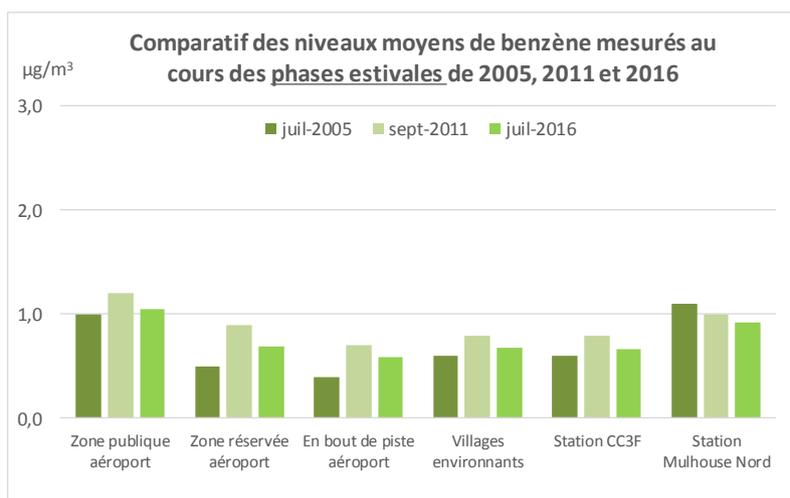


Figure 41

Figure 42



5.2 Evolution des conditions météorologiques

Les figures 43 à 48 présentent un comparatif de différents indicateurs météorologiques (température, vitesse du vent, précipitations) au cours des phases hivernales et estivales de 2005-2006, 2011 et 2016. L'évolution des conditions météorologiques entre les différentes campagnes est un élément déterminant dans les niveaux de pollution rencontrés au cours des différentes campagnes de mesure.

Figure 43

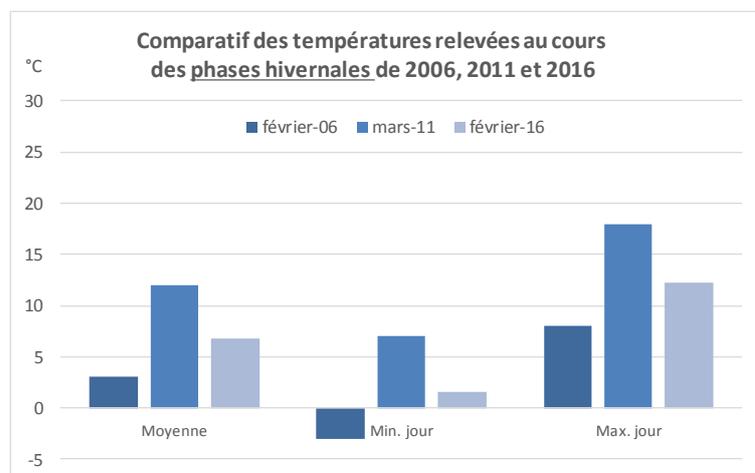
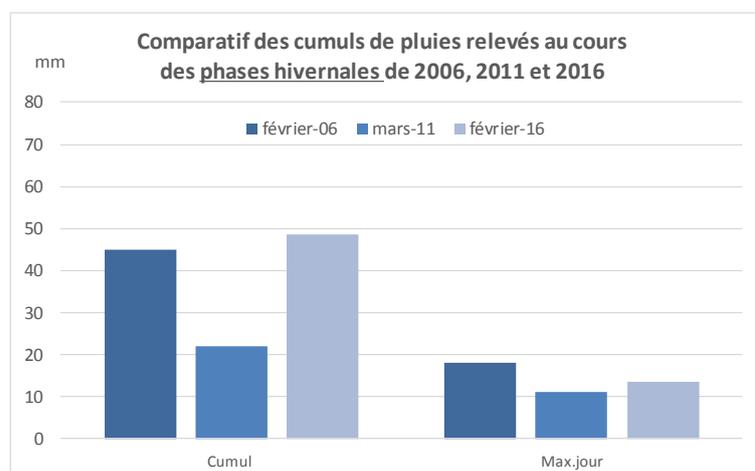


Figure 44



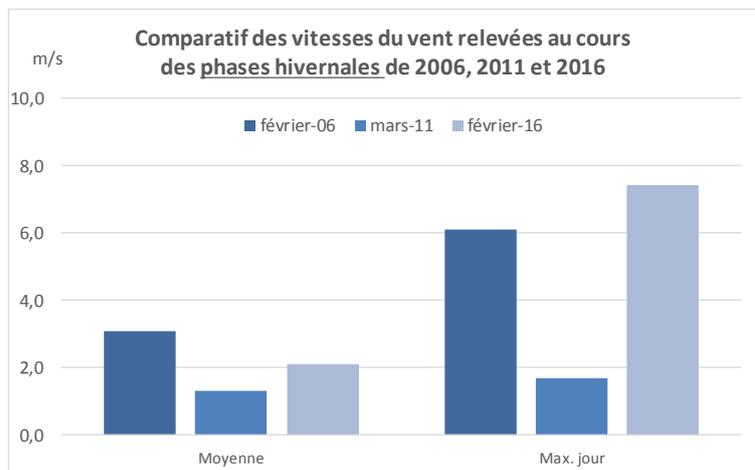


Figure 45

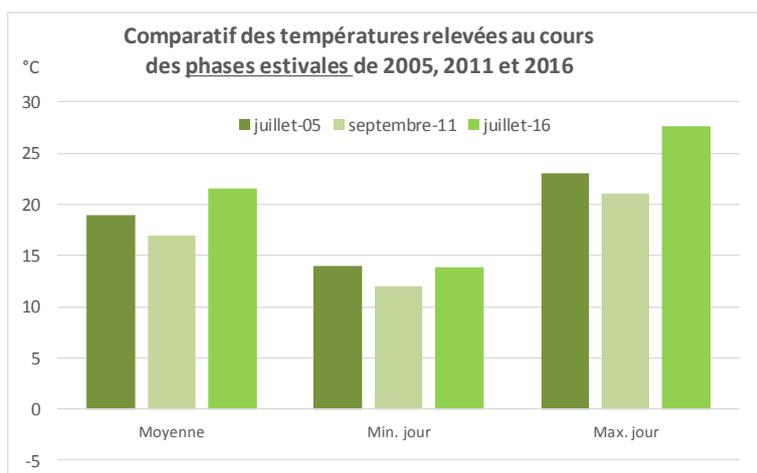


Figure 46

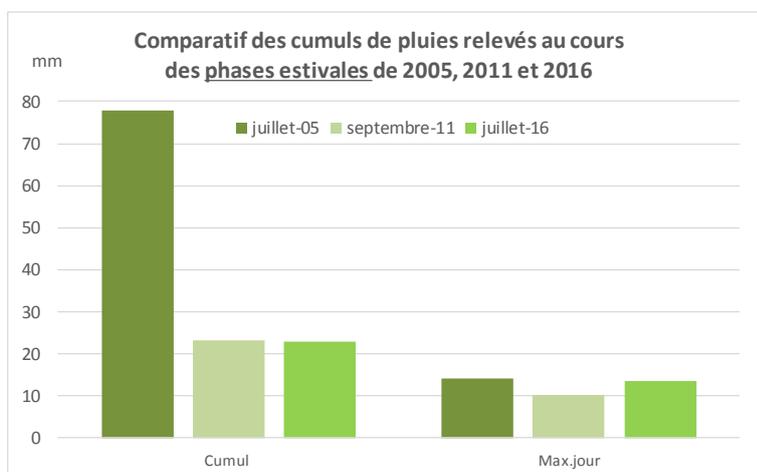


Figure 47

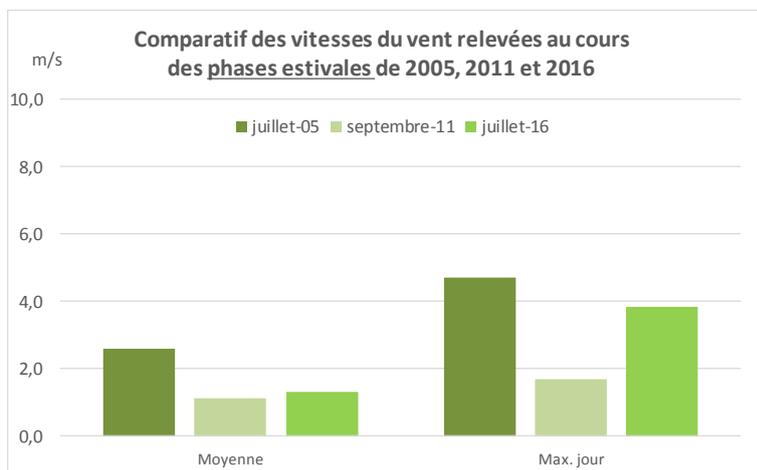


Figure 48

Caractéristiques météorologiques des différentes phases de mesure

Phases hivernales

Février 2006 : cette phase de mesure a enregistré les températures les plus froides des 3 phases hivernales, favorables aux émissions des polluants primaires tels que les oxydes d'azote et les particules. En revanche, les vitesses de vent modérées enregistrées, couplées à un fort cumul de précipitations, sont plutôt favorables à la dispersion des polluants dans l'air.

Mars 2011 : cette phase de mesure se caractérise par les températures les plus chaudes, limitant les émissions polluantes. Les vitesses de vent faibles et le peu de précipitations enregistrées sur la période sont des paramètres peu propices à la dispersion des polluants.

Février 2016 : les températures enregistrées sur cette période sont intermédiaires avec les phases 2006 et 2011, tout comme les vitesses de vent relevées. En revanche, le cumul des pluies a été aussi important qu'en février 2006, des précipitations permettant le lessivage des masses d'air.

Phases estivales

Juillet 2005 : cette phase de mesure se caractérise par des précipitations importantes et des vents soutenus, favorables à la dispersion des polluants

Septembre 2011 : les températures estivales les plus fraîches ont été enregistrées sur cette période de mesure. Les vitesses de vent faibles et le peu de précipitations enregistrées sur la période sont des paramètres peu propices à la dispersion des polluants.

Juillet 2016 : cette phase de mesure a enregistré les températures les plus chaudes des 3 phases estivales. Tout comme sur la phase estivale 2011, les vitesses de vent et les précipitations ont été faibles, facteurs défavorables à la dispersion des polluants.

Phase hivernale	février-06	mars-11	février-16
Evolution des concentrations (NO ₂ , PM10)			
Emissions polluantes	+	-	
Température	Froide	Chaude	Intermédiaire
Conditions de dispersion des polluants	+	-	+
Vent	Modéré	Faible	Intermédiaire
Précipitations	Importante	Faible	Importante

Phase estivale	juillet-05	septembre-11	juillet-16
Evolution des concentrations (NO ₂ , PM10)			
Emissions polluantes		+	-
Température	Intermédiaire	la + froide	la + chaude
Conditions de dispersion des polluants	+	-	-
Vent	Modéré	Faible	Faible
Précipitations	Importante	Faible	Faible

Tableaux 11 et 12 : Bilan de l'évolution des niveaux de pollution parallèlement aux conditions atmosphériques (comparatif des périodes de mesure des phases hivernales et estivales de 2005-2006, 2011 et 2016).

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

Une cartographie de la répartition spatiale de la pollution en dioxyde d'azote (NO₂) a été réalisée à partir des mesures moyennées sur l'année 2016 recueillies essentiellement à l'aide de tubes à diffusion répartis sur l'ensemble des sites de la zone d'étude centrée sur l'aire de l'Aéroport Bâle-Mulhouse.

L'élaboration de cette cartographie repose sur l'utilisation de techniques géostatistiques qui intègrent la connaissance de variables auxiliaires corrélées au polluant considéré et permet d'en améliorer la précision. Ces méthodes, déjà utilisées pour le traitement cartographique des résultats des campagnes précédentes en 2005-2006 et 2011 sur la même zone d'étude, ont démontré tout leur intérêt dans l'appréhension spatio-temporelle des concentrations en dioxyde d'azote.

Les résultats cartographiques finaux en dioxyde d'azote (NO₂) pour les périodes d'exposition des tubes moyennées sur l'année 2016 ont été ici élaborés à l'aide d'un algorithme d'interpolation de type krigeage avec dérive externe. Cette dernière technique ayant apporté pour cette période de meilleurs résultats que ceux qui avaient été obtenus jusqu'à présent via un algorithme d'interpolation de type cokrigeage colocalisé. Notons que les deux techniques tendent vers des résultats assez proches. Toutefois, le krigeage avec dérive externe s'avère fréquemment mieux adapté lorsque la variable auxiliaire est de même nature que la variable d'intérêt, comme dans le cas où l'on considère la combinaison entre des mesures d'un polluant (variable d'intérêt) et la modélisation spatiale des immissions en dioxyde d'azote disponibles sur la région Alsace pour l'année 2014 (variable auxiliaire ou explicative) dans le cadre de cette étude.

Les résultats cartographiques géostatistiques de la campagne de mesure 2016 montrent des répartitions de champs de concentrations en NO₂ en conformité avec ceux obtenus à l'appui des campagnes précédentes (2005-2006, 2011) sur la zone concernée. L'Aéroport Bâle-Mulhouse constitue toujours un îlot de pollution en NO₂ bien circonscrit, lié aux activités aéroportuaire et au trafic routier qui sont sources d'émissions en NO_x, localisé dans le prolongement du panache des agglomérations de Bâle et de Saint-Louis à l'extrême Sud-Est qui longe le principal axe routier raccordant l'A35.

Comparativement aux campagnes précédentes (2005-2006, 2011), il ressort une sensible diminution des concentrations en NO₂ sur toute l'aire géographique d'étude. Cela se traduit par une extension très réduite de l'îlot de pollution centré sur l'aéroport. Les valeurs les plus élevées en NO₂ s'observent à proximité immédiate de l'aérogare, notamment sur les sites d'accès des passagers (33 µg/m³), ainsi que de l'aire de stationnement des aéronefs où on relève une valeur de 40 µg/m³ correspondant au seuil d'objectif de qualité annuel. Cette diminution des niveaux de pollution en NO₂ impacte également le panache de pollution sous le vent des agglomérations de Bâle et de Saint-Louis qui se démarque par une superficie plus réduite et un gradient plus atténué par rapport aux zones rurales environnantes (différentiel de l'ordre de 4 à 5 µg/m³ en moyenne).

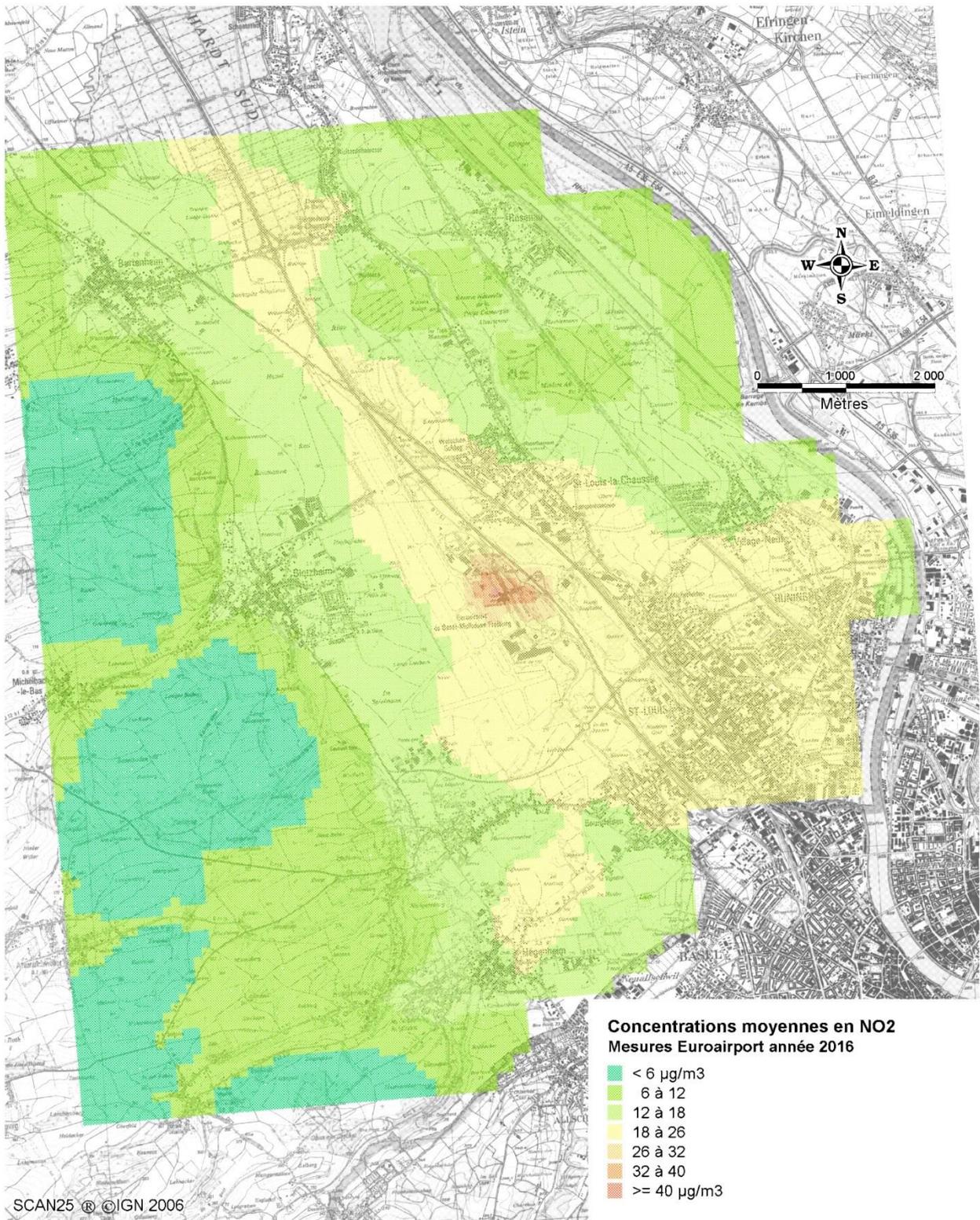


Figure 49 : Estimation de la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote (NO₂) en 2016 par krigeage des mesures avec le plan d'information régional des immissions NO₂ spatialisé pour l'année 2014 en dérive externe.

VII. BILAN DES DEPASSEMENTS DE NORMES

Le tableau 13 présente un bilan de la situation des niveaux de pollution mesurés sur les différents sites de la campagne de mesure au regard des normes de qualité de l'air (normes françaises et suisses).

Sites	Polluants	NO ₂				Benzène		Toluène, éthylbenzène et xylènes	Particules PM10				Particules PM2.5	
	Réglementation nationale	française		suisse		française		française	française		suisse	française		
	Norme à respecter	Valeur limite annuelle	Seuil horaire de recommandation/information et alerte	Valeur limite d'immission annuelle	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 aéroport Airport (côté français)												
	1PM	ZBO Aéroport												
	2	Entrée parking souterrain, descente Tröley côté suisse												
	7	Zone Fret - en face de l'entrée du Fret												
	8	A proximité des aires de stationnement des aéronefs												
	8PM	A proximité des aires de stationnement des aéronefs												
	9	Entre la station ESSO et le pôle technique												
	10	Côté piste 26, dans l'axe de la piste												
	11	Côté piste 26, à 20m à droite du point 10												
	12	Côté piste 26, à 20m à gauche du point 10												
	13	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, dans l'axe de la piste												
	14	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, à 20m à droite du point 13												
	15	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, à 20m à gauche du point 13												
	16	Côté piste 15, sur 3ème rangée de lumière, dans l'axe de la piste												
	17	Côté piste 15, à 150m de la piste - LM Unimog												
	32	Zone des aviateurs												
	34	Zone FRET - côté déchargement camion (zone 4)												
35	Zone FRET - côté avion													
Dans les villages environnants la zone aéroportuaire Bâle-Mulhouse	18	BARTENHEIM												
	19	BLOTZHEIM												
	20	BLOTZHEIM/HESINGUE - dans l'axe de la 2 ^{ème} piste de l'aéroport												
	21	HESINGUE												
	22	ALLSCHWIL												
	23	HEGENHEIM/BOURGELDEN												
	24	ST LOUIS												
	25	VILLAGE-NEUF - Station fixe CC3F												
	26	ST LOUIS LA CHAUSSEE												
	27	ST LOUIS NEUWEG												
	28	ROSENAU												
	29	BARTENHEIM/ROSENAU												
	30	MULHOUSE - Station fixe Mulhouse Nord												
31	BARTHENHEIM LA CHAUSSEE/ST LOUIS LA CHAUSSEE - gravière Lafarge Holcim													
33	Zone 6Bis													

Tableau 13



Valeur réglementaire respectée



Site de mesure non instrumenté



Dépassement d'une valeur réglementaire

Le NO₂ et les particules PM2.5 sont concernés par des dépassements de normes :

- **La valeur limite annuelle française en NO₂** est dépassée sur le site 8, à proximité des aires de stationnement des aéronefs ;
- **La valeur limite d'immission annuelle suisse en NO₂** est dépassée sur les sites 1 (à l'entrée de l'aérogare côté français), 2 (à l'entrée du parking souterrain côté suisse) et 8 (à proximité des aires de stationnement des aéronefs) ;
- **L'objectif de qualité de l'air annuel français pour les particules PM2.5** est dépassé sur les sites 1PM (au niveau des bassins d'orage), 8PM (aires de stationnement des aéronefs), 34 (en zone Fret, côté déchargement des camions) tout comme sur Mulhouse en fond urbain (site 30 - station Mulhouse Nord).

VIII. CONCLUSIONS

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus de la campagne de mesure réalisée dans la zone de l'Aéroport Bâle-Mulhouse respectivement du 28 janvier au 26 février 2016 (phase hivernale) ainsi qu'entre le 28 juin et le 26 juillet 2016 (phase estivale) à la demande de la Direction de l'Aéroport.



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

Les niveaux les plus élevés 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 (devant l'aérogare à proximité des aires de dépose/stationnement des passagers ainsi que de l'autoroute – sites 1 et 2) et des activités de la plateforme (aires de stationnement des aéronefs – site 8). Les teneurs moyennes annuelles enregistrées ont pu atteindre $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme sur le site 8. En dehors de ces 3 sites, les concentrations moyennes annuelles relevées en zone réservée sont toutes inférieures à $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux de concentrations les plus faibles de la plateforme ont été relevés en zone Fret, sur la zone 6Bis ainsi qu'en bout de piste seuil 15.

Dans les communes voisines de l'aéroport, les niveaux de concentrations ont varié entre 12 et $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne annuelle), teneurs globalement inférieures à celles relevées sur la plateforme (soulignant les contributions des émissions de la plateforme aéroportuaire sur les niveaux de NO_2 par rapport au fond de pollution). Ce sont les sites les plus intégrés au tissu urbain de St Louis et de Bâle ou les sites proches de l'autoroute A35 qui présentent les niveaux de NO_2 les plus importants (Village-Neuf, St Louis et St Louis-la-Chaussée, Allschwil, entre Rosenau et Bartenheim). A noter que l'ensemble des capteurs installés à l'Est de la plateforme et de l'autoroute A35 présentent des teneurs plus élevées que ceux implantés à l'Ouest en lien avec les conditions de ventilation : les vents ont majoritairement soufflés d'Ouest en Est durant les deux phases de mesure, favorables au transport des émissions générées par l'aéroport et l'autoroute A35 vers les communes situées à l'Est de la plateforme.

La valeur limite annuelle française a été atteinte uniquement en zone réservée de la plateforme aéroportuaire, sur le site 8 (aires de stationnement des aéronefs). **La valeur limite annuelle suisse** a quant à elle été dépassée sur 3 sites de la plateforme, sur le site 1 (entrée de l'aérogare côté français), sur le site 2 (entrée du parking souterrain côté suisse) et sur le site 8 (aires de stationnement des aéronefs).

Les concentrations moyennes annuelles en **benzène** relevées sur la zone d'étude ont varié entre 0,5 et $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux les plus élevés ont été relevés sur la plateforme de l'aéroport en zone publique (à l'entrée du parking Suisse et de l'aérogare côté zone française – sites 1 et 2), en zone 6Bis (site 33) ainsi qu'en zone réservée (zone de stockage des carburants – sites 9 et 32). Ces niveaux sont équivalents à ceux observés en zone urbanisée dense telle qu'à Allschwil ou Mulhouse.

L'ensemble du dispositif de mesure (plateforme et villages) a présenté des niveaux de benzène inférieurs à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, en deçà de la valeur limite annuelle et de l'objectif de qualité de l'air français. En Suisse, le benzène ne fait l'objet d'aucune valeur réglementaire d'immission dans l'air.

Des mesures complémentaires ont été réalisées plus spécifiquement sur la plateforme aéroportuaire, à proximité de la zone des avitailleurs (zone de stockage de carburant), source potentielle d'émission de COV. Les niveaux de concentrations en **COV totaux** y sont 3 fois plus importants que sur un site non influencé. Les molécules identifiées entrent dans la composition des essences pour véhicules terrestres et aériens (hydrocarbures saturés, aromatiques).

Des préleveurs de particules ont été installés spécifiquement sur cette campagne de mesure 2016 afin d'approcher spatialement les **concentrations en particules (PM10 et PM2.5)** sur la plateforme de l'Aéroport : sites 1PM (ZBO Aérogare), 8PM (aires de stationnement des aéronefs) et 34 (zone Fret du côté du déchargement des camions). Les variations spatiales sont faibles : les niveaux moyens annuels ont fluctué entre 13,8 et 18,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et entre 16,9 et 17,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2.5.

Ni la valeur limite annuelle, ni l'objectif de qualité de l'air (réglementation française) n'ont été dépassés voire atteints sur la zone d'étude pour les PM10. La valeur d'immission établie par l'Ordonnance sur la protection de l'air suisse (OPair) est également respectée sur l'ensemble du dispositif.

Concernant les particules PM2.5, la valeur limite annuelle française n'est pas dépassée, **en revanche l'objectif de qualité de l'air (en droit français) est dépassé sur tous les sites.** En Suisse, les particules PM2.5 ne font l'objet d'aucune valeur réglementaire d'immission dans l'air.

Les niveaux de pollution enregistrés par les **deux camions laboratoires** présentent les caractéristiques d'un site de fond, distant avec les sources d'émissions polluantes, à Blotzheim tout comme en bout de piste en seuil 15 (LM Unimog).

Les niveaux mesurés à partir des deux unités mobiles ne font apparaître aucun dépassement des valeurs réglementaires pour les oxydes d'azote et les particules.



Concernant l'évaluation de l'impact des activités de la zone 6Bis

Le suivi plus spécifique de **composés organiques volatils (COV)** dont certaines molécules de la **famille des aldéhydes et des phénols** en zone 6Bis n'a pas montré d'influence locale liée aux activités de cette zone. Les concentrations en COV totaux, en aldéhydes et en phénols relevées sur le site 33 ont été faibles, équivalents aux teneurs enregistrées en fond urbain comme à Mulhouse, sur un site non influencé.



Concernant l'évolution des niveaux de pollution depuis 2005

La station CA3F 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.

La comparaison des niveaux de pollution (NO₂ et benzène) mesurés au cours des différentes phases de mesure depuis 2005 montre une baisse des concentrations moyennes hivernales entre 2006 et 2011 puis entre 2011 et 2016 et une augmentation des concentrations moyennes estivales entre 2005 et 2011 puis une baisse entre 2011 et 2016. Ces tendances sont corrélées entre les différents secteurs de la zone d'étude (zone publique de l'aéroport, zone réservée de l'aéroport, en bout de piste, dans les communes voisines) mais également avec les stations de mesure fixes de l'ASPA : cohérence sur l'ensemble du dispositif.

La distribution des niveaux de pollution est la même au cours des différentes phases de mesure, à savoir que :

- les concentrations les plus importantes sur la plateforme, en NO₂ et benzène, sont constatées en zone publique et en zone réservée ;
- les niveaux de pollution les plus bas de la plateforme sont observés en bout de piste ;
- Les niveaux de pollution enregistrés dans les communes voisines de l'aéroport sont plus faibles que sur la plateforme pour les oxydes d'azote mais équivalents voire supérieurs à ceux observés en bout de piste pour le benzène.

ANNEXES

ANNEXE 1 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR

✓ Normes françaises

Objectifs de qualité de l'air			
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Santé	40 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Santé	50 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Particules (PM10)	Santé	30 µg/m ³ - moyenne annuelle (particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres)	Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
Particules (PM2,5)	Santé	10 µg/m ³ - moyenne annuelle (particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 micromètres)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
Benzène (C ₆ H ₆)	Santé	2 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Plomb (Pb)	Santé	0,25 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Ozone (O ₃)	Santé	120 µg/m ³ - maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Végétation	6000 µg/m ³ .h - AOT 40 Calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet	
Valeurs limites			
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Santé	200 µg/m ³ - moyenne horaire - A ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Santé	40 µg/m ³ - moyenne annuelle	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Santé	125 µg/m ³ - moyenne journalière A ne pas dépasser plus de 3 jours par an (centile 99,2)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Santé	350 µg/m ³ - moyenne horaire A ne pas dépasser plus de 24 heures par an (centile 99,7)	
Particules (PM10)	Santé	50 µg/m ³ - moyenne journalière A ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile (centile 90,4)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
		40 µg/m ³ - moyenne annuelle	
Particules (PM2,5)	Santé	25 µg/m ³ - moyenne annuelle (particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 micromètres)	à partir de 2015
Benzène (C ₆ H ₆)	Santé	5 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Monoxyde de carbone (CO)	Santé	10 mg/m ³ - maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Plomb (Pb)	Depuis 2002	0,5 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Valeurs cibles			
Ozone (O ₃)	Santé	120 µg/m ³ - maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moyenne sur 3 ans.	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Végétation	18 000 µg/m ³ .h - AOT 40 calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet en moyenne sur 5 ans.	
Particules (PM2,5)	Santé	20 µg/m ³ - moyenne annuelle (particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 micromètres)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1
Arsenic (As)	Santé	6 ng/m ³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	Applicable au 01/01/2013
Cadmium (Cd)	Santé	5 ng/m ³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	Applicable au 01/01/2013
Nickel (Ni)	Santé	20 ng/m ³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	Applicable au 01/01/2013
Benzo(a)Pyrène (B[a]P)	Santé	1 ng/m ³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	Applicable au 01/01/2013
Seuils de recommandation et d'alerte			
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Recommandation et information	200 µg/m ³ - moyenne horaire	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Alerte	400 µg/m ³ - moyenne horaire 200 µg/m ³ - moyenne horaire Si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Recommandation et information	300 µg/m ³ - moyenne horaire	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Alerte	500 µg/m ³ - moyenne horaire 3 heures consécutives	
Ozone (O ₃)	Recommandation et information	180 µg/m ³ - moyenne horaire	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
	Alerte	240 µg/m ³ - moyenne horaire	
Particules (PM10)	Recommandation et information	50 µg/m ³ - moyenne journalière	Article R221-1 Modifié par le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air Version en vigueur au 7/01/2011
	Alerte	80 µg/m ³ - moyenne journalière	
Niveaux critiques			
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Végétation	20 µg/m ³ - moyenne annuelle et du 1 ^{er} octobre au 31 mars	Article R221-1 Modifié par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 - art.1 Version en vigueur au 7/01/2011
Oxydes d'azote (NO _x)	Végétation	30 µg/m ³ - moyenne annuelle	

Valeurs limites d'immission		
Dioxyde de soufre (SO₂)	30 µg/m³ - moyenne annuelle	Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985 (Etat au 1 ^{er} avril 2017) - Annexe 7
	100 µg/m³ - moyenne semi-horaire A ne pas dépasser plus de 876 demi-heures par an (centile 95,0)	
	100 µg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	
Dioxyde d'azote (NO₂)	30 µg/m³ - moyenne annuelle	
	100 µg/m³ - moyenne semi-horaire A ne pas dépasser plus de 876 demi-heures par an (centile 95,0)	
	80 µg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	
Monoxyde de carbone (CO)	8 mg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	
Ozone (O₃)	100 µg/m³ - moyenne semi-horaire A ne pas dépasser plus de 351 demi-heures par an (centile 98,0)	
	120 µg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	
Particules (PM10)	20 µg/m³ - moyenne annuelle	
	50 µg/m³ - moyenne 24h A ne pas dépasser plus d'une fois par année	
Plomb (Pb) dans les poussières en suspension PM10	500 ng/m³ - moyenne annuelle	
Cadmium (Cd) dans les poussières en suspension PM10	1,5 ng/m³ - moyenne annuelle	

ANNEXE 2 : SITES DE MESURE

N° de site	Sites	X	Y	NO ₂	BTEX	COV (dont BTEX)	Aldéhydes	Phénols	Particules PM10	Particules PM2.5	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM, O ₃ + para. Météo.	
				Tubes passifs	Tubes passifs	Tubes passifs	Tubes passifs	Tubes passifs	Préleveur de particules MicroVol	Préleveur de particules MicroVol	Laboratoire mobile	
Sur la zone aéroportuaire Bâle-Mulhouse	1	Entrée aéroport Airport, sur un lampadaire	7.531846	47.600163	X	X						
	1PM	ZBO Aérogare	7.534917	47.599548					X	X		
	2	Entrée parking souterrain - descente Trolley côté suisse - sur un candélabre	7.533050	47.599564	X	X						
	7	Zone Fret - en face de l'entrée du Fret, sur un poteau (projecteur) rouge et blanc	7.531451	47.595625	X	X						
	8	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, sur un poteau (projecteur) rouge et blanc	7.528380	47.599366	X	X						
	8PM	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, à côté d'un projecteur rouge et blanc	7.529269	47.597144					X	X		
	9	Entre la station ESSO et le pôle technique, sur un lampadaire (1er)	7.523053	47.607301	X		X					
	10	Côté piste 26, piquet fixé sur clôture grillagée, dans l'axe de la piste	7.541595	47.591826	X	X						
	11	Côté piste 26, piquet fixé sur clôture grillagée, à 20m à droite du point 10	7.541561	47.591915	X	X						
	12	Côté piste 26, piquet fixé sur clôture grillagée, à 20m à gauche du point 10	7.541630	47.591722	X	X						
	13	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, dans l'axe de la piste	7.509178	47.618686	X	X						
	14	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, à 20m à droite du point 13	7.509292	47.618715	X	X						
	15	Côté piste 15, sur 1ère rangée de lumière, à 20m à gauche du point 13	7.509039	47.618646	X	X						
	16	Côté piste 15, sur 3ème rangée de lumière, dans l'axe de la piste	7.509030	47.618873	X	X						
	17	Côté piste 15, à 150m de la piste, à hauteur du panneau STOP et à proximité d'un bâtiment disposant d'un poste de transformation	7.511699	47.619165	X	X					X	
	32	Zone des aviateurs - dans le passage piéton	7.523496	47.607061	X		X					
	34	Zone FRET - côté déchargement camion (zone 4)	7.538976	47.588811	X	X				X	X	
35	Zone FRET - côté avion	7.537623	47.587981	X	X							
Dans les villages environnants la zone aéroportuaire Bâle-Mulhouse	18	BARTENHEIM - au croisement de la rue des vosges et de la rue des Landes	7.484487	47.630211	X	X						
	19	BLOTZHEIM - dans la rue de l'aéroport, dans l'enceinte du stade de football	7.510153	47.601066	X	X					X	
	20	BLOTZHEIM/HESINGUE - entre Blotzheim et Hesingue / dans l'axe de la seconde piste de l'aéroport	7.513485	47.587412	X	X						
	21	HESINGUE - rue des roses, à côté du n°10	7.519634	47.580012	X	X						
	22	ALLSCHWILL - Allmendstrasse	7.545940	47.553284	X	X						
	23	HEGENHEIM/BOURGELDEN - dans la rue de la fraternité, à côté du stade de football	7.545742	47.575141	X	X						
	24	ST LOUIS - rue des œillets, à côté du n°19	7.562372	47.594974	X	X						
	25	VILLAGE-NEUF - 77, rue Michelfelden (piscine SIPES) Station fixe CC3F	7.568163	47.594933	X	X						
	26	ST LOUIS LA CHAUSSEE - rue du bois vert, en face du n°2	7.531088	47.612186	X	X						
	27	ST LOUIS NEUWEG - rue du canal, au niveau de la maison éclusière.	7.546122	47.620234	X	X						
	28	ROSENAU - 15, rue du Kembs	7.530897	47.640884	X	X						
	29	BARTENHEIM/ROSENAU - rue du château d'eau, en face du n°12	7.506812	47.637054	X	X						
	30	MULHOUSE NORD - rue Lefèvre Station fixe	7.347294	47.757433	X		X	X	X	X	X	
	31	BARTHENHEIM LA CHAUSSEE/ST LOUIS LA CHAUSSEE - Im Wolf, proche gravière Lafarge Holcim	7.516567	47.626937	X	X						
	33	Zone 6Bis, sur la route menant à Jet Aviation et AMAC Aerospace	7.523682	47.583564	X		X	X	X			
	Total sites :				31	27	4	2	2	4	4	2

ANNEXE 3 : PHOTOS DES SITES DE MESURE



01. Entrée aérogare



1PM. Zone bassin d'orage (ZBO)



02. Entrée parking souterrain



07. Zone FRET



08.A proximité des aires de stationnement des avions



08PM. A proximité des aires de stationnement des avions



09. Entre la station ESSO et le pôle technique



10-11-12. Côté piste 26



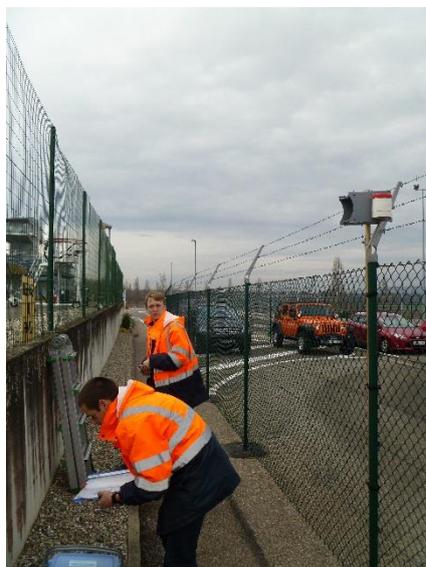
13-14-15. Côté piste 15, sur la 1^{ère} rangée de luminaire



16. Côté piste 15, sur la 3^{ème} rangée de luminaire



17. Côté piste 15, LM Unimog



32. Zone des avitailleurs



34. Zone FRET – côté déchargement des camions



35. Zone FRET – côté avions



18. Bartenheim



19. Blotzheim



20. Blotzheim/Hésingue



21. Hésingue



22. Allschwil



23. Hégenheim/Bourgfelden



24. Saint Louis



25. Village-Neuf / station CA3F



26. Saint Louis-la-Chaussée



27. Saint Louis Neuweg



28. Rosenau



29. Bartenheim/Rosenau



30. Station Mulhouse Nord



31. Bartenheim-la-Chaussée/Saint
Louis-la-Chaussée



33. Zone 6Bis

ANNEXE 4 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN TOLUENE, ETHYLBENZENE ET XYLENES (M-P-O)

Unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sites	Libellés	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes
1	Entrée aérogare Airport, sur un lampadaire	2,0	0,3	1,4
2	Entrée parking souterrain - descente Trolley côté suisse - sur un candélabre	3,7	0,5	2,7
7	Zone Fret - en face de l'entrée du Fret, sur un poteau (projecteur) rouge et blanc	0,8	0,2	0,6
8	A proximité des aires de stationnement des aéronefs, sur un poteau (projecteur) rouge et blanc	0,8	0,2	0,7
9	Entre la station ESSO et le pôle technique, sur un lampadaire (1er)	1,8	0,5	2,3
10	Côté piste 26, derrière la rambarde, dans l'axe de la piste	1,1	0,2	0,7
11	Côté piste 26, derrière la rambarde, à 20m à droite du point 10	1,1	0,2	0,7
12	Côté piste 26, derrière la rambarde, à 20m à gauche du point 10	1,1	0,2	0,6
13	Côté piste 16, sur 1ère rangée de lumière, dans l'axe de la piste	0,6	0,2	0,7
14	Côté piste 16, sur 1ère rangée de lumière, à 20m à droite du point 13	0,6	0,2	0,6
15	Côté piste 16, sur 1ère rangée de lumière, à 20m à gauche du point 13	0,6	0,1	0,6
16	Côté piste 16, sur 3ème rangée de lumière, dans l'axe de la piste	0,4	0,1	0,6
17	Côté piste 16, à 150m de la piste, à hauteur du panneau STOP et à proximité d'un bâtiment disposant d'un poste de transformation	1,0	0,2	0,8
32	Zone des aviateurs - dans le passage piéton	1,8	0,6	2,7
33	Zone 6Bis, entre AMAC et JET AVIATION	1,9	0,3	1,3
18	BARTENHEIM - au croisement de la rue des vosges et de la rue des Landes	0,7	0,1	0,6
19	BLOTZHEIM - dans la rue de l'aéroport, à côté du stade de football et du poste de gaz de France n°5653	0,8	0,2	0,6
20	BLOTZHEIM/HESINGUE - entre Blotzheim et Hesingue / dans l'axe de la seconde piste de l'aéroport	0,6	0,1	0,4
21	HESINGUE - rue des roses, à côté du n°10	1,0	0,2	0,8
22	ALLSCHWILL - Allmendstrasse	2,3	0,3	1,5
23	HEGENHEIM/BOURGFELDEN - rue du cimetière, à côté du stade de football	1,2	0,2	0,7
24	ST LOUIS - rue des œillets, à côté du n°19	1,3	0,2	0,8
25	VILLAGE-NEUF - 77, rue Michelfelden (piscine SIPES) Station fixe CC3F	1,2	0,2	0,9
26	ST LOUIS LA CHAUSSEE - rue du bois vert, en face du n°2	1,3	0,2	0,9
27	ST LOUIS NEUWEG - étang de pêche	0,8	0,1	0,5
28	ROSENAU - rue des pâquerettes	1,0	0,2	0,9
29	BARTENHEIM/ROSENAU - rue du château d'eau, en face du n°12	1,0	0,2	0,9
30	MULHOUSE NORD - rue Lefèvre Station fixe	1,6	0,3	1,3
31	BARTENHEIM LA CHAUSSEE/ST LOUIS LA CHAUSSEE - Im Wolf, proche gravière EST Granulat	0,6	0,1	0,4
34	34. Zone FRET - côté déchargement camion (secteur 4)	1,0	0,2	0,7
35	35. Zone FRET - côté avion	1,1	0,1	0,6

ANNEXE 5 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN COV

Unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	9. Station ESSO	32. zone des avitailleurs	33. Zone 6Bis	30. Station Mulhouse Nord
2-méthylpentane	2,9	1,1	0,5	0,5
3-méthylpentane	0,5	0,4	0,2	0,2
n-hexane	0,6	0,8	0,3	0,3
éthylterbutyléther	0,2	0,1	0,2	0,4
méthylcyclohexane	0,3	0,7	0,3	0,1
n-heptane et isomères	4,2	3,2	1,4	1,2
iso-octane	7,4	2,5	0,2	0,2
n-octane et autres isomères	4,8	4,6	0,9	1,0
n-butyl acétate	0,2	0,2	0,5	0,3
styrène	0,1	0,1	0,1	0,1
n-nonane et isomères	2,7	6,3	0,5	0,4
n-décane et isomères	2,4	4,5	0,6	0,6
1,2,4-triméthyl benzène et autres aromatiques C9	2,3	3,2	0,7	1,0
n-undécane et isomères	2,7	3,1	0,9	1,1
p-cymène et autres aromatiques C10	0,6	0,7	0,2	0,3
naphtalène	0,1	0,1	0,1	0,1
n-dodécane et isomères	1,8	0,9	1,2	1,1
n-butanol	0,2	0,1	0,2	0,1



Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim
Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - contact@atmo-grandest.eu
Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air

