



Caractérisation de la qualité de l'air sur l'aire d'étude du grand Ouest de Strasbourg

*Rapport relatif à la campagne de mesure
qui s'est déroulée du 19 juin au 3 juillet 2002
et du 3 au 17 décembre 2002.*

Février 2003
ASPA 03032101-ID



Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace

5, rue de Madrid – 67309 SCHILTIGHEIM
tél. 03 88 19 26 66 – fax 03 88 19 26 67 – mél aspa@atmo-alsace.net
site internet : www.atmo-alsace.net

Conditions de diffusion :

- 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 terme de « Source d'information ASPA 03032101-ID ».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Sur demande, l'ASPA met à disposition les caractéristiques des techniques de mesure et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur.
- 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 :
 - Moyens mobiles : Sébastien Dubost
 - Tubes passifs : Eric Herber et Sébastien Dubost
- Intervenants études :
 - Coordination du projet : Emmanuel Rivière
 - Organisation de la campagne : Eric Herber
 - Rédaction du rapport : Eric Herber et Emmanuel Rivière
 - Exploitation Géostatistique : Gilles Perron
 - Tiers examen du rapport : Nathalie Leclerc
 - Approbation finale : Joseph Kleinpeter

SOMMAIRE

Acronymes et sigles utilisés	4
Définitions	5
I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	6
II. METHODE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE	8
II.1. Paramètres mesurés	9
II.1.1 Indicateurs de pollution d'origine automobile	9
II.1.2 Justification du choix de ces paramètres	10
II.1.3 Principales normes de qualité de l'air associées à ces indicateurs	11
II.2. Campagne de mesure	13
II.2.1 Aspects organisationnels	13
II.2.2 Aspects techniques	13
II.2.3 Systèmes de prélèvements temporaires	14
II.2.4 Camion laboratoire	14
II.2.5 Aspects méthodologiques : implantation des sites	15
II.2.5.a) Tubes passifs	15
II.2.5.b) Camion laboratoire	15
II.2.6 Comparaison avec des stations types référencées	17
II.2.7 Assurance qualité	17
III. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE	18
III.1. Conditions météorologiques	18
III.2. Résultats issus des dispositifs temporaires	22
III.2.1 Dioxyde d'azote (NO ₂)	22
III.2.2 Benzène (C ₆ H ₆)	27
III.2.3 Autres composés organiques volatils	30
III.2.4 Dioxyde de soufre (SO ₂)	32
III.3. RESULTATS ISSUS DU CAMION LABORATOIRE	33
III.3.1 Typologie du site de mesure	33
III.3.1.a) Oxydes d'azote	34
III.3.1.b) Monoxyde de carbone	35
III.3.1.c) Particules	36
III.3.1.d) Dioxyde de soufre	37
III.3.1.e) Ozone	38
III.3.1.f) Disparités générales entre phases estivale et hivernale de mesure pour l'ensemble des polluants mesurés	39
III.3.1.g) Typologie du site de mesure	39
III.3.2 Résultats du camion laboratoire en référence aux normes de qualité de l'air	40
III.3.2.a) Dioxyde d'azote	41
III.3.2.b) Monoxyde de carbone	42
III.3.2.c) Particules	43
III.3.2.d) Dioxyde de soufre	44
III.3.2.e) Ozone	45
IV. CARTOGRAPHIE A L'AIDE D'UN OUTIL GEOSTATISTIQUE	46
IV.1. Cartographie des champs de pollution de fond en dioxyde d'azote (NO ₂)	46
IV.2. Cartographie des champs de pollution de fond en benzène (C ₆ H ₆)	49
V. CONCLUSIONS	52

ANNEXES

LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES UTILISES

ASPA :	Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
CH ₄ :	Méthane
CIRC :	Centre International de Recherche sur le Cancer
CO :	Monoxyde de carbone
COV :	Composés Organiques Volatils
COVNM :	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
HC :	Hydrocarbures
HCHO :	Formaldéhyde
IGN :	Institut National Géographique
NO _x :	Oxydes d'azote (NO+ NO ₂ exprimés en équivalent NO ₂ pour les rejets)
O ₃ :	Ozone
PM ₁₀ :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
SIG :	Système d'Information Géographique
SO ₂ :	Dioxyde de soufre
TU :	Temps Universel
UTM :	Universal Transverse Mercator, fuseau 32 (système de projection)

DEFINITIONS

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère directement à partir des pots d'échappement 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.

Objectif de qualité de l'air : niveau de concentration maximal de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur les bases des connaissances scientifiques dans le but d'éviter de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

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 automobile 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 automobile.

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.

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La Direction Régionale de l'Équipement a sollicité l'ASPAs (Association pour la Surveillance et l'Étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace) pour évaluer la qualité de l'air sur l'aire d'étude du grand Ouest de Strasbourg dans le cadre des études préliminaires liées au projet de construction du Grand Contournement Ouest de Strasbourg.

L'ASPAs a réalisé au préalable sur l'ensemble de la zone d'étude un diagnostic de qualité de l'air basé sur l'exploitation de données bibliographiques relatives aux niveaux de pollution atmosphérique dans la zone d'étude¹.

À la suite des études préliminaires relatives au grand contournement ouest de Strasbourg, le fuseau Est a été retenu pour le passage de l'axe routier.

Les résultats de la première phase d'étude se doivent maintenant d'être consolidés à l'aide d'une campagne de mesure des principaux indicateurs de pollution sur la zone retenue (carte 1 : fuseau de 1 km de large potentiellement défini pour le passage de l'axe routier augmenté de 500 m de chaque côté correspondant à 300 m + une marge d'investigation de 200 m)².

Cette campagne permettra d'appréhender les niveaux de pollution actuellement engendrés pour chaque échelle de la pollution de l'air :

- ✓ sur le fuseau retenu pour le passage du futur axe routier (afin de permettre la caractérisation a posteriori du degré de nuisance supplémentaire apporté par l'axe nouvellement créé) ;

- ✓ à proximité de la partie urbaine de l'autoroute A35/A4 qui sera délestée – en particulier dans l'agglomération strasbourgeoise (afin de permettre de caractériser a posteriori l'amélioration en terme de qualité de l'air) ;

- ✓ dans les villages (évaluation de l'exposition de la population) localisés dans le fuseau retenu ou les plus proches ;

- ✓ en milieu rural.

La campagne de mesure s'est déroulée en deux phases distinctes : l'une estivale, l'autre hivernale, afin de permettre la prise en compte de la variabilité saisonnière des niveaux de pollution.

Ce rapport présente l'exploitation des résultats relatifs à la campagne de mesure estivale (19 juin au 3 juillet 2002) et hivernale (3 au 17 décembre 2002).

¹ Référence ASPAs 01122101-ID

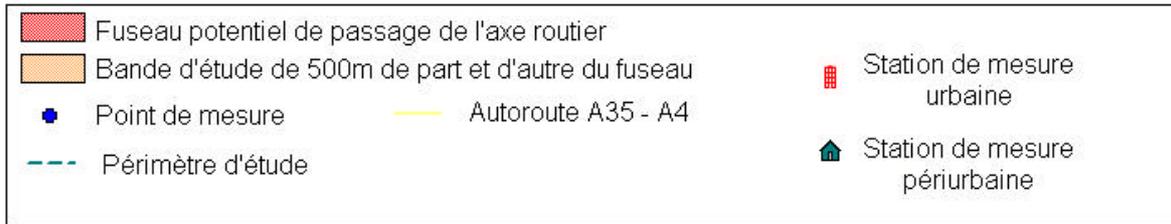
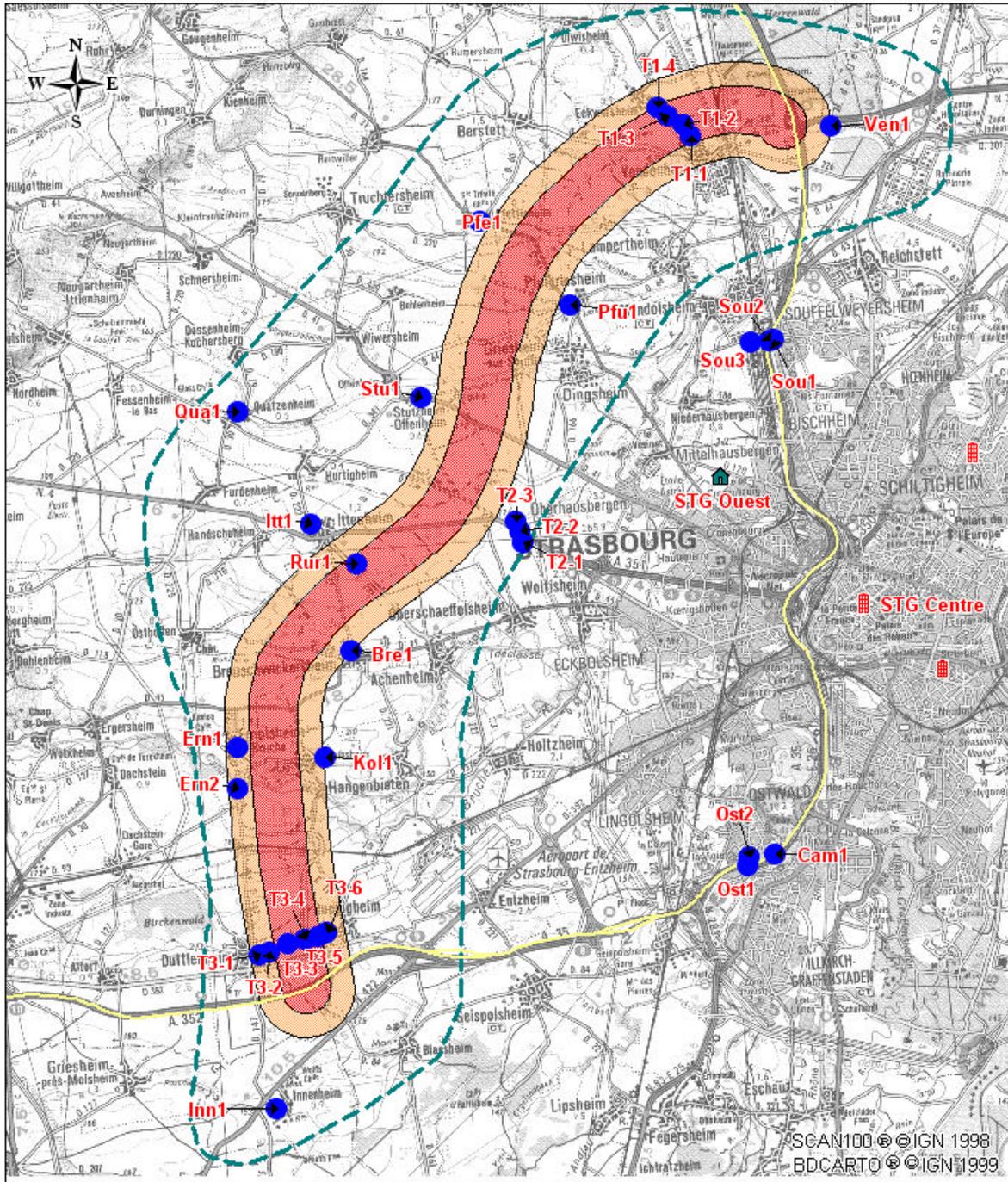
² Note méthodologique sur les études d'environnement dans les projets routiers

Volet « air »

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
Janvier 2001

- Carte 1 -

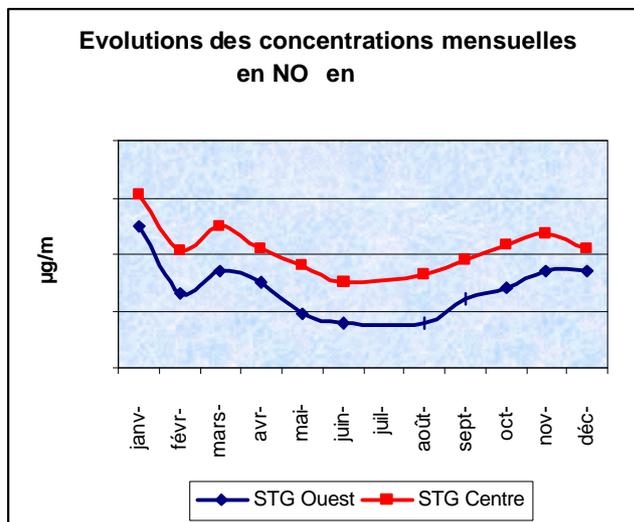
Campagne de mesure des polluants atmosphériques pour le grand contournement ouest de Strasbourg



II. METHODE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE

La caractérisation de la qualité de l'air est obtenue en combinant des mesures de niveaux de pollution issues du camion laboratoire de l'ASPAs (fluctuation temporelle de la qualité de l'air) et des mesures issues de préleveurs temporaires (répartition géographique).

En raison de la variabilité très importante des niveaux de pollution entre les saisons (illustration 1), deux campagnes de mesure, l'une estivale et l'autre hivernale ont été organisées en 2002.



- Illustration 1 -

Les résultats doivent permettre d'aboutir à une classification des sites de mesure basée en particulier sur les niveaux observés parallèlement sur l'ensemble du réseau alsacien de l'ASPAs. La classification des sites relative aux différentes échelles de la pollution de l'air tiendra compte du caractère de fond (urbain, périurbain ou rural) ou de proximité (automobile ou industrielle) du site de mesures. Des informations seront également fournies concernant le degré d'influence des différentes échelles de pollution sur les niveaux constatés.

II.1. Paramètres mesurés

II.1.1 Indicateurs de pollution d'origine automobile

Les paramètres mesurés correspondent essentiellement aux polluants³ rejetés par le transport routier :

³ Effets des principaux polluants sur la santé

NO ₂	<i>irritant pour les bronches, augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, favorise les infections pulmonaires chez l'enfant</i>
CO	<i>se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux ; l'exposition prolongée à des taux élevés peut conduire au coma et à la mort</i>
Benzène	<i>à fortes concentrations, effets sur le système nerveux, les globules et plaquettes sanguins : une perte de connaissance ; mutagène et cancérigène classification CIRC-IARC : groupe 1 : agent cancérigène pour l'homme</i>
Toluène :	<i>à fortes concentrations : irritations oculaires et des voies respiratoires supérieures classification CIRC-IARC : groupe 3 : l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme</i>
Xylènes :	<i>à fortes concentrations, irritation des voies respiratoires classification CIRC-IARC : groupe 3 : l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme</i>
PM ₁₀	<i>irritant des voies respiratoires et altération de la fonction respiratoire ; certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes</i>
SO ₂	<i>irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures</i>
O ₃	<i>gaz agressif pénétrant dans les voies respiratoires provoquant toux, altération pulmonaire et irritations oculaires</i>

- **NO_x (NO et NO₂)** : oxydation de l'azote de l'air à températures élevées
- **CO** : combustion incomplète des carburants routiers
- **Benzène, éthylbenzène, toluène et xylènes** : présents dans les carburants routiers et libérés lors de la combustion
- **Particules PM₁₀** libérées par la combustion incomplète des carburants routiers mais également lors des combustions industrielles et domestiques
- **SO₂** : oxydation du soufre contenu dans les carburants routiers en particulier le gazole + polluant d'origine industrielle
- **Ozone 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) principalement d'origine automobile, industrielle et biotique (végétation).

Effets des principaux polluants sur l'environnement

NO ₂	<i>pluies acides, formation d'ozone troposphérique (gaz à effet de serre indirect), altération de la couche d'ozone</i>
CO	<i>formation d'ozone troposphérique, gaz à effet de serre indirect (oxydation en CO₂)</i>
BTX	<i>formation d'ozone troposphérique</i>
PM ₁₀	<i>salissure des bâtiments et des monuments</i>
SO ₂	<i>pluies acides, dégradation de la pierre, altération des monuments</i>
O ₃	<i>effet sur la végétation (baisse des rendements de culture), effet de serre, pluies acides</i>

II.1.2 Justification du choix de ces paramètres

Les inventaires de rejets de polluants dans l'atmosphère qui ont été réalisés par l'ASPA à travers différents projets régionaux et transfrontaliers permettent d'appréhender la part de chaque secteur d'activité aux émissions des polluants précédemment cités dans l'air.

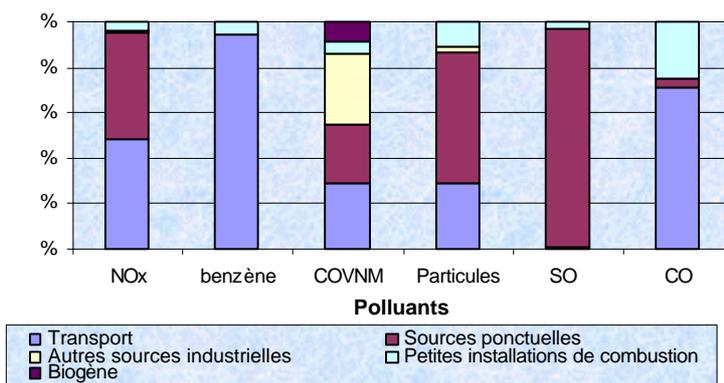
Pour le secteur du transport routier, ces inventaires se basent sur des données de comptages de trafic, de parc de véhicules et de coefficients d'émission par polluant caractéristiques du type de véhicule (essence ou diesel, catalysé ou non, cylindrée) et de voie (milieu urbain, milieu rural, autoroute) considérés.

Le transport routier représente la majorité des émissions d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et de benzène en Alsace en 1997/1998 (illustration 2).

L'influence du transport routier sur le dioxyde de soufre est moindre. Il est toutefois suivi en continu à l'aide du camion laboratoire et constitue un indicateur du climat général de pollution sur le fuseau retenu.

Au regard de l'interdiction d'utilisation d'essence plombée depuis le 1^{er} janvier 2000, le suivi du plomb apparaît comme n'étant pas pertinent.

Répartition des émissions polluantes par type de source sur la zone d'étude



- Illustration 2 -

II.1.3 Principales normes de qualité de l'air associées à ces indicateurs

L'étude des immissions 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 (Loi sur l'Air et l'utilisation Rationnelle de l'Energie – LAURE – et décrets associés – tableau 1).

Lorsque les concentrations en polluants sont inférieures aux objectifs de qualité de l'air, les pouvoirs publics mettent en œuvre une politique de prévention de tout accroissement de la pollution atmosphérique ; lorsqu'elles sont supérieures à ces valeurs, des politiques de réduction de la pollution doivent être mises en place.

Le dépassement des valeurs limites entraîne la prise de mesures radicales à moyen terme.

Les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites se réfèrent soit à la protection de la santé humaine, soit à la protection des végétaux, soit à la protection des écosystèmes.

Les niveaux de recommandation et d'alerte sont les seuils de courtes durées à partir desquels une information comportant un état des niveaux ainsi que des recommandations comportementales et sanitaires doivent être délivrées à la population. Le niveau d'alerte déclenche de plus des mesures réglementaires de réduction des rejets (circulation alternée, vitesse réduite, etc.).

A noter que 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.

Les normes de qualité de l'air mentionnées dans le tableau 1 concernent les polluants suivants :

- ✓ Benzène
- ✓ Dioxyde d'azote (NO₂)
- ✓ Monoxyde de carbone (CO)
- ✓ Dioxyde de soufre (SO₂)
- ✓ Particules PM₁₀
- ✓ Ozone

Benzène			
		Type de données	Valeur
Directive fille européenne 2000	Valeur limite	moyenne annuelle	5 µg/m ³
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	moyenne annuelle	2 µg/m ³

Dioxyde d'azote			
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
	Valeur limite	Percentile 98 horaire	200 µg/m ³
	Niveau de recommandation	Moyenne horaire	200 µg/m ³
	Niveau d'alerte	Moyenne horaire	400 µg/m ³
OMS 1996	Valeur limite 2000	Moyenne annuelle	60 µg/m ³
Directive fille européenne 99	Valeur limite 2010	Moyenne annuelle	40 µg/m ³

Monoxyde de carbone			
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	moyenne sur 8 heures	10000 µg/m ³
Allemagne	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	1000 µg/m ³

Dioxyde de soufre			
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	50 µg/m ³
	Valeur limite	Percentile 99,2 journalier	125 µg/m ³
	Niveau de recommandation	Moyenne horaire	300 µg/m ³
	Niveau d'alerte	Moyenne horaire sur 3h	500 µg/m ³
OMS 1996	Valeur limite écosystèmes	Moyenne annuelle et hivernale	20 µg/m ³
Directive fille européenne 99	Valeur limite	Sur 24 h	125 µg/m ³

Particules			
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle des PM ₁₀	30 µg/m ³
	Valeur limite	Percentile 90,4 journalier	50 µg/m ³
	Niveau de recommandation	Moyenne sur 24 h	80 µg/m ³
	Niveau d'alerte	Moyenne sur 24 h	125 µg/m ³
Directive fille européenne 99	Valeur limite 2000	Moyenne annuelle	48 µg/m ³
	Valeur limite 2010	Moyenne annuelle	20 µg/m ³

Ozone			
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne sur 8 h	110 µg/m ³
		Moyenne sur 24 h	65 µg/m ³
	Niveau de recommandation	Moyenne horaire	180 µg/m ³
		Niveau d'alerte	Moyenne horaire

Tableau 1 : Principales normes de qualité de l'air

II.2. Campagne de mesure

II.2.1 Aspects organisationnels

La réalisation d'une campagne qui associe plusieurs systèmes de mesure (systèmes de prélèvements passifs ainsi que les camions laboratoires), suit une procédure respectant deux grandes étapes :

- *Etape d'initialisation de la campagne*

Commune aux différentes phases de mesure successives, hivernale et/ou estivale, cette étape n'est effectuée qu'une seule fois en début de séquence et consiste à définir, selon les objectifs fixés, la stratégie de mesure (dont l'emplacement des sites). A noter qu'avant l'installation, les sites de mesure ont fait l'objet d'une demande d'autorisation auprès des mairies des communes.

- *Etape d'installation et de désinstallation des sites de mesure*

Le déclenchement des prélèvements sur les sites de mesure se déroule sur une période la plus réduite possible afin de veiller à la cohérence des résultats de mesure des différents sites instrumentés (comparabilité), les niveaux de pollution étant variables d'une journée à l'autre.

II.2.2 Aspects techniques

Le choix de ces sites a fait l'objet d'un examen détaillé sur carte et sur terrain afin de remplir les objectifs fixés.

Au delà des critères de choix des sites, la plupart des systèmes de prélèvements temporaires ont été installés sur des poteaux ou lampadaires (voire arbres) dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure des sites (environ 3 m) a été choisie de manière à caractériser le plus possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de dégradation.

La campagne de mesure s'est déroulée en deux temps :

- Une phase estivale qui concerne la période du 19 juin au 3 juillet 2002 ;
- Une phase hivernale qui s'est étendue du 3 au 17 décembre 2002.

Chaque phase correspond à une période de mesure de 15 jours - 1 seule série - au cours de laquelle 32 sites ont été équipés d'échantillonneurs passifs pour la mesure du NO₂ et du benzène, ainsi que 4 sites pour la mesure du SO₂.

II.2.3 Systèmes de prélèvements temporaires

Les systèmes de prélèvements temporaires passifs permettent d'appréhender la variation spatiale de la pollution atmosphérique.

Les systèmes de prélèvements temporaires utilisés pour la mesure du dioxyde d'azote, des composés organiques volatils (benzène) ainsi que du dioxyde de soufre, sont des tubes passifs à diffusion (cf annexe 3).

Les échantillonneurs passifs Passam NO₂ et SO₂ sont des tubes dont les dimensions sont connues et qui sont hermétiquement fermés par des capsules (une pour les badges SO₂, deux pour les tubes NO₂). Lors de la pose, une capsule est retirée. Pour les tubes Radiello (BTEX), il s'agit d'un corps diffusif dont les parois sont perméables aux gaz dans lequel se trouve une cartouche adsorbante (BTEX).

L'air est transporté dans l'échantillonneur par diffusion moléculaire (loi de FICK) jusqu'à l'adsorbant ou absorbant (spécifique à chaque polluant) où il est retenu pour être mesuré ultérieurement selon les techniques adaptées.

Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure, et son faible coût facilite la multiplication des points de mesure.

II.2.4 Camion laboratoire

L'utilisation du camion laboratoire permet d'appréhender l'évolution horaire des niveaux de pollution atmosphérique dans l'air.

Le camion laboratoire est équipé de capteurs mesurant en continu (pas de temps de 1/4h, les données étant agrégées en valeurs horaires) les concentrations en dioxyde de soufre (SO₂), en monoxyde de carbone (CO), en ozone (O₃), en monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO₂) et en 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 relevés.

Les données élémentaires de pollution en SO₂, NO, NO₂, O₃ et CO font l'objet d'une accréditation COFRAC (Comité Français d'Accréditation) section Essais - n° 1-0718 - du programme 97 basé sur la norme EN 45001, reconnaissant à l'ASPAS une aptitude à effectuer des analyses et des prélèvements spécifiés dans l'air ambiant.

II.2.5 Aspects méthodologiques : implantation des sites

II.2.5.a) *Tubes passifs*

Les points de mesure sont répartis en transect et en points isolés (carte 2) permettant :

✓ d'appréhender la variabilité spatiale des niveaux de pollution suivant les axes nord-sud et ouest-est sur la zone considérée et sur la zone délestée ;

✓ de raccorder les mesures par tubes passifs avec les mesures des stations fixes de mesure du réseau ASPA (Strasbourg Centre – place Kléber à Strasbourg et Strasbourg Ouest – ASPA à Schiltigheim).

Les emplacements des sites de mesure (prélèvements temporaires) sont déterminés pour permettre un suivi de la qualité de l'air sur l'ensemble de la zone considérée.

Les sites seront instrumentés pour la mesure du dioxyde d'azote et du benzène (cf. carte 1 et tableau 2 pour la codification des sites) :

1. à proximité de l'axe routier créé,
2. à proximité de l'axe routier principal délesté,
3. dans les villages situés en proximité immédiate du futur axe routier,
4. en milieu rural.

Chaque campagne de mesure a duré 15 jours : 15 jours en été et 15 jours en hiver.

II.2.5.b) *Camion laboratoire*

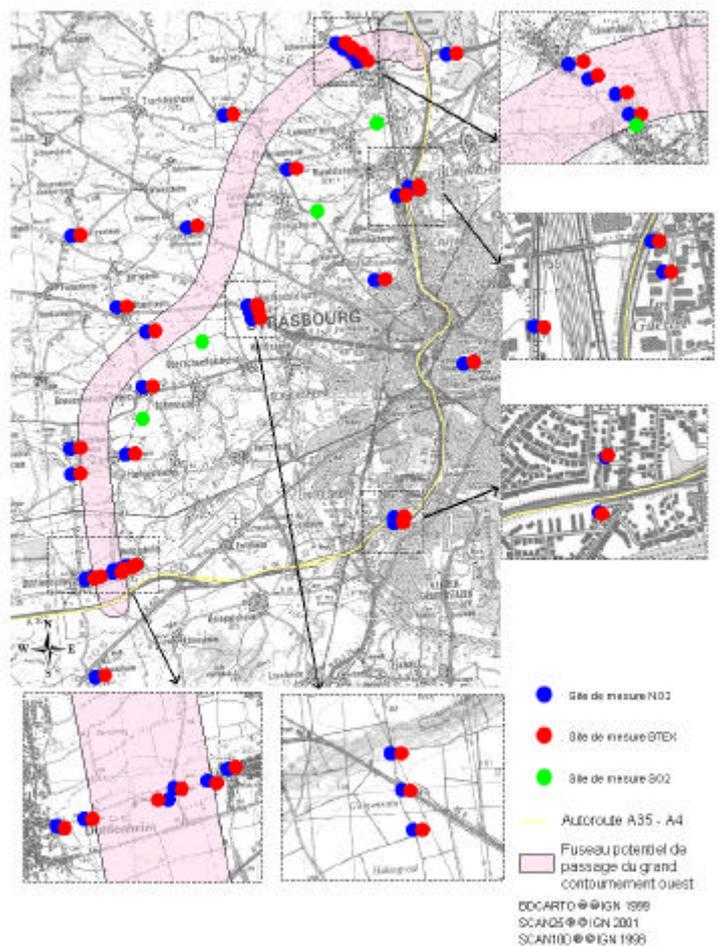
L'utilisation d'un camion laboratoire permet la compilation de données concernant l'évolution quart-heure des niveaux de pollution atmosphérique pour les polluants suivants : SO₂, NO₂, NO⁽⁵⁾, O₃, CO, PM₁₀.

Son utilisation a consisté en deux campagnes de mesures de 15 jours en été et 15 jours en hiver qui doivent permettre de suivre l'évolution temporelle des niveaux de pollution en cours de journée et au cours de la semaine (différence entre la période du lundi au vendredi et le week-end par exemple) et donc

de prendre en compte l'importante variabilité temporelle des niveaux de pollution.

Le camion laboratoire a été installé à proximité de l'autoroute A35 pour évaluer l'impact de la mise en œuvre du GCOS sur la qualité de l'air à proximité de l'axe existant (niveaux moyens de pollution et évolution horaire).

Carte 2 : implantation des sites de mesure



⁵ la faible durée de vie du NO dans l'atmosphère (rapidement oxydé en NO₂ après son émission) en fait un polluant caractéristique d'une pollution de proximité

Tableau 2 : descriptif des sites de mesure

N° de sites	Localisation	Typologie	Polluant mesuré NO2	Polluant mesuré C6H6	Polluant mesuré SO2
T1-1	Vendenheim - Rue du château d'eau, proche cimetière, face au 4 garages - lampadaire 31	urbain	1	1	4 (N-D-T-BT)
T1-2	Eckwersheim - sortie Vendenheim, er chemin à droite	rurale	1	1	
T1-3	Eckwersheim - entrée Eckwersheim, er chemin à droite avant village, au bout du chemin	rurale	1	1	
T1-4	Eckwersheim - 2,rue du canal	urbain	1	1	
Ven1	Vendenheim - D vers est, ème chemin () après passage sur autoroute - au bout du chemin à droite, à droite du portail contre autoroute	trafic	1	1	
Sou1	Vidéo laser - , rue des tuileries Souffelweyersheim	trafic	1	1	
Sou2	Souffelweyersheim - sur autoroute de l'Est (A4), sur panneau, proche Videolaser	trafic	3 (N-D-T)	3 (N-D-T)	
Sou3	Mundolsheim - , rue du dépôt Mundolsheim	trafic	1	1	
Pfu1	Pfulgriesheim - 8, rue de la Moutarde - lampadaire 280	urbain	1	1	1
Pfe1	Pfettisheim - route de Pful à Reitwiller, à droite en face de la maison bleue (), proche du n°	trafic	1	1	
Stu1	Stuzheim - rue du houblon, à proximité du	urbain	1	1	
Qua1	Quatzenheim - proche du , rue des Seigneurs (proximité église)	urbain	1	1	
Itt1	Ittenheim - à la poste (rue du Hahnenberg) poteau G	urbain	1	1	
Rur1	Ittenheim - sortie Ittenheim D vers Achenheim, chemin à gauche en face d'une exploitation	rurale	4 (N-D-T-BT)	4 (N-D-T-BT)	1
T2-1	RN4 entre Ittenheim et Wolfisheim, en face station total, proche bosquet arbre	rurale	1	1	
T2-2	RN4 entre Ittenheim et Wolfisheim, en face station total, panneau "Mister Bed"	trafic	1	1	
T2-3	cf T - côté station, en face de T - , à m sur chemin	rurale	1	1	
Bre1	Breuschwickersheim - rue de la Breit	urbain	1	1	
Kol1	Kolbsheim - rue Maritain n° , après centre socio culturel	urbain	1	1	
Ern1	Ernolsheim - 6, rue des jardins	urbain	1	1	1
Ern2	Ernolsheim - , rue de la gare, après le restaurant Fontana	trafic	1	1	
T3-1	Duttlenheim - , rue des près	urbain	1	1	
T3-2	Entre Duttlenheim et Duppigheim, devant ateliers municipaux Duttlenheim	rurale	1	1	
T3-3	En roulant vers Duppigheim, entre 2 poteaux (au niveau ferme)	rurale	1	1	
T3-4	croisement	trafic	1	1	
T3-5	Duppigheim - 23, rue des roses	urbain	1	1	
T3-6	Duppigheim - rue des roses (en face du 1) panneau "fin de zone 30"	urbain	1	1	
Inn1	Innenheim - rue principale, impasse café "à l'étoile d'or"	urbain	1	1	
Ost1	Ostwald - ,rue des équerres - poteau PTT P	trafic	1	1	
Ost2	Ostwald - ,rue de Bâle - poteau angle Benfeld	trafic	1	1	
Cam1	Ostwald - station ELF sur autoroute	trafic			
Réf	Stg Place Kléber - place Kléber Strasbourg	urbain	3 (N-D-T)	3 (N-D-T)	
Réf	Schiltigheim ASPA - 5, rue de Madrid 67300 Schiltigheim	péri urbain	3 (N-D-T)	3 (N-D-T)	

N : Normal
D : doublon
T : Triple
BT : Blanc Terrain

Total sites :	32	32	4
Total échantillons :	41	41	7

II.2.6 Comparaison avec des stations types référencées

La méthode de caractérisation des sites d'une campagne de mesure fait appel à la comparaison des données obtenues avec les mesures issues des stations fixes du réseau ASPA (cf annexe 4).

Les différentes stations typiques du réseau fixe de l'ASPA utilisées dans le cadre de cette étude sont situées dans l'agglomération de Strasbourg :

- station périurbaine : STG Ouest ;
- station urbaine : STG Centre

Pour le monoxyde de carbone (CO), les niveaux mesurés à l'aide du camion laboratoire ont été comparés aux niveaux observés à la station STG Clemenceau (station de proximité trafic – seule station strasbourgeoise à être équipée d'un analyseur de CO).

II.2.7 Assurance qualité

Pour s'assurer de la répétabilité des mesures, plusieurs sites « tubes passifs » ont été installés en triplet.

De plus, à des fins de comparaison des techniques de mesure (analyseurs automatiques / tubes passifs pour le dioxyde d'azote), des triplets ont été installés sur les 2 stations permanentes de référence dans le cadre de cette étude.

III. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

III.1. Conditions météorologiques

- La température

Les paramètres météorologiques (température, vitesse et direction du vent) sont relevés à la station STG Sud⁶.

A Geispolsheim, les températures moyennes journalières ont oscillé entre 16,1°C (29 juin) et 26,3°C (19 juin), avec une moyenne de 20,6°C pour la phase estivale et entre -4,2°C (11 décembre) et 7,1°C (16 décembre), avec une température moyenne de 2,1°C pour la phase hivernale.

Ces températures ont été supérieures à la normale climatique 1961-1990 établie à la station de Strasbourg⁷ pour le mois de juin, et présentent des variations plus importantes que cette dernière pour le mois de décembre (cf tableau 3).

		juin	juillet	décembre
Mesure à Geispolsheim - station fixe du réseau ASPA -	min	16,1	16,8	-4,2
	moy.	21,3	18,1	1,3
	max	26,3	19,6	6,4
Normales climatiques 1961-1990 sur Strasbourg	min	11,7	13,4	-0,7
	moy.	17	19,1	1,9
	max	22,2	24,7	4,5

Tableau 3 : Températures rencontrées sur le site de Geispolsheim, en référence à la normale climatique 1961-1990 sur Strasbourg

⁶ Station fixe du réseau ASPA, localisée dans l'enceinte de l'école maternelle Petit-Prince à Geispolsheim.

⁷ Normales Climatiques – période 1961-1990
Météo France station Entzheim – Tome 1
Année de parution 1996

▪ Les vents

L'orientation des vents au cours des deux phases de la campagne est très distincte :

- Phase estivale : les vents dominants relevés à Geispolsheim s'inscrivent dans un flux général NNO et SSO (illustration 3).
- Phase hivernale : les vents relevés à Geispolsheim au mois de décembre se caractérisent par la prédominance du secteur NNE et NE ainsi que les faibles apparitions du vent de secteur SSO. Ces secteurs correspondent aux principales directions de vent observées sur la région, en raison du phénomène de canalisation dans le fossé rhénan méridional.

Les vitesses de vent sont restées faibles⁸ avec des valeurs journalières comprises entre 0,4 m/s (soit ~1,5 km/h) et 3,6 m/s (soit ~13 km/h) sur Geispolsheim.

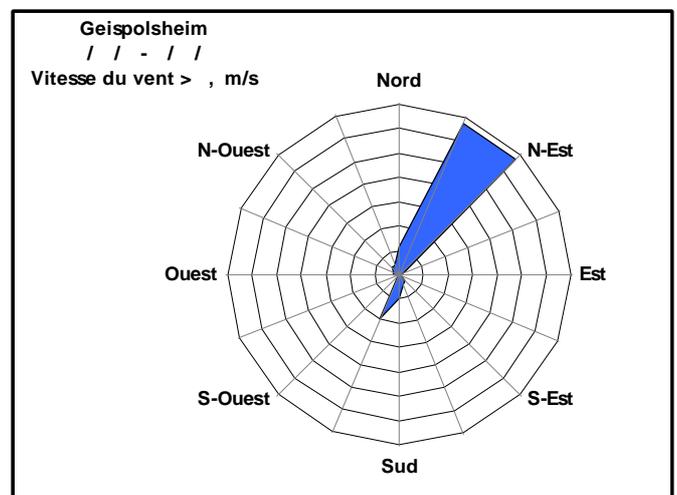
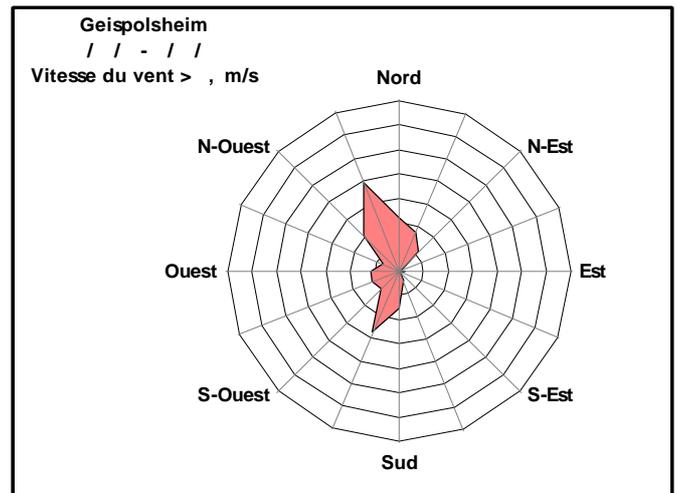


Illustration 3 : Rose des vents sur Geispolsheim (été/hiver) et sur Ostwald (uniquement été)

⁸ Lorsque la vitesse du vent est < à 0,5m/s, les données météorologiques (vitesse et direction du vent) sont invalidées. Sur Ostwald – en été - et Geispolsheim – en hiver - seules respectivement 45 et 64% des données de vents ont été prises en compte.

Dates	STG Sud			Prévisions Météo-France
	Vitesse Vent	Direction Vent	Température	
	Moyenne journalière		Moyenne journalière	
	m.s-1		°C	
19-juin	1,9	- à NNE → ↗	26,3	Les températures, bien qu'en légère baisse par rapport à hier ou il a fait degrés à Entzheim, seront encore caniculaires. Le soleil dominera encore largement au cours de cette journée mais des nuages bourgeonnants finiront par se former. Une menace orageuse se fera sentir vers la fin de l'après-midi, d'abord sur le relief. Vers le soir, le risque d'orage s'étendra à la plaine.  
20-juin	1,8	S et - ↓	23,8	Courtes accalmies ce matin avec le retour de belles éclaircies sur l'ensemble du département. Une nouvelle vague orageuse est attendue pour la fin d'après-midi. Ces orages brefs peuvent être assez violents et donner des averses intenses, voire un peu de grêle localement. Le risque orageux s'atténue en soirée, temps plus calme la nuit prochaine.  
21-juin	1,3	NNO et - ↗	22,3	Il fait lourd ce matin, avec plus de % d'humidité ambiante. Quelques ondées accompagnées de coups de tonnerre se produisent en matinée. Mais le temps s'améliore dans l'après-midi, avec le retour de belles éclaircies. En soirée, le risque d'averse s'estompe rapidement au fil des heures.  
22-juin	0,8	var ↻	24,8	Un soleil ardent brillera toute la journée sur le département, dans un ciel uniformément bleu ce matin et de nouveau d'ici ce soir, quelques cumulus blancs bourgeonnant dans le bleu du ciel au cours de la journée.  
23-juin	1,5	- à NNO → ↗	23,4	Cette journée dominicale s'annonce encore très chaude et ensoleillée même si les nuages commenceront à envahir le ciel dès ce matin. Le ciel s'assombriera davantage en fin d'après-midi et en soirée et quelques averses ou des orages isolés risquant néanmoins d'être forts seront alors possibles.  
24-juin	1,7	NNO et - ↗	21,2	Sous un ciel très nuageux, il tombe encore quelques gouttes sur le sud du département ce matin. La tendance reste tout de même à l'amélioration, avec le retour de larges éclaircies cet après-midi.  
25-juin	1,8	NNE et NNO et - ↗ ↗	20,4	Belle journée ensoleillée, avec quelques passages nuageux peu gênant pour le soleil ce matin et quelques cumulus inoffensifs bourgeonnant dans le bleu du ciel cet après-midi.  
26-juin	0,8	var ↻	21,0	Une nouvelle belle journée d'été, avec des températures en très légère hausse par rapport à hier et toujours beaucoup de soleil dans un ciel peu nuageux.  
27-juin	1,3	ONO et NNO et - ↖ ↗	21,3	Temps agréable aujourd'hui malgré quelques passages nuageux en journée. En cours de nuit prochaine, sous un ciel devenant très nuageux, des petites pluies sont attendues mêlées à quelques orages isolés.  
28-juin	2,1	NNO à - ↗ →	16,8	Le ciel très nuageux à couvert au lever du jour s'éclaircira rapidement. Le soleil fera de larges et belles apparitions ce matin avant que des cumulus commenceront à bourgeonner dans le ciel. Cet après-midi, temps variable avec possibilité de quelques averses, le soleil redevenant prédominant en soirée.  
29-juin	1,1	NNO et - ↗	16,1	La journée s'annonce généralement bien ensoleillée, mais toujours trop fraîche pour la saison. Des nuages bourgeonnants se formeront en cours de journée. Ils resteront inoffensifs.  
30-juin	1,0	SSO et - ↘	17,7	La journée s'annonce agréable, globalement bien ensoleillée même si un voile nuageux vient temporairement réduire l'ensoleillement, surtout en matinée. Quelques nuages bourgeonnants se formeront, plus particulièrement près du relief mais ils resteront inoffensifs. La nuit prochaine, le ciel sera clair à peu nuageux.  
01-juil	2,3	SSO et OSO et - ↘ ↖	19,6	Il fera globalement encore assez beau aujourd'hui. Le soleil brillera ce matin dans un ciel voilé à nuageux. La nébulosité n'augmentera que progressivement cet après-midi et un temps couvert, devenant pluvieux se généralisera ce soir et la nuit prochaine à tout le département.  
02-juil	2,3	SSO et OSO et - ↘ ↖	16,8	Sous un ciel très nuageux à couvert, quelques pluies faibles et éparses se produiront encore au cours de cette matinée. Ciel plus variable d'ici la mi-journée et cet après-midi, mais néanmoins très nuageux dans l'ensemble, avec certes un peu de soleil, mais aussi un risque de quelques averses. Eclaircies un peu plus larges au cours de la soirée et arrêt des pluies.  
03-juil	3,0	SSO et OSO et - ↘ ↖	17,9	Les éclaircies présentent ce matin ne seront que temporaires. Très rapidement les nuages envahiront le ciel par l'ouest et apporteront de la pluie pour cet après-midi, tandis que le vent se renforcera. Ces pluies seront parfois soutenues, abondantes. Elles pourront être accompagnées d'orages. La nuit prochaine, le ciel restera très nuageux. Les averses orageuses persisteront jusqu'au petit matin.  

* normale climatique 1961-1990 des mois de juin/juillet (station de Strasbourg) - pas de direction de vent

Tableau 4 : Conditions météorologiques sur Geispolsheim - phase estivale

Dates	STG Sud			Prévisions Météo-France
	Vitesse Vent	Direction Vent	Température	
	Moyenne journalière m.s-1		Moyenne journalière °C	
-déc	0,8	NNE et - 	6,4	Frais et humide aujourd'hui, avec beaucoup de nuages et quelques pluies en début de journée en plaine. En plaine, peu ou pas d'éclaircies : malgré une accalmie temporaire, en fin d'après-midi, des petites pluies se produisent à nouveau.  
-déc	0,6	-	5,8	Temps humide et gris ce matin sur tout le département avec localement quelques brumes. Cette grisaille évoluera favorablement aujourd'hui, et on pourra compter avec quelques belles éclaircies dès la matinée tant en plaine qu'en montagne.  
-déc	2,3	- à NNE  	5,6	Cette journée s'annonce bien maussade, avec un ciel gris et bas du matin au soir, sans grand espoir d'éclaircie. La bise accentuera la sensation de froid. Sous cette épaisse grisaille, quelques pluies passagères seront possibles à un moment ou un autre de la journée et ce dès ce matin. La nuit prochaine, la tendance sera au refroidissement ; quelques flocons de neige pourront tomber jusqu'en plaine.  
-déc	3,6	NNE 	3,9	Le vent de NE maintiendra un temps froid. Sous un ciel gris sur la plaine d'Alsace Bossue quelques rares flocons ou quelques gouttes resteront encore possibles. Les éclaircies seront bien rares.  
-déc	3,1	NE 	2,5	Brumes, grisaille sont présents partout ce matin. vers m, d'altitude, les Vosges sont noyées dans les nuages, gênées par des brouillards givrants. En journée, peu de chances d'éclaircies, tout au plus quelques trouées dans le ciel. Vu le froid et la forte humidité ambiante, le ciel peut laisser échapper quelques flocons par moment, sans conséquence. Le vent de Nord-Est reste froid.  
-déc	2,7	NE 	1,6	Toujours de la grisaille froide avec des brouillards entre et m d'altitude. Quelques éclaircies sont attendues, plutôt pour la fin d'après-midi. Mais la bise de NE est sensible, et il continue de faire froid en journée. Les éclaircies se précisent la nuit prochaine, et favorisent les petites gelées sur l'ensemble du département.  
-déc	2,9	NE 	-1,4	Un froid vif enveloppe l'ensemble du département en ce début de journée, renforcé par la présence du vent de Nord Est. En journée, ce temps froid et sec se poursuivra sous un beau soleil hivernal du matin jusqu'au soir.  
-déc	1,4	NNE à NNO   	-2,1	Le soleil parvient à faire quelques apparitions, même s'il doit par moment céder la place à des passages nuageux. Quelques flocons épars sont possibles sur les Vosges ce matin, ou les nuages sont dans l'ensemble plus nombreux qu'en plaine.  
-déc	0,9	NNE et - 	-4,2	Persistance d'un temps assez froid et sec, avec de bons moments ensoleillés. Toutefois au cours de l'après-midi le soleil laisse la place à des nuages de plus en plus nombreux. Pas de précipitation dans la journée, mais peut-être que de faibles pluies verglaçantes seront possibles en fin de nuit prochaine sur les Vosges.  
-déc	0,5	-	-2,1	Sous un ciel chargé, des flocons ou de faibles pluies verglaçantes seront possibles essentiellement ce matin. Le ciel restera chargé la majeure partie de la journée sans toutefois exclure quelques éclaircies.  
-déc	0,4	-	0,4	Sur le nord du département, un très court épisode de pluie reste possible au dessus d'une ligne Wangenbourg/Strasbourg, se verglaçant au sol. Après leur passage, le temps redevient sec mais la grisaille reste tenace, avec très peu de soleil.  
-déc	0,7	-	-0,5	Temps humide ce matin en plaine et en Alsace Bossue et jusque sur les premières hauteurs vosgiennes avec de faibles gelées et énormément de grisaille partout, la visibilité étant par endroit très mauvaises par suite de brouillard. Avec les températures négatives et la forte humidité le risque de verglas est de nouveau très important ce matin.  
-déc	1,0	- à SSO  	2,8	Temps calme, gris et bouché au lever du jour et durant la matinée avec de faibles pluies passagères. Les températures étant encore proches de ces faibles pluies pourront encore provoquer du verglas par endroits sur le sol froid dans les premières heures de la matinée.  
-déc	2,6	SSO et - 	7,1	Malgré quelques éclaircies en ce début de journée, le ciel ne tarde pas à se couvrir à nouveau et donner quelques pluies pour la fin d'après-midi et la nuit prochaine.  
-déc	1,1	-	5,4	Ciel très nuageux en début de matinée sans pluie. De timides éclaircies font leur apparition cet après midi.  

Station STG Sud

Températures	décembre
Minimale	-4,2
Moyenne	1,3
Maximale	6,4

Normale climatique*

Températures	décembre
Minimale	-0,7
Moyenne	1,9
Maximale	4,5

* normale climatique - du mois de décembre (station de Strasbourg)

- pas de direction de vent

Tableau 5 : Conditions météorologiques sur Geispolsheim - phase hivernale

III.2. Résultats issus des dispositifs temporaires

Pour chaque polluant mesuré, des cartes récapitulatives présentent les concentrations moyennes observées sur les sites de mesure pour la période du 19 juin au 3 juillet 2002 (illustrations 9 et 13) et du 3 au 17 décembre 2002 (illustrations 10 et 14).

L'analyse technique des résultats issus du dispositif temporaire est présentée en annexe 1.

Pour la codification des sites de mesures, se reporter à la carte 1 page 7 du rapport.

III.2.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

La durée d'exposition des tubes passifs permettant l'analyse du NO₂ a été de 15 jours.

- Phase estivale

Les concentrations⁹ moyennes de dioxyde d'azote mesurées durant la période du 19 juin au 3 juillet 2002 ont varié de 9 à 109 µg/m³ (illustrations 4 et 5).

Les concentrations les plus élevées s'observent aux points de mesure situés à proximité des axes de circulation importants (typologie trafic). Ce sont les sites de l'autoroute A35/A4 qui présentent les niveaux les plus élevés avec 109 µg/m³ à Sou2 (Souffelweyersheim), 69 µg/m³ à Ven1 (Vendenheim) et 59 µg/m³ à Ost2 (Ostwald).

Les concentrations les plus faibles ont été mesurées dans les villages, à Kolbsheim et Breuschwickersheim avec 9 µg/m³.

A noter que la différence entre la pollution de fond et la pollution de proximité trafic des villages soumis au trafic pendulaire sur les axes de confluence vers Strasbourg a pu être mise en évidence en particulier durant la période estivale. A titre d'exemple, les niveaux de pollution mesurés à Pfettisheim en proximité automobile au cours de la phase estivale sont deux fois plus élevés qu'à distance des axes routiers principaux à Pfulgriesheim et à Stutzheim.

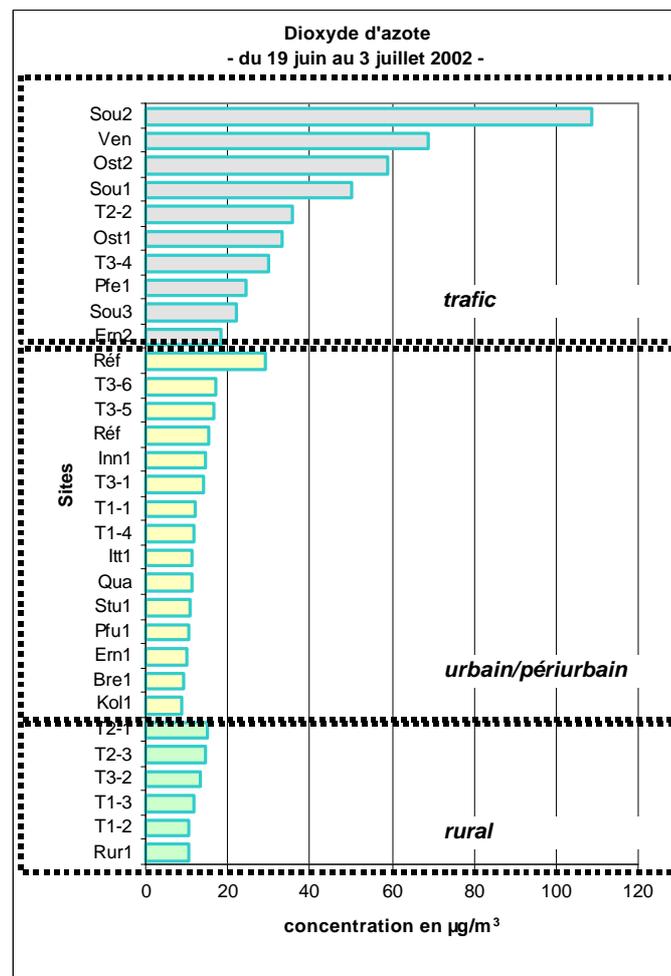


Illustration 4 : Distribution des concentrations en dioxyde d'azote - phase estivale

⁹ Les concentrations sont arrondies au µg/m³

- Phase hivernale

Les concentrations moyennes de dioxyde d'azote mesurées durant la période du 3 au 17 décembre 2002 ont varié de 32 à 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (disparité moins importante qu'en été).

Ce sont à nouveau les points de mesure situés aux abords de l'autoroute A35/A4 qui présentent les niveaux les plus élevés avec 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Sou2, 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Ven1 et 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Sou1 et Ost1.

Les niveaux les plus faibles sont rencontrés en milieu rural et périurbain sur T1-3 avec 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pfu1, Qua1, Bre1 et Kol1 avec des valeurs inférieures à 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Analyse de la variabilité saisonnière pour quelques sites remarquables

De manière générale, les niveaux de concentrations des polluants primaires (dont les oxydes d'azote) sont plus élevés en phase hivernale qu'en phase estivale (cf. chapitre III.3.1.f)).

Toutefois, pour quelques sites de mesure, les niveaux de dioxyde d'azote sont plus élevés pendant la phase estivale (tableau 6).

Sites de mesure	localisation	NO ₂ été ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ hiver ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ost2	Ostwald	59	46
Sou2	Souffelweyersheim	109	63
Sou1	Souffelweyersheim	50	48
Ven1	Vendenheim	69	52

- Tableau 6 -

Ces écarts s'expliquent à travers les disparités entre les roses de vent estivale et hivernale, ainsi que de la localisation même de ces sites (du moins pour les sites Ost2, Sou2 et Sou1). En période estivale, les vents de secteur NNO et SSO rabattent les polluants d'origine routière de l'A35/A4 sur les sites de mesure Ost2, Sou2, et Sou1 alors qu'en période hivernale, les vents de secteur NE n'exercent pas le même effet (illustrations 6 à 8).

A noter également, pour certains sites de proximité automobile, que la transformation du NO en NO₂ est plus rapide au cours de la phase estivale, favorisée par des températures plus élevées et induisant donc des niveaux de NO₂ potentiellement plus élevés sous le panache de certains axes routiers.

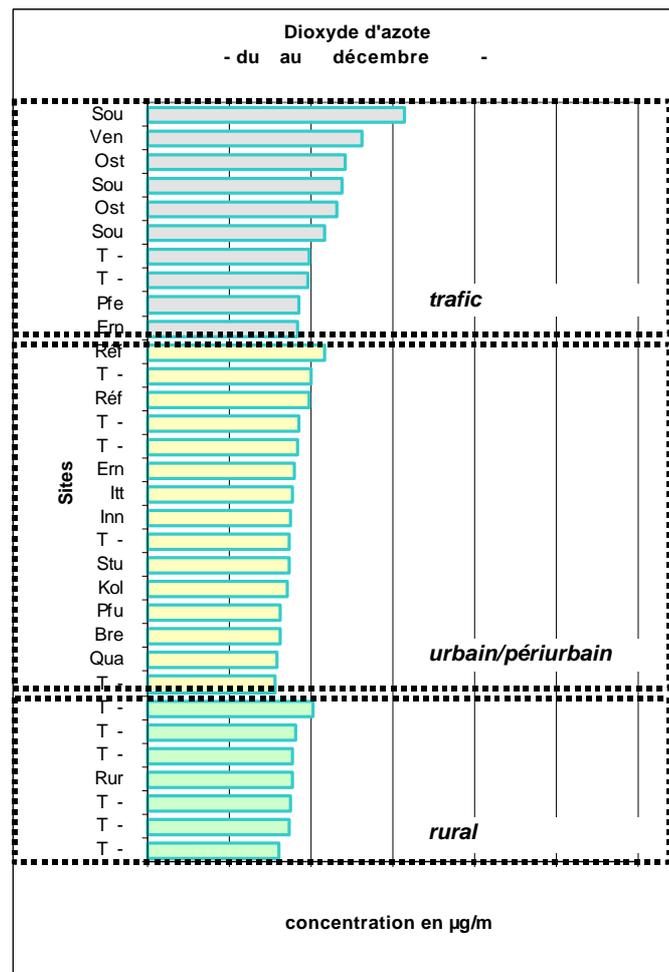
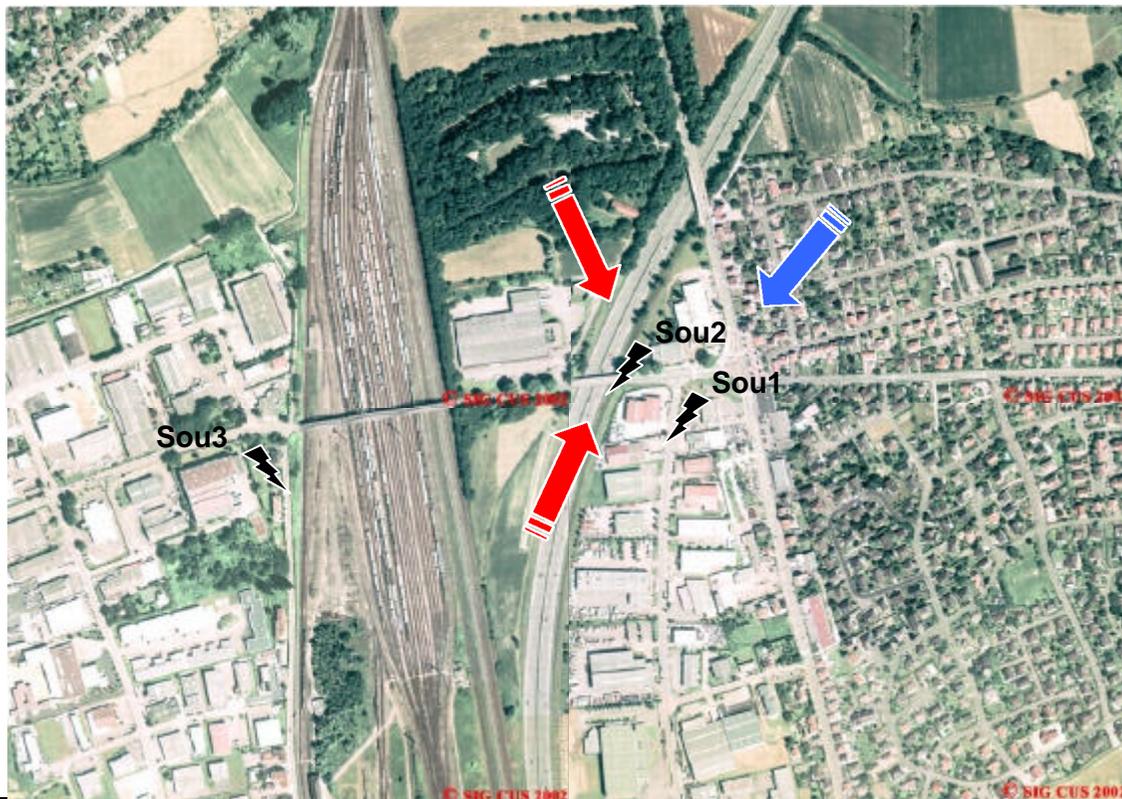
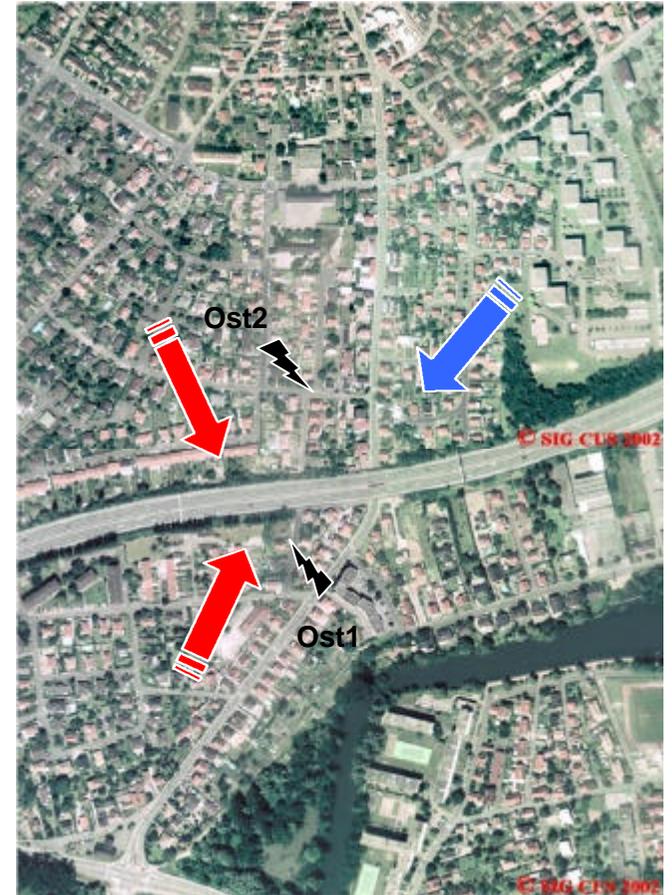


Illustration 5 : Distribution des concentrations en dioxyde d'azote - phase hivernale



 DIRECTION VENT ETE
 DIRECTION VENT HIVER

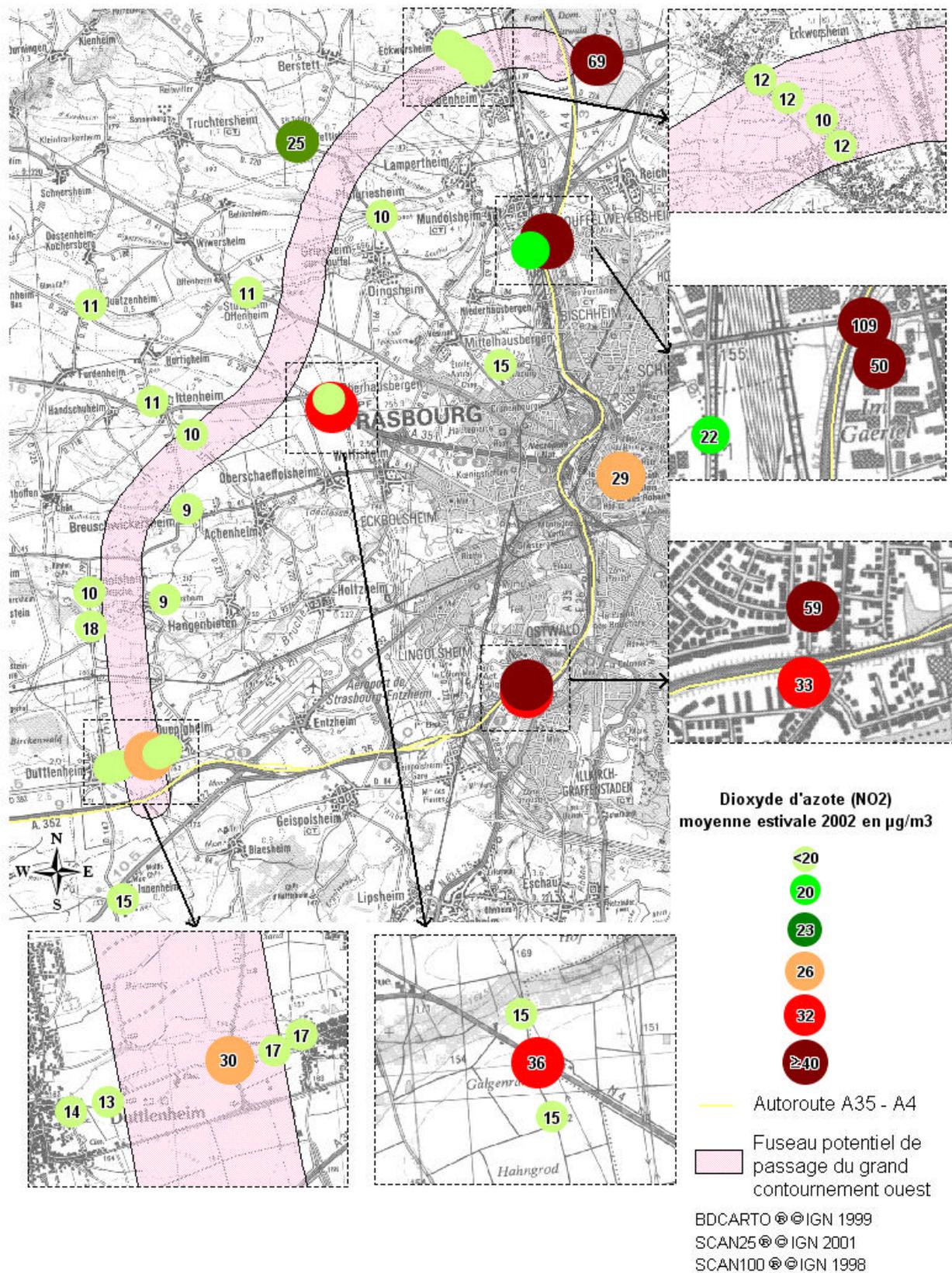


Illustration 9 : Concentrations en dioxyde d'azote relevées lors de la campagne estivale

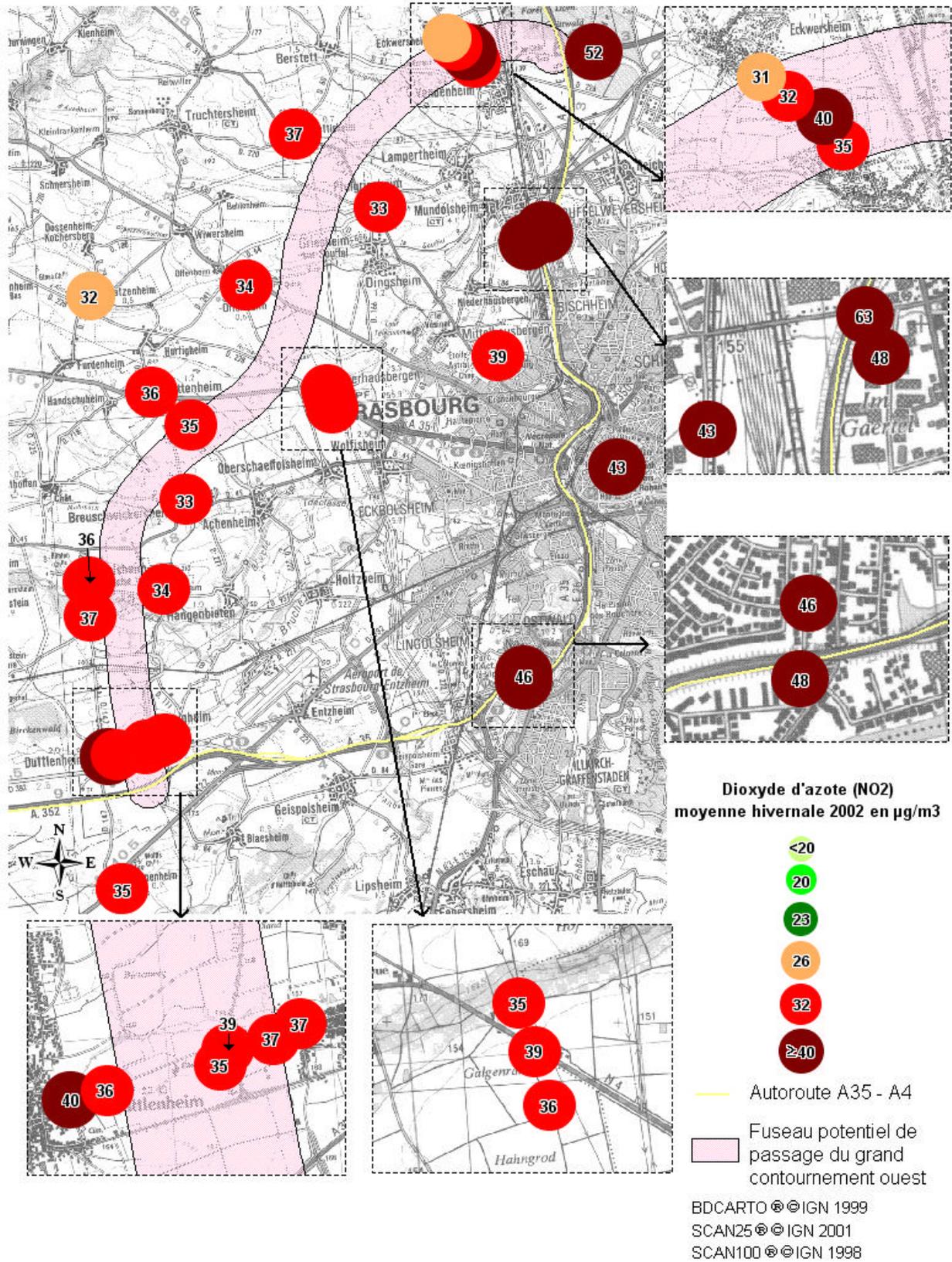


Illustration 10 : Concentrations en dioxyde d'azote relev. es lors de la campagne hivernale

III.2.2 Benzène (C₆H₆)

La durée d'exposition des tubes passifs permettant l'analyse du benzène a été de 15 jours.

- Phase estivale

Les concentrations¹⁰ moyennes de benzène mesurées durant la période du 19 juin au 3 juillet 2002 ont varié de 0,4 à 1,2 µg/m³ et sont donc restées faibles durant la phase de mesure.

Les niveaux les plus élevés s'observent, nouveau sur les sites de proximité automobile : Sou2 avec 1,4 µg/m³, 0,9 µg/m³. Sou3 et 0,8 µg/m³. Ost1, Ost2 et Pfe1.

C'est en milieu rural, loin des axes de circulation, que les concentrations en benzène mesurées sont les plus faibles avec 0,4 µg/m³. T2-3.

- Phase hivernale

Les concentrations moyennes de benzène mesurées durant la période du 3 au 17 décembre 2002 ont varié de 1,1 à 3,7 µg/m³. Les niveaux les plus élevés se rencontrent toujours, proximité des axes de circulation automobile mais également en milieu urbain (niveau le plus élevé sur la place Kl.ber repr. sentative de l'hypercentre urbain de Strasbourg) et périurbain, représentant des niveaux équivalents (tableau 7).

typologie	été	hiver
* trafic	0,5 – 1,2	1,9 – 3,2
* urbain /p. ri urbain	0,5 – 0,8	1,7 – 3,7
* rural	0,4 – 0,5	1,1 – 1,9

Tableau 7 : dispersion des concentrations en benzène relevées sur les sites, par classe typologique.

Illustrations 11 et 12 : Distribution des concentrations en benzène - phase estivale et hivernale

¹⁰ Les concentrations en benzène sont données à une précision de 0,1 µg/m³

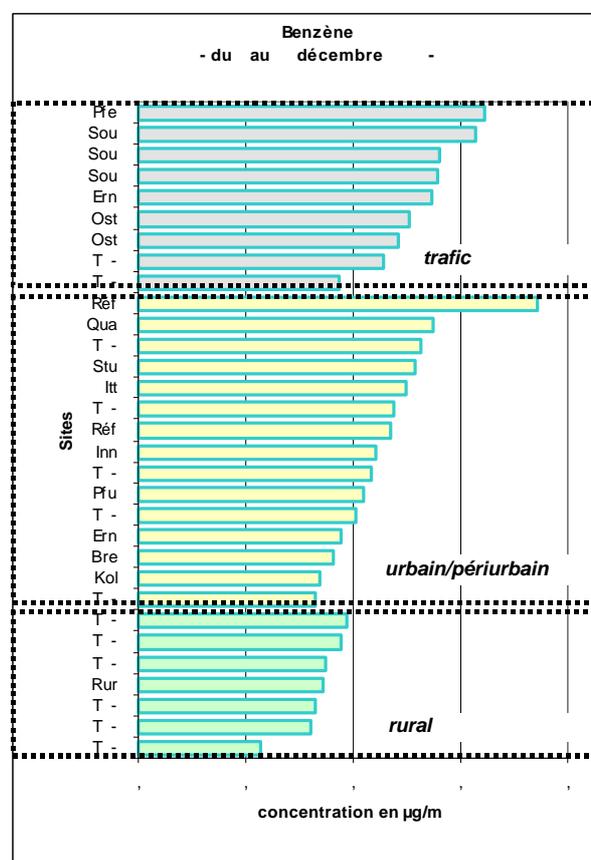
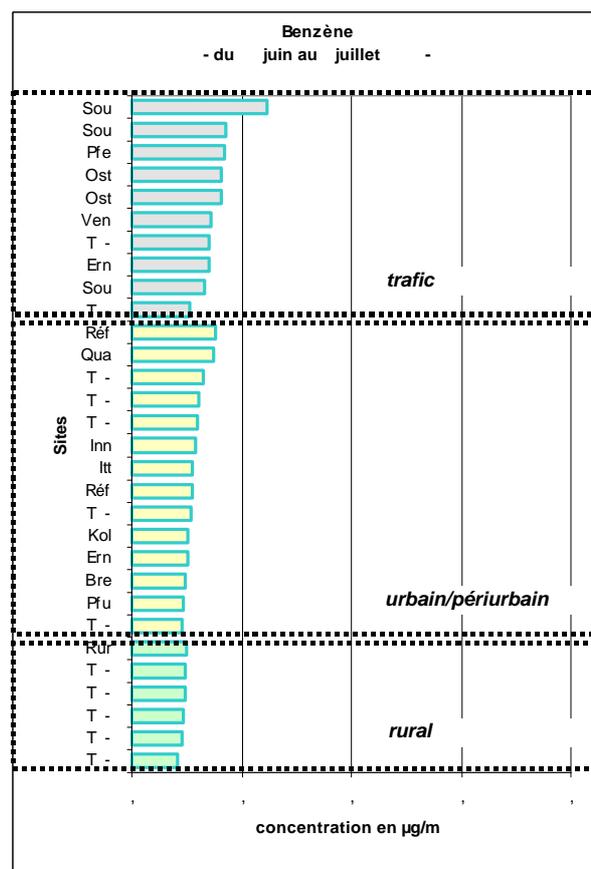


Illustration 13 : Concentrations en benzène relevées lors de la campagne estivale

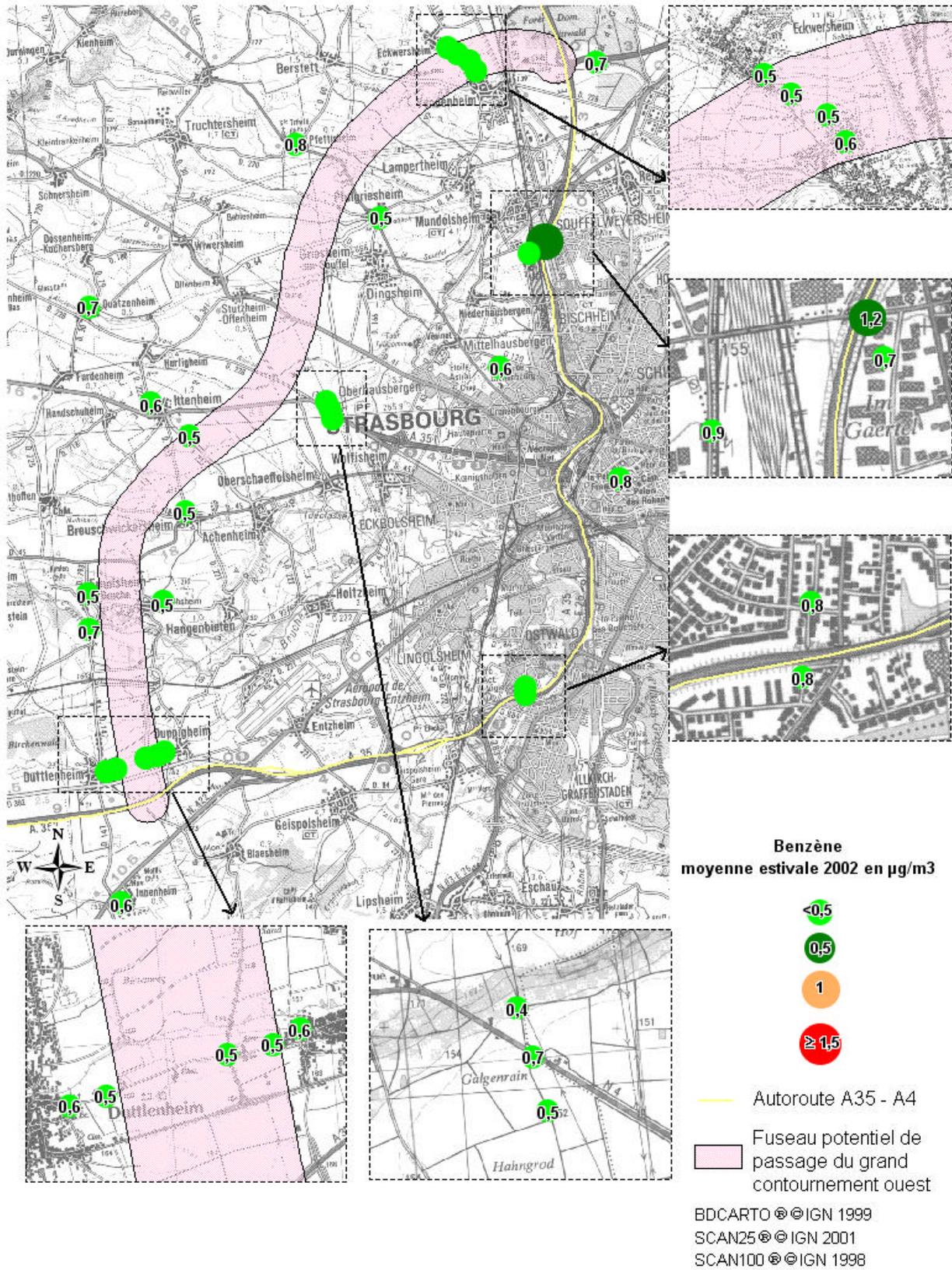


Illustration 14 : Concentrations en benzène relevées lors de la campagne hivernale



III.2.3 Autres composés organiques volatils

- *Le toluène*

Les concentrations moyennes en toluène ont varié entre 1,0 et 3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au cours de la phase estivale et entre 1,6 et 5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la phase hivernale.

- *Les xylènes et l'éthylbenzène*

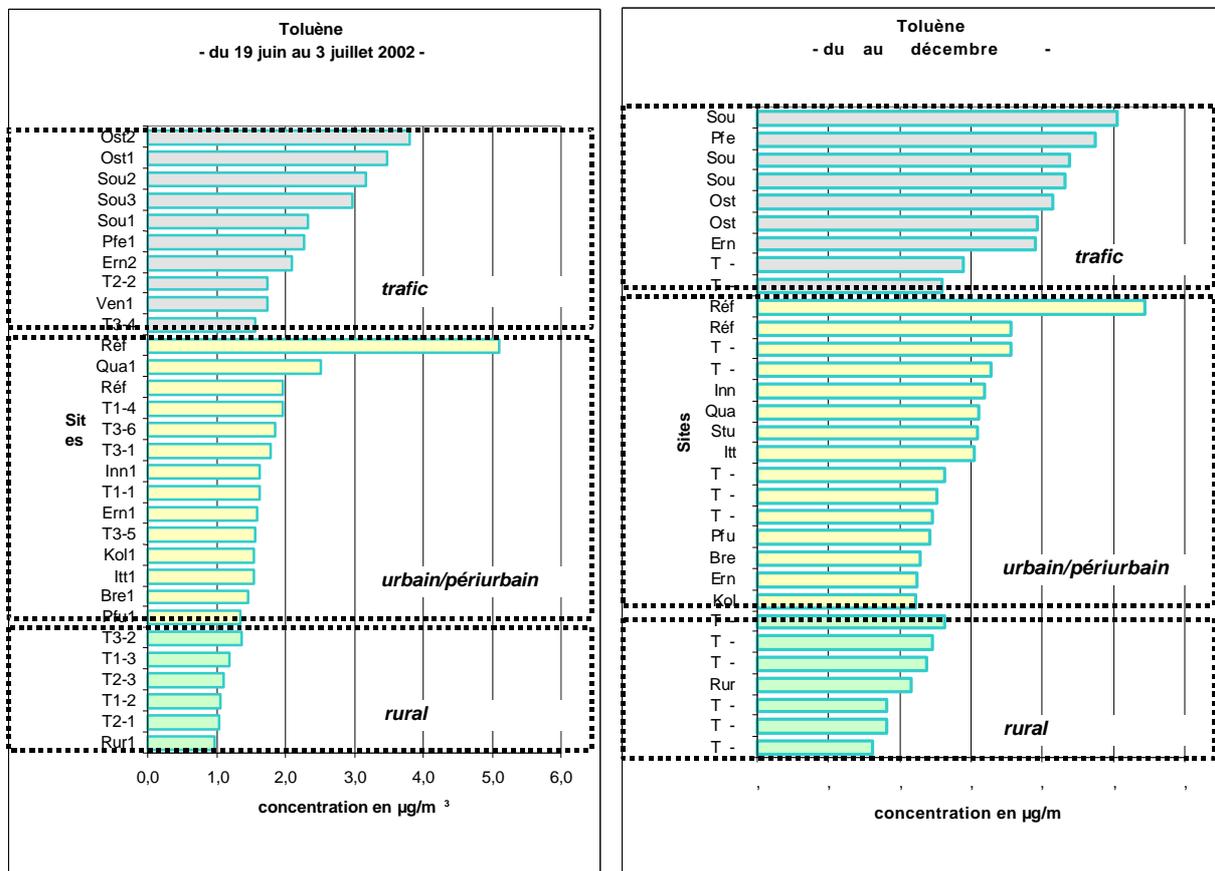
Les trois isomères du xylène (ortho, méta et para) sont comme les autres aromatiques monocycliques indicateurs d'une circulation automobile.

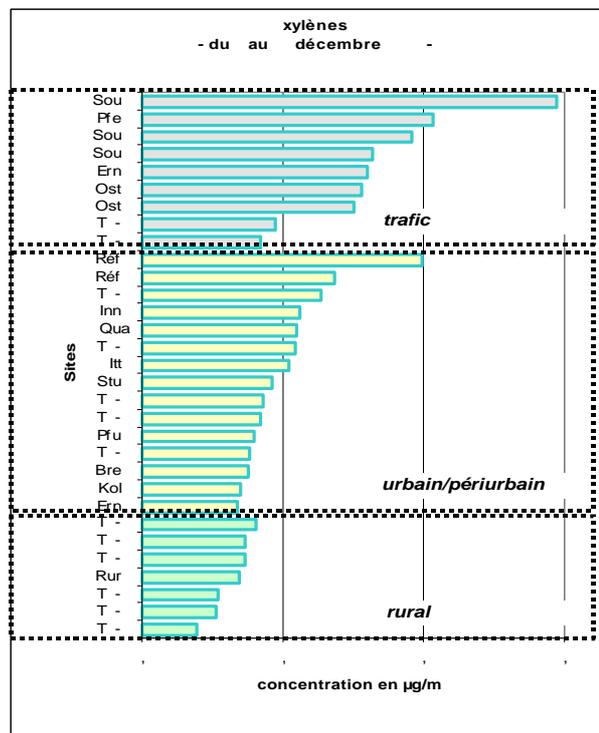
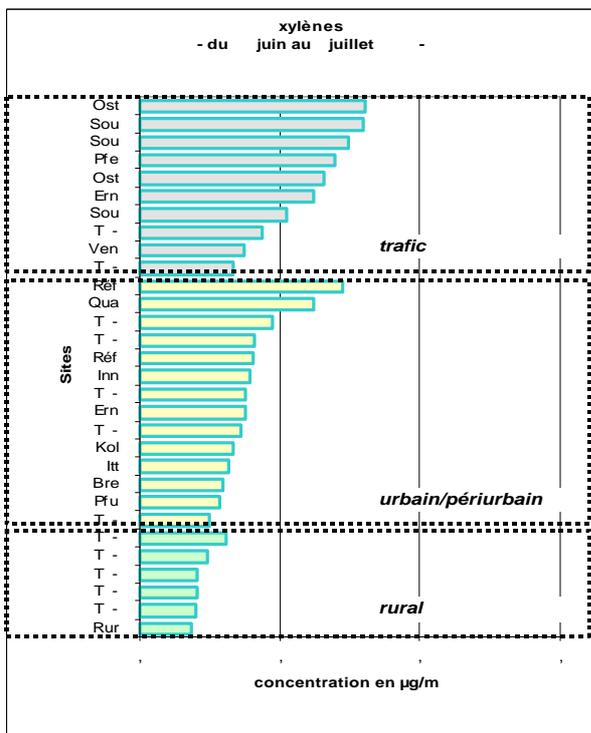
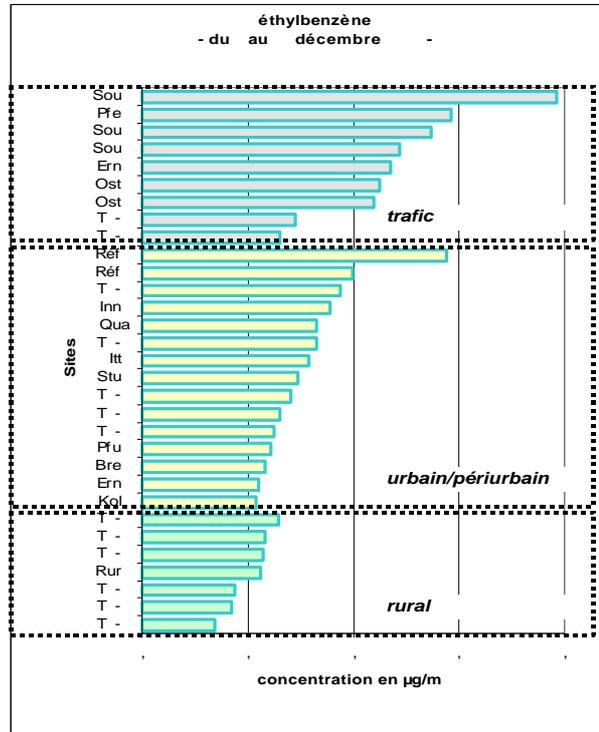
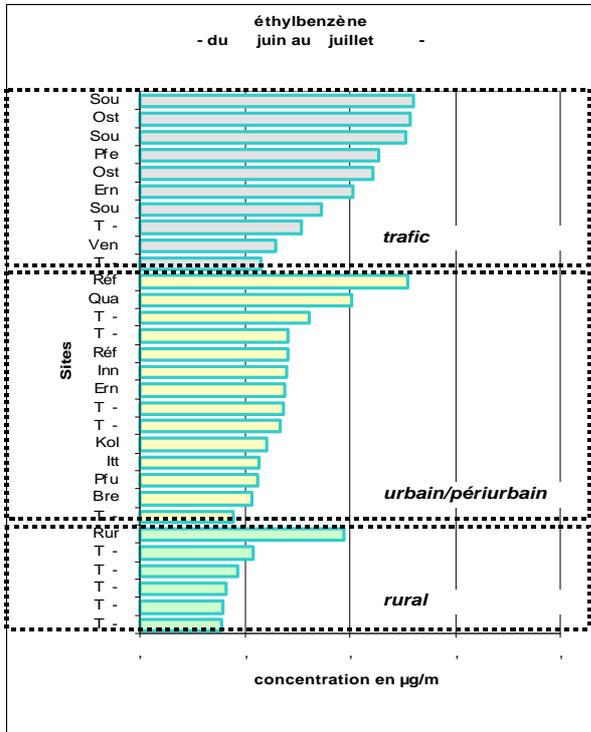
Les concentrations moyennes en xylènes sont comprises entre 1,1 et 4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en été et 1,2 et 8,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en hiver, tandis que celles en éthylbenzène ont varié entre 0,4 et 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en été (avec une valeur plus élevée et inexplicable sur le site Rur1 situé au sud-ouest de Ittenheim) et 0,3 et 2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en hiver.

typologie	toluène		éthylbenzène		xylènes	
	été	hiver	été	hiver	été	hiver
* trafic	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,
* urbain / péri urbain	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,
* rural	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,	, - ,

Tableau 8 : dispersion des concentrations en toluène, xylènes et éthylbenzène relevées sur les sites, par classe typologique

Illustrations 15 et 16 : Distribution des concentrations en toluène – phase estivale et hivernale





Illustrations 17 à20 : Distribution des concentrations en éthylbenzène et xylènes – phase estivale et hivernale

III.2.4 Dioxyde de soufre (SO₂)

Quatre sites ont été équipés de capteurs spécifiques au dioxyde de soufre.

Les concentrations relevées au cours de la phase estivale ont varié entre 1,4 et 10,1 µg/m³ et entre 5,5 et 7,7 µg/m³ en ce qui concerne la phase hivernale.

Les teneurs ont augmenté légèrement en hiver – en relation avec les petites installations de combustion comme le chauffage – sauf sur les sites Rur1 et Ern1 qui se caractérisent par des niveaux estivaux assez élevés, en comparaison des concentrations relevées sur Pfu1 et T1-1.

A noter également que les deux sites de mesure présentant les niveaux les plus élevés sont les deux sites de mesure les plus éloignés de la source principale de dioxyde de soufre dans la zone d'étude (Compagnie Rhénane de Raffinage dont les cheminées sont situées sur la commune de Vendenheim).

Ce constat pourrait provenir de la situation géographique des sites Pfu1 et T1-1 situés en retrait du panache de pollution émis par la raffinerie et par vent de secteur Nord-Est (durant les épisodes d'élévation des niveaux de SO₂).

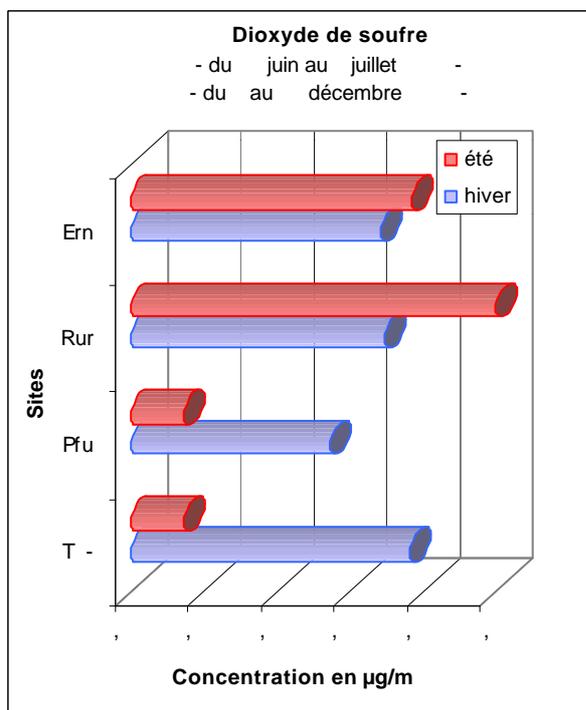


Illustration 21 : Distribution des concentrations en SO₂
- phase estivale et hivernale -

III.3. RESULTATS ISSUS DU CAMION LABORATOIRE

Les résultats de mesure sur le site du camion laboratoire plac. aux abords immédiat de l'autoroute A35 ne concernent pas spécifiquement la zone d'étude. Ils sont néanmoins importants afin d'appréhender les niveaux de polluants en proximité immédiate de l'autoroute qui est aujourd'hui l'axe principal de transit nord-sud de Strasbourg. Ces résultats seront également exploités ultérieurement à des fins de comparaison avec les niveaux mesurés dans les mêmes conditions (lieu, période de mesure, polluants suivis, ...) après l'ouverture du GCOS.

L'exploitation des résultats de mesure des campagnes estivale et hivernale est réalisée en référence aux normes en vigueur ainsi qu'au regard des niveaux observés simultanément sur les stations fixes de :

- Strasbourg Est (square de la M. nagerie - Neudorf) : station urbaine ;
- Strasbourg Ouest (Espace européen de l'entreprise - Schiltigheim) : station périurbaine ;
- Strasbourg Clemenceau (boulevard Clemenceau - Strasbourg) : station de proximité trafic ;
- Strasbourg Reichstett (rue de Reichstett) : station de proximité industrielle ;
- Nord-Est Alsace (située à Munchhausen) : station rurale.

Les résultats du camion laboratoire sont analysés pour les phases estivale et hivernale séparément, la reconstitution de moyenne annuelle n'étant pas pertinente à partir de 2 séries de 15 jours de mesure.

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

III.3.1 Typologie du site de mesure

Des éléments de caractérisation de la typologie du site de mesure peuvent être obtenus à travers :

- l'analyse des profils journaliers moyens (moyenne des concentrations horaires sur la période de mesure pour chaque heure de la journée) du site « camion laboratoire », pour le NO_x, le CO (indicateurs d'une pollution automobile de proximité) et le NO₂ (indicateur d'un fond de pollution sous influence du trafic automobile) ;
- la comparaison de ces profils avec ceux établis pour les stations de références précitées.



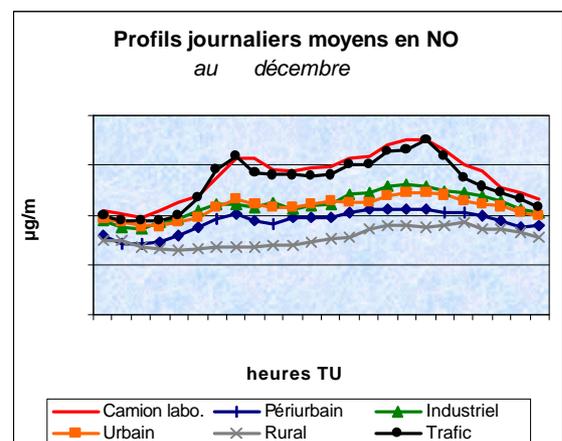
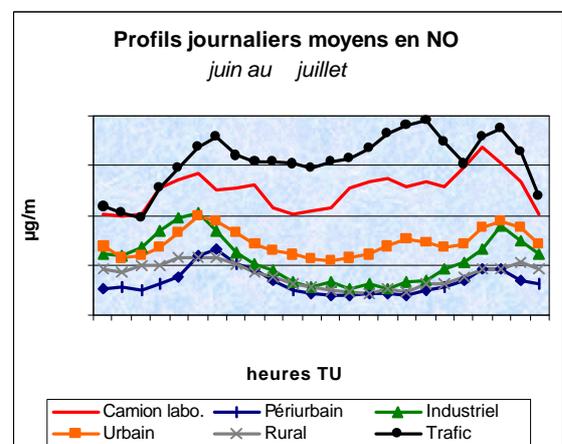
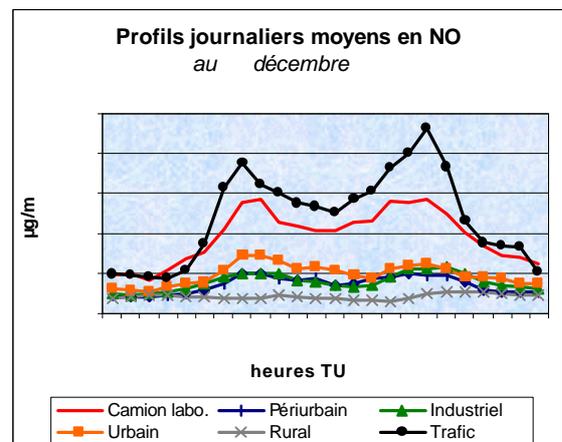
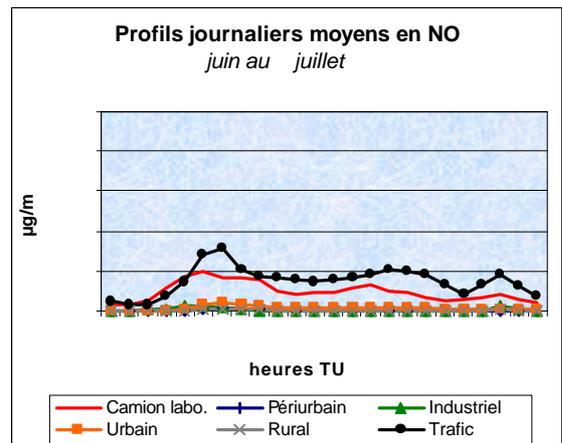
Camion laboratoire sur la station Elf – Ostwald le long de l'A35

III.3.1.a) Oxydes d'azote

L'évolution horaire des profils fait apparaître, pour le NO et le NO₂, deux pics qui correspondent aux heures d'intensification du trafic routier (illustrations 22 à 25).

Les niveaux relevés sont globalement plus élevés que les concentrations en oxydes d'azote constatés en milieu urbain, périurbain, rural ainsi qu'en proximité industrielle.

A noter également que les niveaux en pollution primaire (NO) sont plus élevés en hiver qu'en été, alors que les niveaux de pollution secondaire (NO₂) sont généralement plus élevés en été, la chaleur et le rayonnement solaire favorisant la transformation rapide du NO en NO₂ au cours de la période estivale.



Illust. 22 à 25

III.3.1.b) Monoxyde de carbone

Les niveaux de monoxyde de carbone sont moins élevés au bord de l'autoroute A35 qu'en proximité automobile en milieu urbain dense (illustrations 26 et 27).

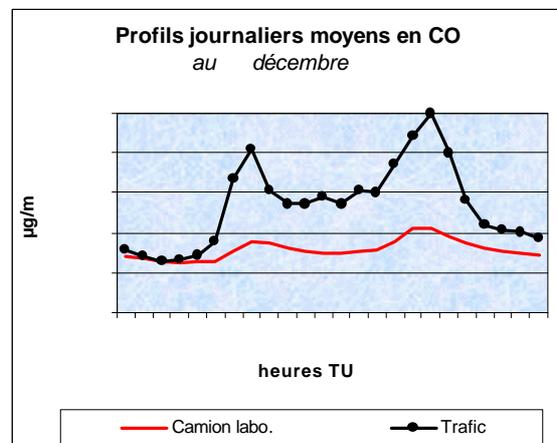
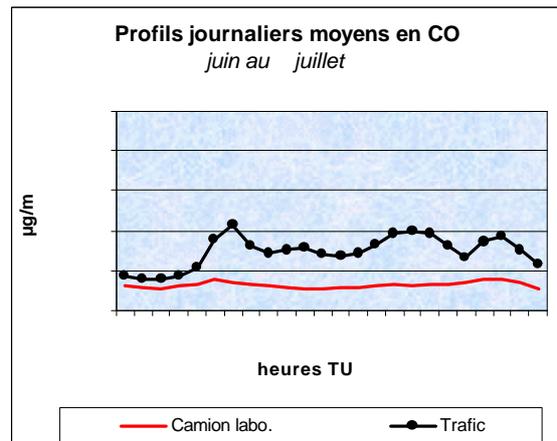
Ce constat s'explique :

- d'une part par le fait que le CO provient de la combustion incomplète du carburant, généralement à bas régime. Sur autoroute, les vitesses plus élevées permettent un taux plus important d'oxydation du monoxyde de carbone en dioxyde de carbone au niveau du moteur en amont de l'échappement ;
- d'autre part en raison de la configuration du bati beaucoup plus proche aux alentours du camion laboratoire qu'en milieu urbain.

Ces éléments expliquent également que l'intensité des pics de monoxyde de carbone correspondant aux heures d'augmentation du trafic soit moins marquée en proximité de l'autoroute A35 qu'en milieu urbain, que ce soit au cours de la période estivale ou au cours de la période hivernale.

A noter que les niveaux de monoxyde de carbone sont généralement plus élevés en période hivernale, traduisant d'une part un fond de pollution en CO plus important en raison de l'utilisation accrue d'installations de chauffage et, d'autre part, une stabilité atmosphérique plus importante en hiver qu'en été, d. favorisant la dispersion des polluants.

Ce constat peut également provenir de l'oxydation du monoxyde de carbone en dioxyde de carbone plus rapide en été qu'en hiver en raison de l'augmentation de la cinétique de réaction avec l'augmentation de la température.



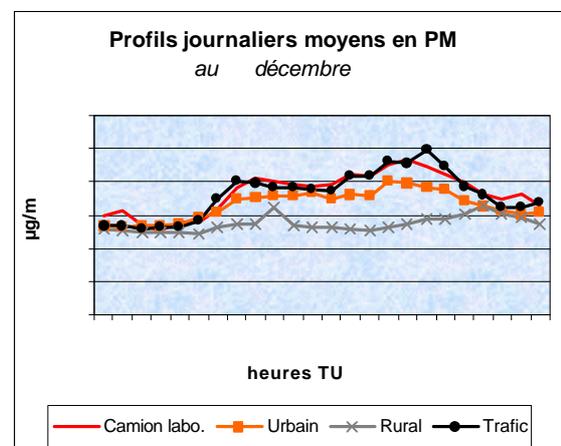
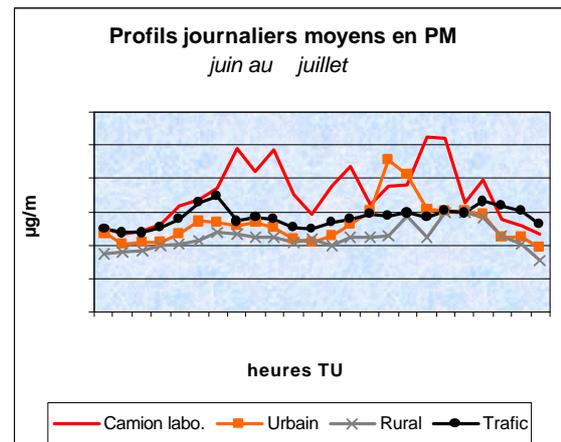
Illust. 26 et 27

III.3.1.c) Particules

L'augmentation des concentrations en particules durant les périodes d'intensification du trafic (en matinée, soirée mais également en milieu de journée) a été très marquée au cours de la période estivale durant laquelle les niveaux de pollution en particules ont été plus élevés aux abords de l'A35 qu'en proximité de trafic en milieu urbain dense.

Ces élévations importantes de particules correspondent à des niveaux de particules supérieurs sur le site du camion laboratoire durant les journées du 29 et 30 juin 2002, 1^{er} week-end de départ pour les vacances estivales avec les niveaux de trafics très importants au cours de ces deux jours.

En revanche, ces niveaux sont semblables au cours de la période hivernale avec une moindre élévation des niveaux de pollution aux heures de pointe.



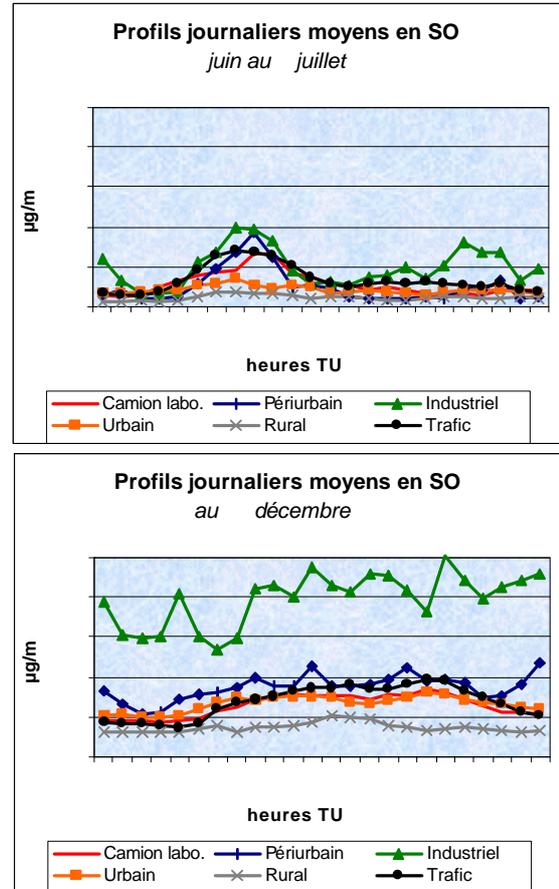
Illust. 28 et 29

III.3.1.d) Dioxyde de soufre

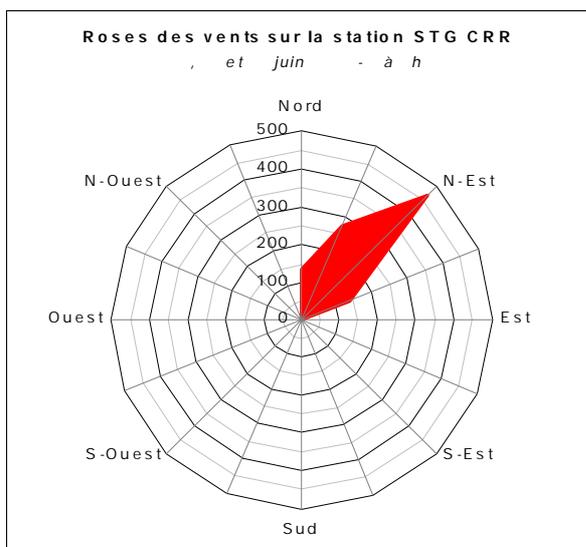
Au cours de la période estivale, les niveaux de dioxyde de soufre du camion laboratoire marquent une élévation entre 7 et 11 heures, élévation cohérente avec les hausses de concentrations constatées sur les stations de proximité industrielle et périurbaine, toutes deux situées sous les panaches de la Compagnie Rhénane de Raffinage.

Ce déplacement de panache industriel (de secteur Nord / Nord-Est) est cohérent avec la rose des vents établie pour les périodes de forte élévation des niveaux de SO_2 en proximité industrielle (19, 21 et 25 juin entre 7 et 11h avec une moyenne cumulée de $37 \mu g/m^3$ contre $10 \mu g/m^3$ sur l'ensemble de la période de mesure) (graphique 32).

Les résultats du camion laboratoire sont, au cours des deux phases, quasiment identiques aux niveaux constatés en milieu urbain ou en proximité automobile (à l'exception du pic du matin durant la période estivale).



Illust. 30 et 31



Illust. 32

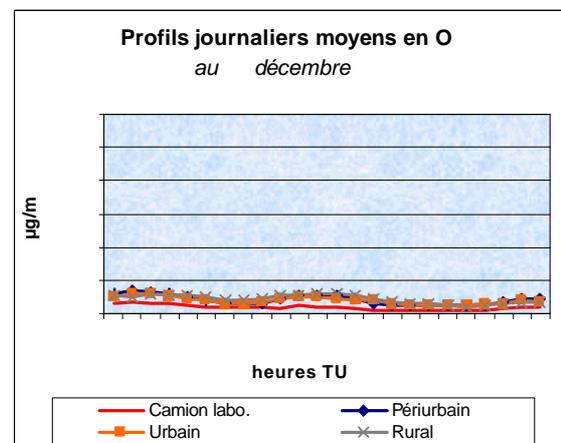
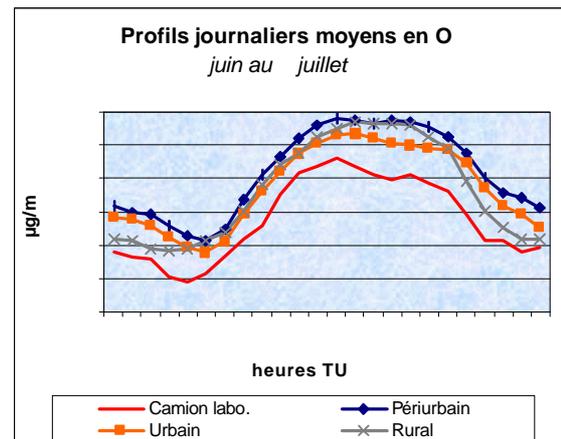
III.3.1.e) Ozone

L'ozone est produit par l'action du rayonnement solaire et de la chaleur sur le dioxyde d'azote et les composés organiques volatils, en majorité issus du transport routier et des sources biotiques (végétation).

Les niveaux les plus élevés sont observés en début d'après-midi durant la phase estivale (illustration 32).

En revanche, les niveaux constatés au cours de la phase hivernale restent faibles tout au long de la journée en raison des conditions météorologiques défavorables et de la photochimie mais également en lien avec la consommation de l'ozone par les polluants primaires (principalement le NO) présents en quantités plus importantes au cours de cette phase (cf. paragraphe précédent concernant le NO et encadré ci-dessous).

A noter toutefois que, même au cours de la phase estivale, les niveaux d'ozone relevés sur le site du camion laboratoire sont plus faibles que sur les autres sites de mesure, traduisant une nouvelle fois la présence de NO en quantités importantes et donc l'influence forte du trafic routier.



Illust. 32 et 33

Les gaz issus du trafic automobile (NO₂ et composés organiques volatils dont le benzène) sont responsables de l'accumulation d'ozone dans la basse atmosphère.

En revanche, le NO, également issu des pots d'échappement et présentant une durée de vie très courte (pas de quantités notables observées quand on s'éloigne des axes de circulation) participe à la destruction de cet ozone.

Ainsi, les niveaux d'ozone observés en milieu urbain, périurbain et rural de fond sont plus élevés que les niveaux d'ozone relevés en proximité automobile.

III.3.1.f) Disparités générales entre phases estivale et hivernale de mesure pour l'ensemble des polluants mesurés

De manière générale, les profils journaliers moyens en oxydes d'azote (NO et NO₂), dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et particules fines présentent des niveaux plus élevés au cours de la phase hivernale que ceux rencontrés au cours de la période estivale.

A contrario, les niveaux d'ozone sont supérieurs au cours de la période estivale.

En effet, en effet, les échanges verticaux sont généralement bien assurés dans la basse atmosphère, ce qui permet une meilleure dispersion des polluants primaires (NO_x, SO₂, CO, PM₁₀).

De plus, la période estivale, qui est synonyme de rayonnement solaire plus intense, est propice à la photolyse du dioxyde d'azote (réduction des immissions de ce polluant), pour former des polluants photochimiques (augmentation de la concentration en ozone, sous l'influence du soleil).

Enfin, les rejets de polluants primaires sont généralement plus élevés en période hivernale du fait de l'utilisation d'installations de combustion pour le chauffage des logements et autres bâtiments. L'amplitude entre les niveaux constatés est toutefois moins grande sur le camion laboratoire que sur les stations fixes de mesure.

A noter que la variabilité saisonnière, illustrée par les résultats du camion laboratoire, est également observée pour les résultats des tubes à diffusion passive. Quelques exceptions pris pour lesquelles les niveaux en NO₂ sont supérieurs en effet (cf. rapport technique en annexe).

III.3.1.g) Typologie du site de mesure

Quel que soit le polluant étudié, le caractère de proximité automobile du site de mesure du camion laboratoire est marqué :

- concernant le NO et les PM₁₀, les niveaux de concentrations sont toujours supérieurs par rapport aux niveaux constatés en milieu urbain ;
- concernant le CO, les vitesses plus importantes sur autoroute permettent de réduire les rejets par rapport aux émissions estimées sur un boulevard engorgé de l'agglomération strasbourgeoise ;
- enfin les niveaux d'ozone plus faibles qu'ailleurs traduisent l'importance des niveaux de NO consommateur de polluants photochimiques.

III.3.2 Résultats du camion laboratoire en référence aux normes de qualité de l'air

Au regard de la durée des périodes de mesure par camion laboratoire (15 jours en été et 15 jours en hiver), l'ensemble des normes de qualité de l'air ne pourra servir de base de comparaison aux résultats enregistrés.

Seules les normes s'attachant à des périodes de chantillonnage courtes (1h, 8h ou 24h) et concernant donc des phénomènes de pics de pollution plutôt que le fond permanent de pollution pourront être considérées.

De manière générale, la comparaison aux valeurs limites et objectifs annuels de qualité de l'air ne peut pas être réalisée à partir de périodes de chantillonnage courtes.

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

Polluant	Source	Type de seuil	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pas de temps
SO ₂	Décret 15 février 2002	Seuil de recommandation	300	h
		Seuil d'alerte	500	3h
	OMS 1996	Seuil de recommandation	125	24h
NO ₂	Décret 15 février 2002	Seuil de recommandation	200	h
		Seuil d'alerte	400	h
O ₃	Décret 15 février 2002	Seuil de recommandation	180	h
		Seuil d'alerte	360	h
		Objectif de qualité (végétation)	65	24h
		Objectif de qualité (végétation)	200	h
	Directive 2002/3/CE	Valeur cible (santé humaine)	120	8h
		Seuil d'alerte	240	h
PM ₁₀	Arrêté préfectoral 1997	Seuil de recommandation	80	24h
		Seuil d'alerte	125	24h
CO	Décret 15 février 2002	Objectif de qualité	10 000	8h
	OMS 1996	Seuil de recommandation	30 000	h

- Tableau 9 -

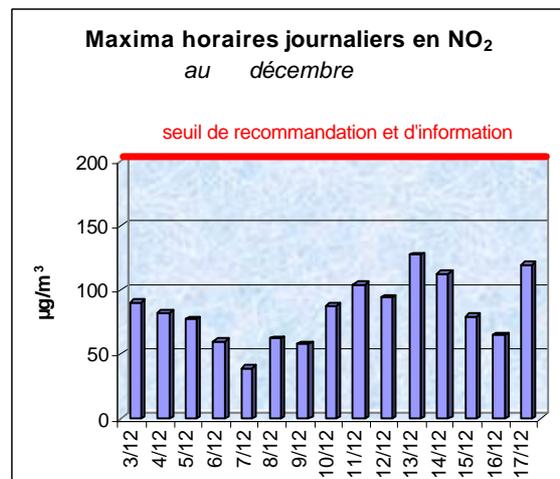
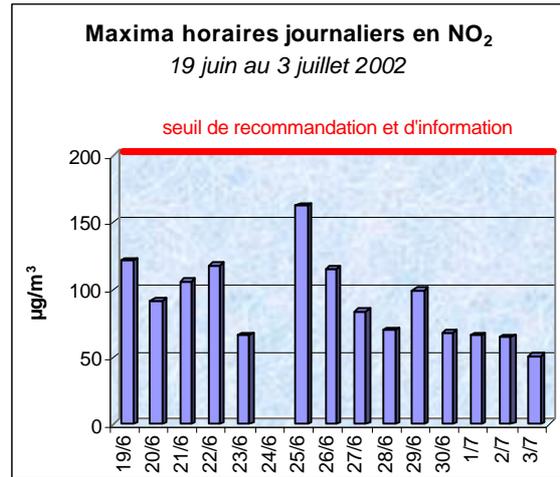
III.3.2.a) Dioxyde d'azote

Au cours des deux phases de mesure, les niveaux de dioxyde d'azote sont restés en de. . du seuil de recommandation et d'information du d. cret du 15 f. vrier 2002.

Ces r. sultats sont coh. rents avec les mesures r. alis. es sur les stations fixes de fond ASPA qui ne font pas appara. tre de d. p. assement de seuil de recommandation depuis 3 ans.

A noter que :

- la p. riode du 30 juin au 3 juillet enregistre les niveaux de pollution en dioxyde d'azote les plus faibles : au cours de ces 4 journ. es, la vitesse de vent moyenne fut de 2,2 m/s contre 1,6 m/s en moyenne sur l'ensemble de la p. riode estivale, favorisant une bonne dispersion des polluants ;
- la p. riode du 6 au 9 d. cembre fut . galement marqu. e par une diminution des maxima horaires journaliers correspondant . une augmentation de la vitesse du vent (3,1 m/s sur les 4 jours contre 1,6 m/s sur l'ensemble de la p. riode de mesure hivernale).

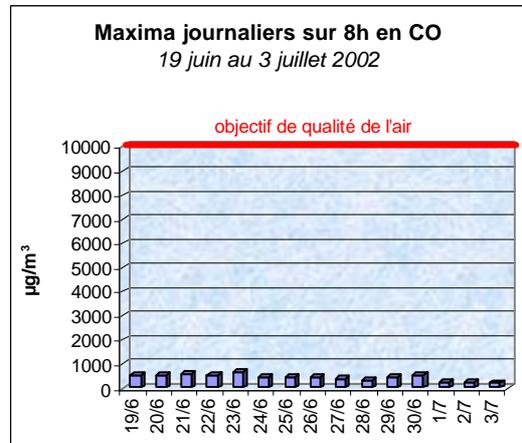
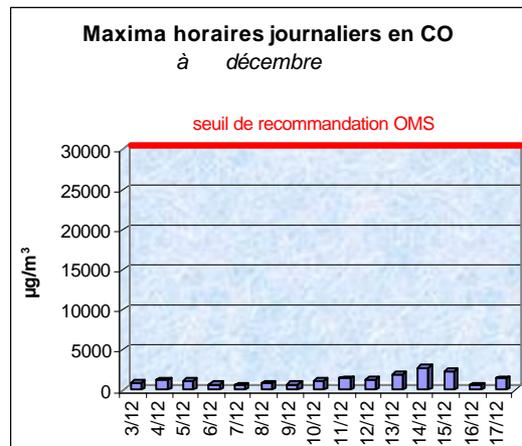
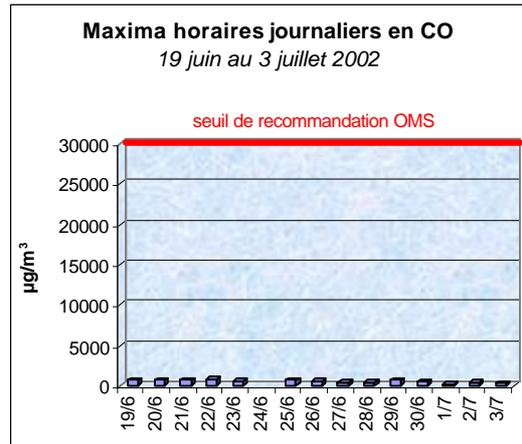


Illust. 34 et 35

III.3.2.b) Monoxyde de carbone

Au cours des périodes estivale et hivernale de mesure, les concentrations sur le site du camion laboratoire restent très largement en deçà des seuils de recommandation OMS et objectif français de qualité de l'air.

Ce constat est cohérent avec l'ensemble des résultats constatés sur le réseau fixe de mesure ASPA (Strasbourg Clémenceau et Mulhouse ASPA, stations de proximité automobile mesurant le CO) sur lequel aucune norme de qualité de l'air pour le CO n'a été dépassée au cours des dernières années.

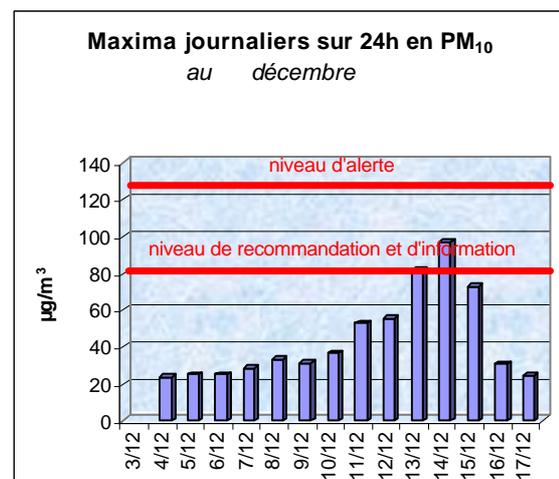
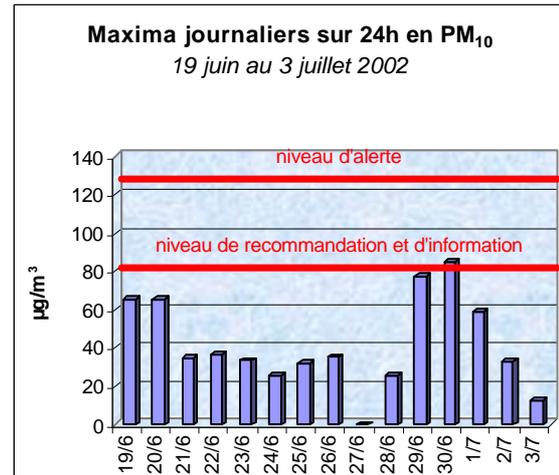


Illust. 36 à 39

III.3.2.c) Particules

Les maxima sur 24h journaliers font apparaître des dépassements de valeurs réglementaires pour les particules de type PM₁₀ :

- au cours de la phase estivale, le niveau de recommandation et d'information, au-delà duquel une information doit être transmise à la population et des recommandations sanitaires portées à la connaissance des personnes « sensibles », a été approché le 29 juin et dépassé le 30 juin avec 85 µg/m³ sur 24h glissantes (moyenne calculée sur les 24 heures précédentes). Au cours de ces deux journées (1^{er} week-end de départ en vacances estivales), les vitesses de vent ont été relativement faibles (1 et 1.1 m/s contre 1.6 m/s sur l'ensemble de la période), réduisant la dispersion de la pollution (au cours de la même période, les moyennes sur 24h pour les stations fixes n'excèdent pas 30 µg/m³) ;
- au cours de la phase hivernale, le niveau de recommandation a été dépassé durant 2 journées (13 au 14 décembre) avec un maxima sur 24h de 97 µg/m³ pour la journée du 14 ; au cours de ces journées, la vitesse de vent est tombée à 0.5 m/s en moyenne contre 1.6 m/s sur les 15 jours de mesure. A noter qu'au cours de cette même période, la procédure préfectorale d'information des populations a été déclenchée sur l'ensemble de l'Alsace, les niveaux en particules ayant franchi le niveau d'information et de recommandation sur plusieurs stations de fond du réseau fixe de mesure¹¹ avec un maxima sur 24h de 82 µg/m³ sur la station Strasbourg Centre le 14 décembre.



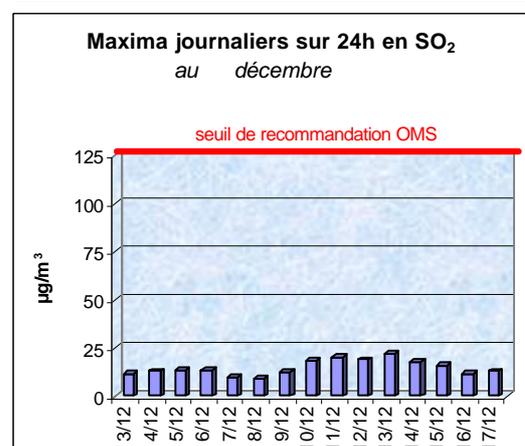
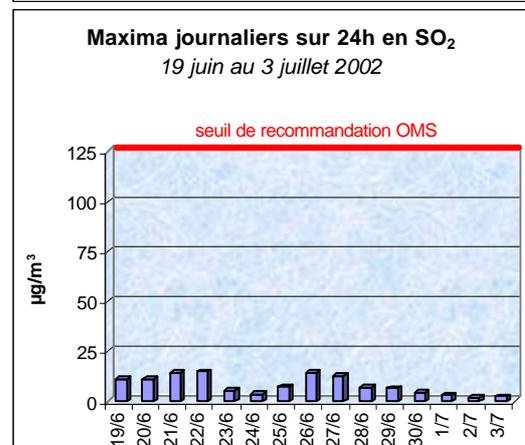
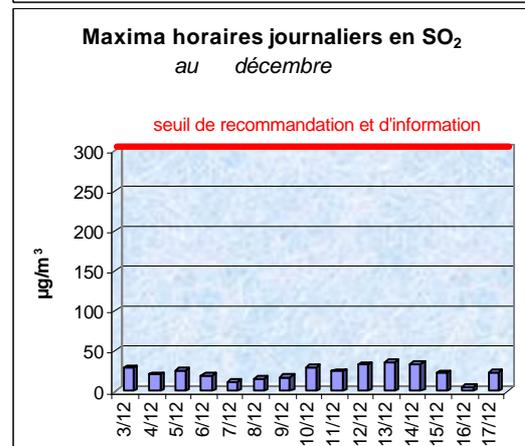
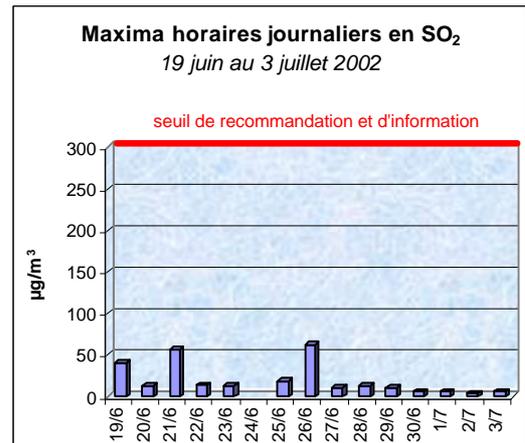
Illust. 40 et 41

¹¹ A noter que les procédures préfectorales d'information ne sont pas déclenchées sur les stations de proximité

III.3.2.d) Dioxyde de soufre

Les résultats en dioxyde de soufre sont restés très largement en de... des seuils de recommandation et d'information du décret du 15 février 2002 et du seuil de recommandation OMS de 1996.

A noter que le seuil de recommandation et d'information est très ponctuellement dépassé sur certaines stations de proximité industrielle voire de fond (sous les vents de la Compagnie Rhénane de Raffinage ou de Millenium Inorganic Chemicals dans la vallée de la Thur) mais qu'aucune procédure d'information n'a été déclenchée au cours de ces dernières années en raison du caractère ponctuel et de proximité de ces dépassements.



Illust. 42 à 45

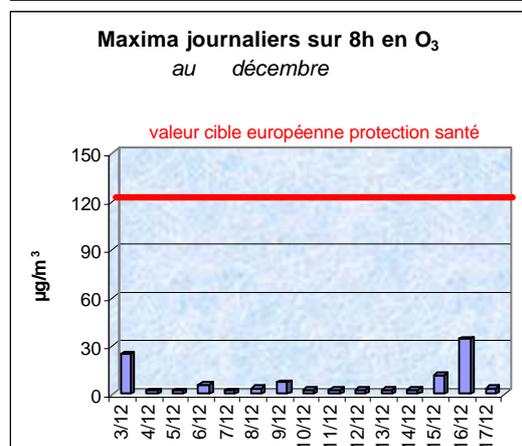
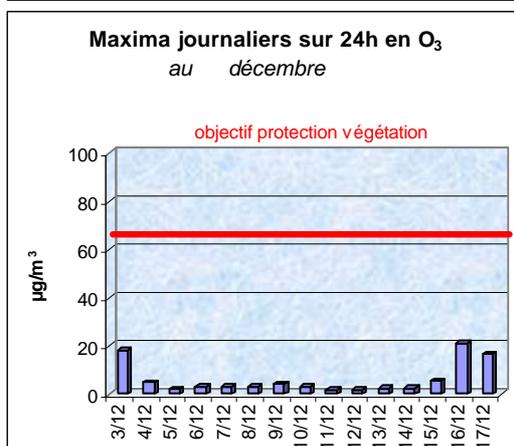
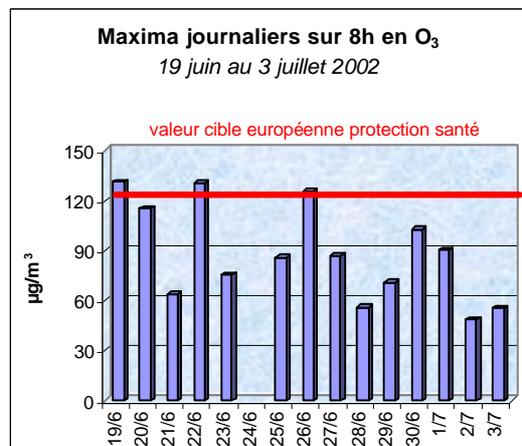
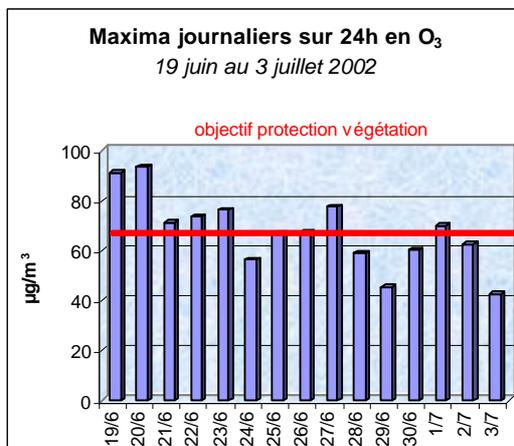
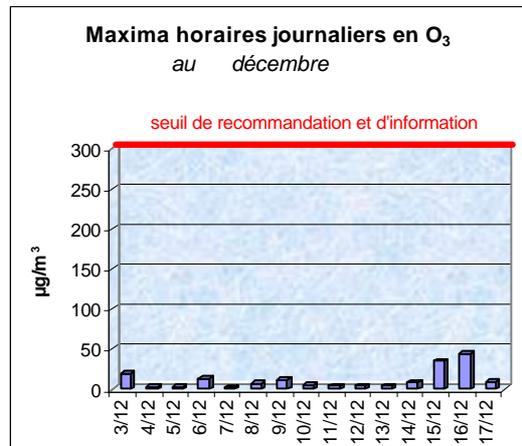
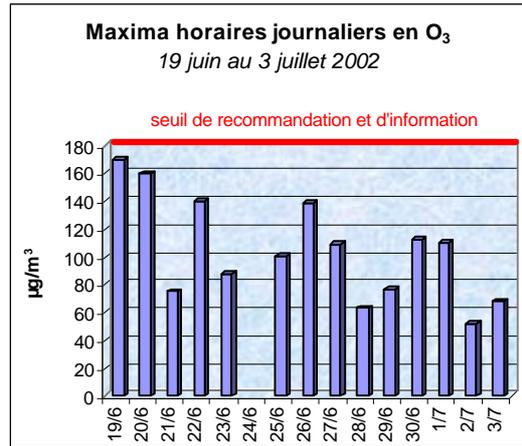
III.3.2.e) Ozone

Le seuil de recommandation et d'information pour l'ozone n'est pas dépassé sur le site du camion laboratoire (il est toutefois approché au cours de la phase estivale).

En revanche, les valeurs cibles européennes pour la protection de la santé et objectif de qualité de l'air pour la protection de la végétation ont été franchies durant plusieurs journées au cours de la période estivale, ce constat étant identique à celui qui est fait chaque année concernant l'ensemble des capteurs ozone du réseau fixe de stations de mesure de l'ASPA.

Les journées présentant un dépassement du seuil de recommandation et d'information (en particulier les 19, 22 et 26 juin) correspondent à des journées de canicule avec un fort ensoleillement (les températures moyennes journalières sont élevées respectivement de 26, 25 et 21°C contre 20,6°C sur l'ensemble de la période estivale de mesure).

Illust. 46 à 51



IV. Cartographie à l'aide d'un outil géostatistique

Pour le dioxyde d'azote (NO_2) et le benzène (C_6H_6), il a été possible de réaliser une cartographie des niveaux de fond à partir des mesures effectuées à l'aide des tubes à diffusion localisés sur des sites de fond. De ce fait, tous les sites en proximité du trafic routier ont été volontairement cartés de cette exploitation cartographique. Les résultats cartographiques présentés ici ont été élaborés au moyen d'un logiciel dédié à la géostatistique (ISATIS). La méthode d'interpolation géostatistique utilisée, baptisée krigeage, correspond à une solution simple et optimale pour fournir une carte des champs de pollution à partir d'un échantillon relativement restreint de mesures ponctuelles. Elle permet d'intégrer une règle de pondération directement déduite du comportement spatial du polluant et d'estimer la justesse et la précision des résultats à l'aide d'un indicateur correspondant à la variance de krigeage. Cette méthode permet en outre de minimiser la variance de krigeage par la prise en compte d'informations complémentaires liées entre autres aux missions et/ou à la densité de population. La précision du résultat cartographique en ressort ainsi sensiblement améliorée.

IV.1. Cartographie des champs de pollution de fond en dioxyde d'azote (NO_2)

Les résultats cartographiques finaux en dioxyde d'azote (NO_2) pour chacune des périodes estivale et hivernale d'exposition des tubes ont été obtenus à l'aide d'un algorithme d'interpolation de type cokrigeage colocalisé. Pour ce polluant, les meilleurs résultats ressortent de la prise en compte d'une variable auxiliaire (ou explicative) associée aux missions en oxydes d'azote (NO_x). Le terme colocalisé signifie que la variable auxiliaire est connue en tous points du domaine cartographié, ce qui est notamment le cas à partir de l'inventaire spatialisé des missions disponible à l'ASPA et actualisé pour l'année de référence 2000.

Phase estivale

La carte correspondant à la répartition spatiale des champs de concentration en NO_2 pour cette période est présentée ci-dessous (illustration (carte) x). Elle montre un très fort gradient entre le secteur urbanisé de la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) et le secteur ouest rural environnant. Les plus fortes concentrations de la pollution de fond en NO_2 ressortent bien circonscrites à hauteur de l'ellipse centrale de la ville de Strasbourg où l'on relève des valeurs supérieures à $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'évaluation minimale de la directive européenne au-delà duquel une combinaison de modélisations et de mesure doit être mise en œuvre pour évaluer la qualité de l'air). Ces niveaux de concentrations diminuent très rapidement à mesure que l'on s'éloigne du secteur urbanisé vers le secteur rural où les valeurs de pollution de fond en NO_2 peuvent descendre localement en dessous de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

On note une forte disparité dans la configuration du gradient de pollution entre le secteur nord-ouest du domaine par rapport au secteur sud-ouest. Le gradient de pollution apparaît ainsi beaucoup plus resserré sur le côté nord-ouest que sur le côté sud-ouest de l'agglomération. Cette configuration, calquée sur la structure du tissu urbain de l'agglomération de Strasbourg et des communes limitrophes, est aussi en partie privilégiée par l'orientation du panache de pollution de la ville liée à l'axe des vents dominants de la plaine du Rhin (sud-ouest/nord-est).

Un autre fait remarquable concerne l'extension de couloirs de pollution le long des principaux axes de circulation automobile (A35 au sud, A4 au nord, RN4 à l'ouest). Ces axes de circulation, où les concentrations en NO_2 varient pour cette période entre 20 et $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, caractérisent les gradients de pollution engendrés par le trafic automobile. Ils se démarquent du climat de fond de pollution moyen, aussi bien en secteur urbanisé qu'en secteur rural.

Soulignons enfin que l'implantation du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest concerne un secteur peu pollué, à l'exception des parties aux extrémités sud-ouest et nord-est du domaine correspondant aux points de raccordements projetés avec les autoroutes A35 et A4.

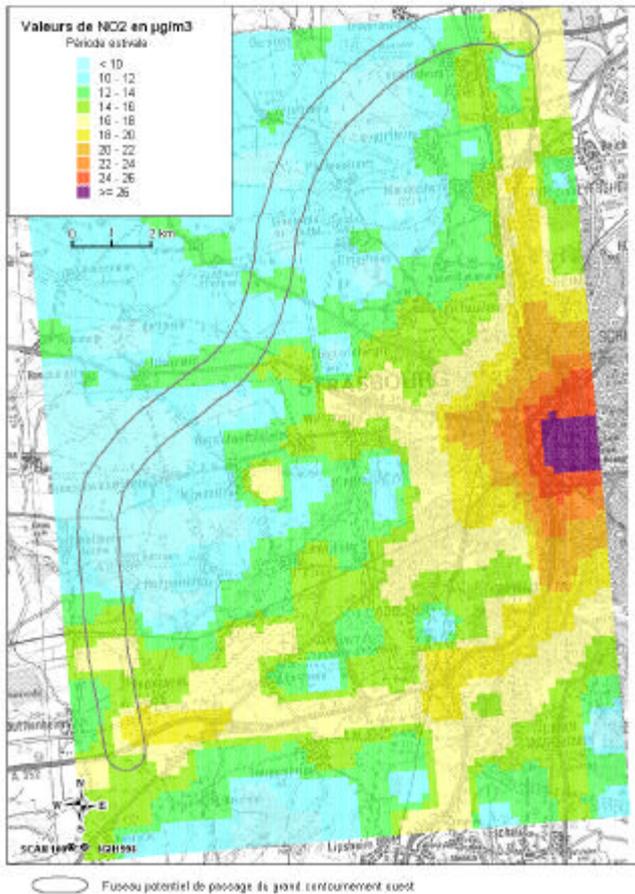


Illustration 52 : Répartition spatiale de la pollution de fond en NO₂ sur le domaine géographique du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest – période estivale (19 juin – 3 juillet 2002)

Phase hivernale

La carte correspondant à la répartition spatiale des champs de concentration en NO₂ pour cette période (illustration (carte) x) met en évidence des niveaux nettement plus élevés de concentration en NO₂ que pour la période estivale. Les valeurs de pollution de fond en NO₂ atteignent et dépassent la valeur limite 2010 de 40 µg/m³ sur l'ellipse centrale de la ville de Strasbourg, de même que sur les quartiers proches des flancs ouest des échangeurs entre les autoroutes A35 et A4. La décroissance du gradient de pollution entre le secteur urbanisé et le secteur rural apparaît moins prononcée que durant l'été. Les plus faibles valeurs de concentration en NO₂ qui se retrouvent toujours pratiquement localisées dans le secteur nord-ouest du domaine vers le Kochersberg ne s'abaissent pas en dessous de 31 µg/m³.

La configuration générale du gradient de pollution sur le domaine reste assez comparable à celle décrite pour la période précédente. Cependant le niveau plus élevé du climat général de pollution de fond tend à atténuer sensiblement les contrastes entre secteurs urbain et rural. Cela se traduit parallèlement par une plus large extension du panache de pollution général par la ville de Strasbourg.

Les gradients de pollution associés aux principaux axes de circulation automobile (A35 au sud, A4 au nord, RN4 à l'ouest) se détachent toujours bien du climat de fond de pollution moyen. Pour cette période, les valeurs de concentration en NO₂ autour de ces axes sont comprises entre 38 et 35 µg/m³.

Le secteur d'implantation du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest ressort un peu moins préservé en terme de pollution durant cette période d'hiver que durant celle relative à l'été. Cet état de faits est plus particulièrement notable dans la partie sud-ouest du domaine aux environs de Duttlenheim et peut également s'expliquer par une accumulation de pollution sous le vent du panache de la ville de Strasbourg favorisée par un flux dominant de secteur nord-est.

La grande variabilité spatio-temporelle des niveaux de concentration en NO₂ observable entre les saisons extrêmes hiver et été a pu être illustrée à l'aide d'une troisième carte (illustration (carte) x). La carte représente les valeurs différentes des niveaux de concentration en NO₂ calculés sur la base des interpolations réalisées pour les deux saisons.

Les différences inter saisonnières des niveaux de concentration en NO_2 se font nettement plus marquées en secteur rural qu'en secteur urbain. Dans la zone rurale, l'amplitude des variations saisonnières des concentrations en NO_2 peut localement dépasser les $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En zone urbaine en revanche, les fluctuations saisonnières des concentrations en NO_2 sont plus atténuées avec des amplitudes pouvant être inférieures à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en particulier, hauteur de l'hyper centre urbain de la ville de Strasbourg. Ce constat se vérifie également aux abords des principaux axes routiers où l'on relève des valeurs d'amplitude de l'ordre de $20-21 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les phénomènes de transformation photochimique et de production-consommation de polluants associés permettent d'expliquer ces disparités dans la variabilité spatio-temporelle de la pollution de fond en NO_2 .

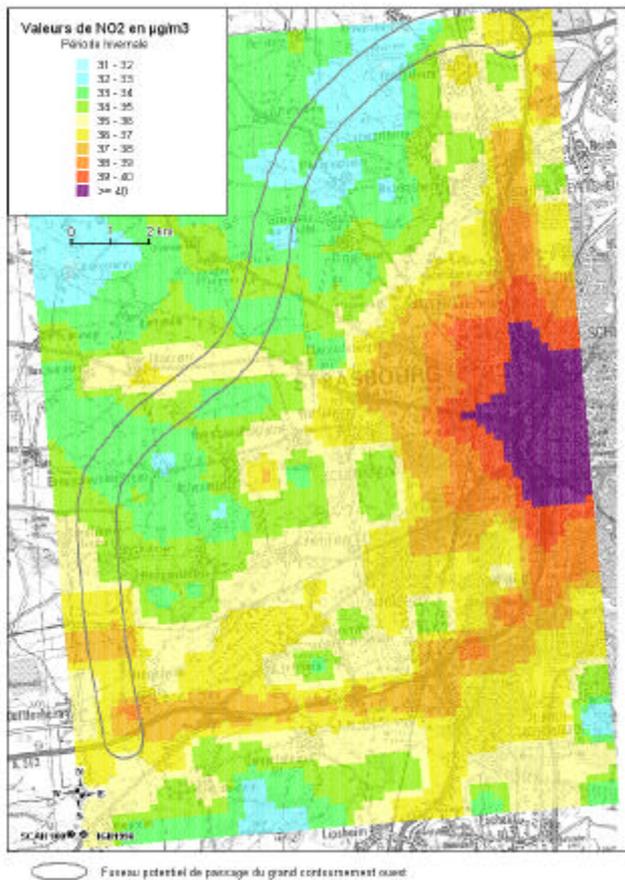


Illustration 53 : Répartition spatiale de la pollution de fond en NO_2 sur le domaine géographique du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest – période hivernale (3 – 17 décembre 2002)

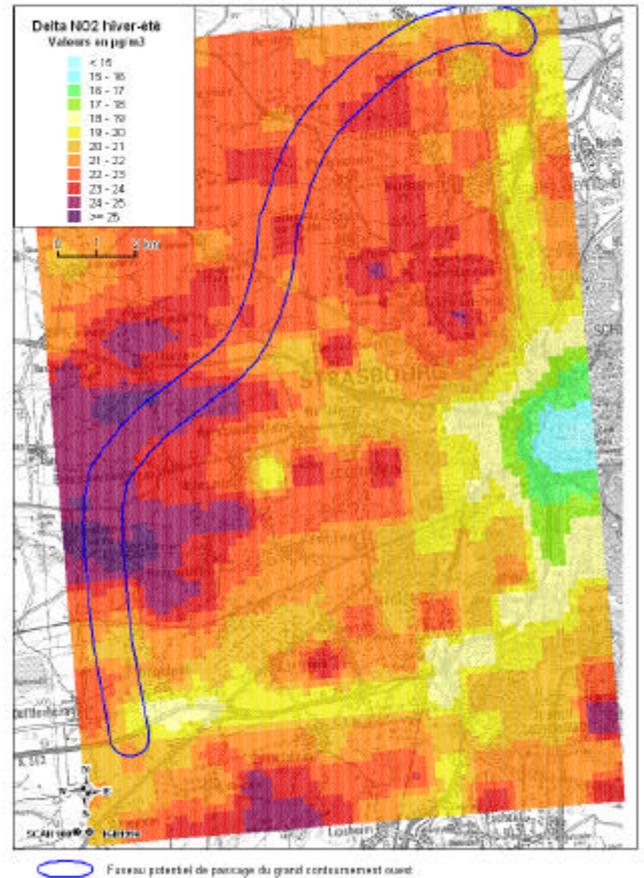


Illustration 54 : Différences des concentrations calculées entre les périodes hiver et été d'exposition – Dioxyde d'azote (NO_2)

IV.2. Cartographie des champs de pollution de fond en benzène (C₆H₆)

Les résultats cartographiques finaux en benzène (C₆H₆) pour chacune des périodes estivale et hivernale d'exposition des tubes ont été obtenus à l'aide d'un algorithme d'interpolation de type cokrigage colocalisé, comme pour le NO₂. Pour ce polluant, les meilleurs résultats ressortent de la prise en compte d'une variable auxiliaire combinant les émissions en benzène (C₆H₆) et la densité de population. L'ASPA dispose également de la connaissance de cette dernière information en tous points d'une grille régulière superposée au domaine d'étude, comme pour les émissions.

Phase estivale

La carte correspondant à la répartition spatiale des champs de concentration en C₆H₆ pour cette période est présentée ci-dessous (illustration (carte) x). Durant cette période, la pollution de fond en C₆H₆ est demeurée relativement faible. Les plus fortes valeurs de concentrations en C₆H₆ se retrouvent, à l'instar du NO₂, localisées sur l'ellipse centrale de la ville de Strasbourg avec des valeurs parfois supérieures à 0,7 µg/m³, largement en deçà de l'objectif annuel de qualité de l'air (2 µg/m³ en moyenne annuelle). En secteur rural à l'ouest du domaine, les valeurs de concentration de la pollution de fond en C₆H₆ sont généralement inférieures à 0,5 µg/m³, excepté aux abords de la commune de Quatzenheim où s'observe un deuxième lot de concentration légèrement plus marqué pour ce polluant (ce site de mesure pourrait être plus influencé par l'axe routier principal du village que les sites de mesure des autres villages environnants).

Le gradient de pollution entre secteur urbain et secteur rural apparaît moins important pour le C₆H₆ que pour le NO₂ en raison notamment d'une amplitude moins grande entre les valeurs minimales et maximales de concentration. On note cependant toujours l'émergence de couloirs de pollution assez bien marqués qui s'étendent depuis la ville vers la campagne environnante autour des principaux axes de circulation (A35 au sud, A4 au nord et RN4 à l'ouest). Il est par ailleurs intéressant de relever l'apparition de bulles de pollution à hauteur de chaque zone d'habitat en milieu rural. Les valeurs de concentration en C₆H₆ qui y sont associées sont généralement proches de 0,6 µg/m³.

On constate une fois encore que l'implantation du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest se situe dans un secteur de faible pollution.

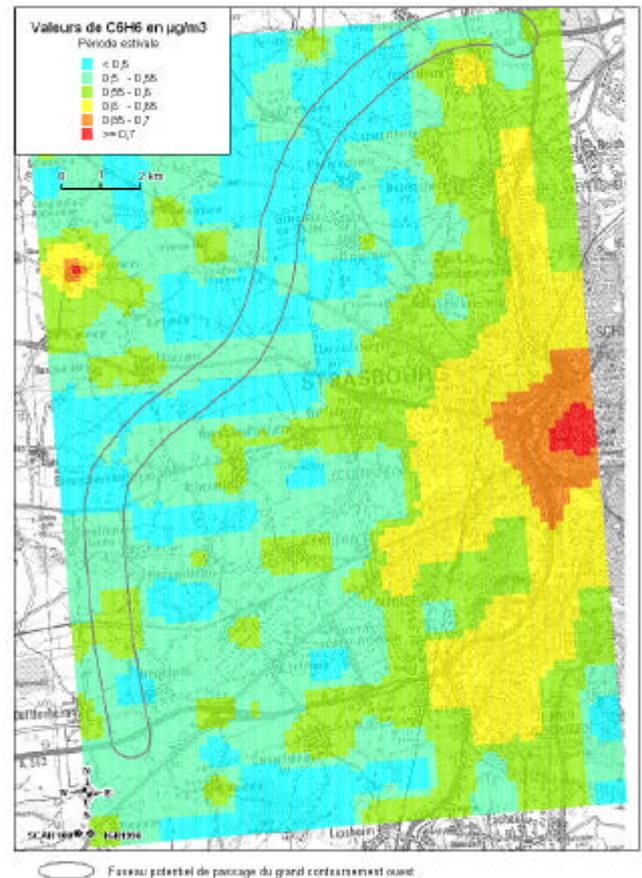


Illustration 55 : Répartition spatiale de la pollution de fond en C₆H₆ sur le domaine géographique du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest – période estivale (19 juin – 3 juillet 2002)

Phase hivernale

La carte correspondant à la répartition spatiale des champs de concentration en C_6H_6 pour cette période (illustration (carte) x) se caractérise par des niveaux sensiblement plus élevés que ceux relevés en été. Les niveaux de pollution de fond les plus élevés se rencontrent sur un secteur très circonscrit de l'hyper centre urbain de Strasbourg avec des valeurs égales ou supérieures à $3,5 \mu g/m^3$. Ces niveaux de concentration en C_6H_6 s'abaissent progressivement mesure que l'on progresse vers l'ouest en zone rurale où les valeurs descendent localement en dessous de $1,5 \mu g/m^3$. La configuration générale du gradient de pollution entre secteur urbanisé et secteur rural reste assez comparable dans sa structure à celle observée en période estivale.

Le secteur environnant la commune de Quatzenheim s'individualise toujours par des valeurs de pollution de fond en C_6H_6 sensiblement plus élevées (comprises entre $2,5$ et $3 \mu g/m^3$) que celles observées dans le reste du secteur rural. De même, les principaux axes de circulation présentent des gradients marqués de pollution, et plus particulièrement la sortie de l'agglomération strasbourgeoise où se concentre la majorité du trafic automobile lié aux migrations pendulaires. Les zones d'habitat en milieu rural affichent pour cette période des valeurs de concentration en C_6H_6 de l'ordre de 2 à $2,5 \mu g/m^3$.

Dans le secteur d'implantation du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest, les valeurs de pollution de fond restent majoritairement inférieures à l'objectif de qualité de $2 \mu g/m^3$ pour ce polluant.

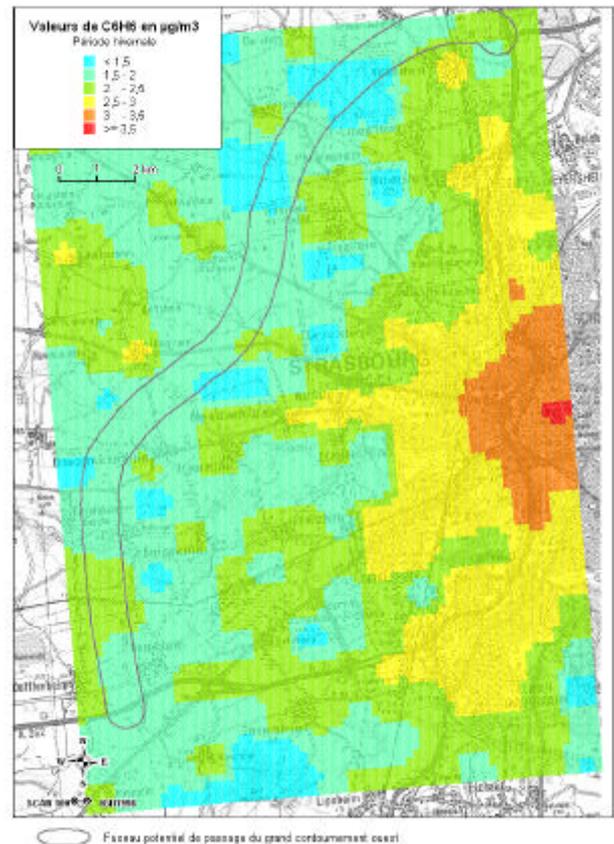


Illustration 56 : Répartition spatiale de la pollution de fond en C_6H_6 sur le domaine géographique du fuseau potentiel de passage du grand contournement ouest – période hivernale (3 – 17 décembre 2002)

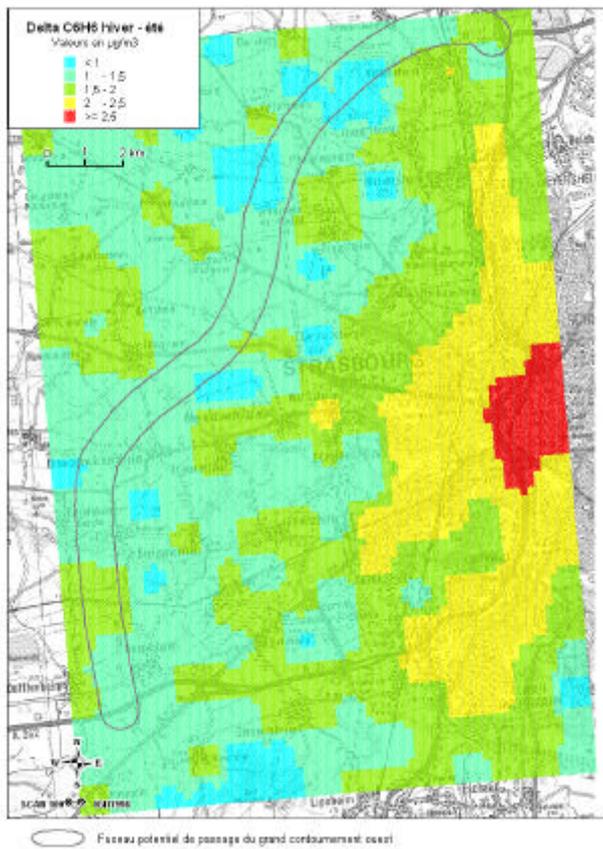


Illustration 57 : Différences des concentrations calculées entre les périodes hiver et été d'exposition – Benzène (C_6H_6)

Comme précédemment, la variabilité spatio-temporelle entre saisons extrêmes des niveaux de concentration de ce polluant a été représentée sous forme cartographique (illustration (carte) x). La carte fournit les valeurs différentielles des niveaux de concentration en C_6H_6 calculées sur la base des interpolations laborieuses et présentées ci-dessus.

A l'inverse du NO_2 , les différences inter-saisonniers des niveaux de concentration en C_6H_6 sont sensiblement moins importantes en secteur rural qu'en secteur urbain. Ainsi dans la zone rurale, l'ouest de Strasbourg, l'amplitude des variations saisonnières des concentrations en C_6H_6 ne dépasse rarement $1,5 \mu g/m^3$. Elle peut même être localement inférieure à $1 \mu g/m^3$. En zone urbaine par contre, les fluctuations saisonnières des concentrations en C_6H_6 présentent des amplitudes pouvant être supérieures à $2,5 \mu g/m^3$, comme sur l'ensemble de l'hypercentre de la ville de Strasbourg.

Le proche environnement des principaux axes routiers se caractérise quant à lui par des valeurs d'amplitude d'environ $1,5 \mu g/m^3$ pour les portions localisées en secteur rural. Ces amplitudes dépassent les $2 \mu g/m^3$ pour les portions situées en secteur urbanisé.

V. CONCLUSIONS

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus des campagnes estivale et hivernale de mesure réalisées dans le cadre des études environnementales au projet de construction du Grand Contournement Ouest de Strasbourg.

Les campagnes de mesure ont directement concerné la zone d'étude située au nord et l'ouest de Strasbourg (cf. fuseau retenu sur carte 1) mais également l'autoroute A35/A4 qui devrait être le principal axe routier de l'est par le futur GCOS.

Gradients et couloir de pollution sur la zone d'étude et impact de l'agglomération

Les résultats en dioxyde d'azote (NO_2) issus du maillage réalisé sur la zone d'étude illustrent le gradient de pollution entre le noyau urbain de Strasbourg, les villages de la zone périurbaine Ouest et la zone agricole. On observe le fuseau du projet de l'axe routier. Ce gradient discontinu présente, dès la limite de l'habitat dense de Strasbourg, une rupture très marquée pendant la période estivale de la campagne de mesure. Cette rupture franche s'explique en partie par la situation privilégiée du fuseau à l'ouest du panache de l'agglomération orienté dans l'axe des vents dominants de la plaine du Rhin (Sud-ouest / Nord Est). Pendant la période hivernale de la campagne, les niveaux en dioxyde d'azote (NO_2) ont été globalement plus élevés mais moins contrastés, exprimant une influence plus tendue du degré de pollution urbaine de l'agglomération strasbourgeoise.

Dans la zone périurbaine contenant le fuseau, la pollution en dioxyde d'azote (NO_2) indicatrice de pollution d'origine automobile présente au sein des villages un autre contraste, également plus marqué en été, entre la pollution de fond et la pollution en proximité des axes routiers de transit confluent vers le périurbain.

Les niveaux observés en benzène expriment également une discontinuité entre l'agglomération et la zone périurbaine, moins contrastée entre l'hiver et l'été.

Pour cette zone péri-urbaine Ouest de Strasbourg, les différences observées entre les niveaux, certes très faibles, de dioxyde de soufre (SO_2) peuvent s'expliquer par la probabilité d'être traversée par un couloir de

pollution d'origine industrielle en provenance du nord de Strasbourg.

Niveaux de pollution et références aux normes

Les niveaux de pollution en dioxyde d'azote, benzène et dioxyde de soufre (**sur une période de 15 jours**) dans la zone d'étude sont globalement faibles. Modérés au cours de la période estivale et ne dépassent pas les normes **annuelles** de qualité de l'air.

Pendant la période hivernale, les mesures de benzène **sur 15 jours** font apparaître quelques valeurs supérieures. L'objectif **annuel** de qualité de l'air pour le benzène.

Les points situés à l'extérieur de la zone d'étude mais en proximité de l'A35/A4 font apparaître des niveaux élevés en dioxyde d'azote (supérieurs aux valeurs limites **annuelles** pour ce polluant).

Les résultats issus du camion laboratoire situé en proximité de l'A35 font apparaître des niveaux modérés pour le dioxyde d'azote et élevés pour les particules, certaines jours présentant même des dépassements des seuils de recommandation mais également d'alerte pour ce polluant.

Les résultats du camion laboratoire illustrent également l'influence de l'axe routier proche avec des valeurs élevées d'ozone pendant la période estivale mais inférieures aux niveaux rencontrés en milieu urbain, périurbain et rural pour les polluants photochimiques.

Les niveaux de pollution en proximité de l'A35/A4 sont en revanche élevés et induisent des dépassements fréquents de normes de qualité de l'air liées à la préservation de la santé humaine et de l'environnement (NO_2 , particules PM_{10} et benzène).

ANNEXE 1 : rapport technique concernant la campagne.

(i) Nombre d'échantillonneurs utilisés au cours de la campagne

Il a été mentionné en début de rapport que 32 sites sur le grand ouest de Strasbourg ont été équipés d'échantillonneurs passifs type NO₂ et BTEX, et 4 sites pour la mesure du dioxyde de soufre.

(ii) Bilan en terme de données exploitables

Le dispositif temporaire de mesure de la campagne a couvert une période allant respectivement du 19 juin au 3 juillet 2002 et du 3 au 17 décembre 2002. Une seule période a été nécessaire (été et hiver) avec une exposition des tubes passifs de 15 jours par période (tableau A₁).

Concernant les mesures avec dispositifs mobiles, le camion LM Renault a été utilisé au cours de la phase estivale et a couvert une période de 15 jours. C'est un autre camion laboratoire –le LM Unimog– qui a été installé pendant 15 jours lors de la phase hivernale.

La grande majorité des échantillonneurs ont donné lieu à des résultats, seuls quelques tubes passifs n'ont pu être exploités pour différentes raisons présentées dans le tableau A₂.

Date	% de données exploitables		
	Sites NO (Passam Ag)	Sites BTEX (Radiello)	Sites SO (Passam Ag)
juin au juillet	%	%	%
au décembre	%	%	%

Tableau A₁ : Séquences de mesure et pourcentage de sites exploitables.

	NO ₂		C ₆ H ₆		SO ₂	
* Problème d'analyse rencontré par le laboratoire	-		1	10%	-	
* Problème de manipulation sur le terrain	-		-		-	
* Valeur du tube < à la limite de détection	-		-		-	
* Supports défectueux entraînant la perte du tube	-		-		-	
* Résultats des analyses incohérents	-		-		-	
* vandalisme : échantillonneurs volés	1	50%	2	20%	-	
* échantillonneurs fêlés	-		-		-	
* insecte dans le tube	-		-		1	100%
* tube éliminé après étude des triplets (valeur trop forte ou trop faible)	1	50%	5	50%	-	
* autres	-		2	20%	-	
nombre total de tubes inexploitable sur la campagne	2		10		1	

Tableau A₂ : Raisons des « non-analyse » des tubes sur l'ensemble de la campagne

(iii) Contrôle des résultats issus du dispositif temporaire

Dans les réglementations nationales et européennes, les normes de qualité de l'air sont données pour une température et une pression constante ; les données de concentrations de stations fixes de mesure du réseau de surveillance de l'ASPA sont en conséquence normalisées à 20°C (293,15 K) et 1013 hPa.

Pour pouvoir comparer les mesures du dispositif temporaire avec les valeurs réglementaires, un traitement complémentaire des données brutes de concentration issues de l'analyse en laboratoire est réalisé en 2 étapes :

- La première étape consiste en une correction de la température qui prend en compte l'influence de la température « in situ » sur la diffusion des polluants (correction propre à la technique de mesure par les tubes à diffusion)
- La seconde étape correspond à la standardisation à 20°C et 1013 hPa (similaire à celle réalisée pour les stations fixes)

▪ **Tubes diffusion BTEX**

Les données de concentration en BTEX des analyses du laboratoire « Fondazione Salvatore Maugeri » (Italie), sont transmises à 25°C et 1013 hPa.

La correction de température suit la formule suivante :

$$C_{T \text{ in situ}} = C_{25^\circ\text{C}} \times \left[\frac{273,15 + 25}{273,15 + T_{\text{in situ}}} \right]^{\frac{3}{2}}$$

$C_{T \text{ in situ}}$: Concentration à température « in situ »
 $C_{25^\circ\text{C}}$: Concentration à 25°C
 $T_{\text{in situ}}$: Température « in situ », température moyenne durant le prélèvement (en °C)

Puis la standardisation à 20°C :

$$C_{20^\circ\text{C}} = C_{T \text{ in situ}} \times \left[\frac{273,15 + T_{\text{in situ}}}{273,15 + 20} \right]$$

$C_{T \text{ in situ}}$: Concentration à température « in situ »
 $C_{20^\circ\text{C}}$: Concentration à 20°C
 $T_{\text{in situ}}$: Température « in situ », température moyenne durant le prélèvement (en °C)

A noter que, la pression n'a pas besoin d'être standardisée.

▪ **Tubes diffusion NO₂/ SO₂**

Les analyses en NO₂ et SO₂ sont effectuées à 9°C et 950 hPa par la société Passam Ag implantée en Suisse.

La même procédure est appliquée que pour les BTEX : correction et standardisation. En revanche, une étape supplémentaire est réalisée avant ces deux dernières, qui consiste en une correction du débit d'échantillonnage¹², uniquement pour les tubes NO₂ ; l'école des Mines de Douai a proposé un débit de diffusion recalculé théoriquement à 21,1°C et 1013 hPa, en fonction des dimensions du tube Passam NO₂ :

$$C_{(T_1, P_1)} = C_{(T, P)} \times \frac{Q_{(9^\circ C, 950 hPa)}}{Q_{(21,1^\circ C, 1013 hPa)}}$$

C_(T₁, P₁) : Concentration à 21,1°C et 1013 hPa, après correction du débit d'échantillonnage

C_(T, P) : Concentration à 9°C (données fournies par Passam Ag)

Q_(9°C, 950hPa) = 0,8536 ml/min

débit de diffusion déterminé expérimentalement

Q_(21°C, 1013hPa) = 0,947 ml/min

débit de diffusion recalculé théoriquement à 21,1°C et 1013 hPa, proposé par l'école des Mines de Douai

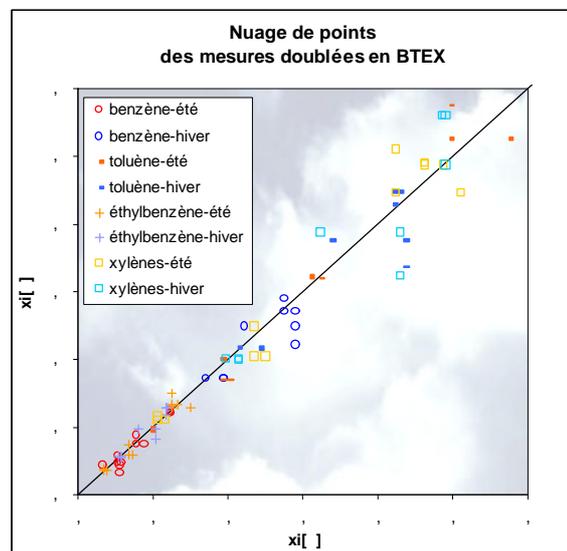
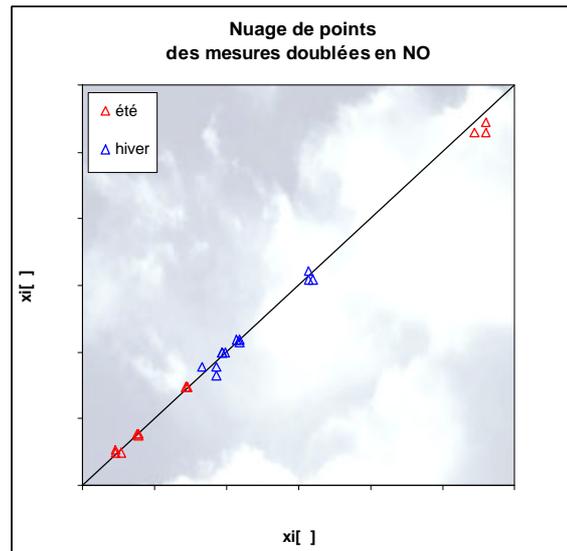
Il faut alors appliquer C_(T₁, P₁), une correction de température ainsi qu'une standardisation à 20°C.

¹² préconisé par le guide Tubes passifs NO₂

(iv) Répétabilité des mesures

L'installation sur un site donné de doublons permet de contrôler la répétabilité des mesures des tubes à diffusion. Cette méthode a été appliquée pour chaque polluant. Ainsi durant la campagne, des tubes ont été exposés en triple exemplaires (tableau A₃).

Les illustrations A₁ et A₂ présentent des couples de points qui correspondent aux mesures doublées (les mesures triplées [A,B,C] sont représentées par 3 couples de points [A,B], [A,C] et [B,C]). Ce document permet de visualiser la dispersion des mesures par rapport à la bissectrice et ainsi d'avoir une première approche de la fiabilité dans la répétabilité des mesures.



Illustrations A₁ et A₂ : Dispersion des mesures NO₂, BTEX doublées autour de la bissectrice.

Numéro de site	NO (Passam Ag)		BTEX (Radiello)		SO (Passam Ag)	
	doublon	Triplet	doublon	Triplet	doublon	Triplet
Réf. - station fixe		X		X		
Réf. - station fixe		X		X		
T -						X
Sou		X		X		
Rur		X		X		

Tableau A₃ : Inventaire des sites doublés et triplés.

L'evaluation de l'ecart relatif (ER) entre les doublons A et B (ou triplets A, B et C) donne aussi une information sur la dispersion des resultats. La fidelite ou la precision de la methode est evaluatee par un test de reproductibilite. L'ecart relatif est mesure pour chaque couple de mesure [A, B] (ou triplet de mesure [A, B, C]) selon la formule suivante :

$$ER(\%) = 100 \times \left| \frac{m - a}{m} \right|$$

avec $m = \frac{a + b}{2}$ pour doublon

et $m = \frac{a + b + c}{3}$ pour triplet

a : concentration mesuree pour l'echantillonneur A

b : concentration mesuree pour l'echantillonneur B

c : concentration mesuree pour l'echantillonneur C

Les ecarts relatifs moyens calcules sur les sites instrumentes en tubes passifs NO₂ Passam, pour les phases hivernale et estivale, sont de respectivement 2,3% et 1,9%. Ces ecarts sont un peu plus importants concernant les tubes passifs Radiello avec respectivement 8,7% et 6,1%. Un seul site a ete equipé en triplet pour la mesure du SO₂; ce dernier indique un ecart relatif de 12% sur la periode estivale et 4,1% sur la phase hivernale.

Les dispersions reduites des valeurs de NO₂ obtenues par triplets confirme la bonne reproductibilite de la methode. Concernant les BTEX et surtout le SO₂, on observe des ecarts relativement importants (mais a des niveaux faibles) sur certains triplets (voir tableaux A₄).

Remarque : l'evaluation de l'ecart relatif sur des triplets permet de chiffrer la dispersion d'une mesure par rapport aux deux autres, et ainsi d'eliminer certaines de ces mesures. Lorsque cet ecart relatif est superieur a 5%, il est estimee qu'une des mesures sur les trois a tendance a se disperser. La mesure qui presente un ecart relatif la moyenne le plus grand, est eliminee.

Sites de mesure	Polluants mesures	- phase estivale -			- phase hivernale -		
		Concentration en µg/m ³	Moyenne des triplets en µg/m ³	ER en %	Concentration en µg/m ³	Moyenne des triplets en µg/m ³	ER en %
Réf.1-a	NO ₂	28,9	29,2	0,7	43,7	43,4	1,1
Réf.1-b	NO ₂	29,4					
Réf.1-c	NO ₂	29,4					
Réf.2-a	NO ₂	15,5	15,4	1,0	38,8	39,4	1,0
Réf.2-b	NO ₂	15,1					
Réf.2-c	NO ₂	15,5					
Sou2-a	NO ₂	112,2	108,9	2,0	62,7	62,8	1,4
Sou2-b	NO ₂	108,7					
Sou2-c	NO ₂	105,8					
Rur1-a	NO ₂	9,1	9,9	5,5	37,3	35,4	4,3
Rur1-b	NO ₂	10,6					
Rur1-c	NO ₂	10,1					
Réf.1-a	C ₆ H ₆	0,78	0,80	6,5			
Réf.1-b	C ₆ H ₆	0,88					
Réf.1-c	C ₆ H ₆	0,74					
Réf.2-a	C ₆ H ₆	0,54	0,52	8,5	2,90	2,54	9,6
Réf.2-b	C ₆ H ₆	0,57					
Réf.2-c	C ₆ H ₆	0,45					
Sou2-a	C ₆ H ₆	1,23	1,23	1,4	2,76	2,79	2,8
Sou2-b	C ₆ H ₆	1,24					
Sou2-c	C ₆ H ₆	1,20					
Rur1-a	C ₆ H ₆	0,55	0,44	18,2	1,95	1,79	5,8
Rur1-b	C ₆ H ₆	0,32					
Rur1-c	C ₆ H ₆	0,45					
T1.1-a	SO ₂	1,5	1,6	12,0			
T1.1-b	SO ₂	1,9					
T1.1-c	SO ₂	1,5					

en gras, les ecarts relatifs > 5%

Tableau A₄ : Ecarts entre les mesures de NO₂, SO₂ et BTEX par triplets

(v) Comparaison des résultats des tubes passifs aux stations fixes de référence

L'analyse comparative des mesures de dioxyde d'azote obtenues par le dispositif temporaire (tubes passifs) avec les valeurs moyennes sur la même période de 15 jours relevées sur les capteurs des stations fixes de STG Ouest et STG Centre (chimie luminescence) permet d'apprécier la représentativité des mesures de la campagne.

Le nombre restreint de sites de mesure pouvant être équipés de dispositifs de chantillonneurs passifs a limité cette étude d'inter-comparaison.

Les écarts relatifs entre les mesures par tubes passifs et les mesures aux stations sont relativement faibles, seule la station STG Ouest présente un écart relatif supérieur à 5% au cours de la phase estivale.

Polluant	Station	Num ISO	Typologie	Période	Mesure stations permanentes	Mesure tubes passifs	Ecart entre tube passif et station ou ER (sur l'ensemble de la période)	
<i>Unité en µg/m</i>								
NO₂	Stg Centre	16029	urbaine	été	30	29	-1	-3%
				hiver	45	43	-2	-4%
	Stg Ouest	16001	périurbaine	été	13	15	2	18%
				hiver	38	39	1	4%

Tableau A₅ : Ecart entre les mesures de NO₂ réalisées par tubes passifs et par les analyseurs des stations permanentes.

ANNEXE 2 : Sites de mesure

N° de sites	Localisation	Long(x) deg/min/sec - GPS	Lat(x) deg/min/sec - GPS	Support	Typologie	Polluant mesuré NO	Polluant mesuré C H	Polluant mesuré SO
T -	Vendenheim - Rue du château d'eau, proche cimetière, face au garages - lampadaire	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			(N-D-T-BT)
T -	Eckwersheim - sortie Vendenheim, er chemin à droite	° ' , "	° ' , "	piquet	rurale			
T -	Eckwersheim - entrée Eckwersheim, er chemin à droite avant village, au bout du chemin	° ' , "	° ' , "	piquet	rurale			
T -	Eckwersheim - ,rue du canal	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Ven	Vendenheim - D vers est, ème chemin () après passage sur autoroute - au bout du chemin à droite, à droite du portail contre autoroute	° ' , "	° ' , "	grillage	trafic			
Sou	Vidéo laser - , rue des tuileries Souffelweyersheim	° ' , "	° ' , "	lampadaire	trafic			
Sou	Souffelweyersheim - sur autoroute de l'Est (A), sur panneau, proche Videolaser	° ' , "	° ' , "	poteau signalisation	trafic	(N-D-T)	(N-D-T)	
Sou	Mundolsheim - , rue du dépôt Mundolsheim	° ' , "	° ' , "	gouttière	trafic			
Pfu	Pfulgriesheim - , rue de la Moutarde - lampadaire	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Pfe	Pfettisheim - route de Pful à Reitwiller, à droite en face de la maison bleue (), proche du n°	° ' , "	° ' , "	lampadaire	trafic			
Stu	Stuzheim - rue du houblon, à proximité du	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Qua	Quatzenheim - proche du , rue des Seigneurs (proximité église)	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Itt	Ittenheim - à la poste (rue du Hahnenberg) poteau G	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Rur	Ittenheim - sortie Ittenheim D vers Achenheim, chemin à gauche en face d'une exploitation	° ' , "	° ' , "	piquet	rurale	(N-D-T-BT)	(N-D-T-BT)	
T -	RN entre Ittenheim et Wolfisheim, en face station total, proche bosquet arbre	° ' , "	° ' , "	piquet	rurale			
T -	RN entre Ittenheim et Wolfisheim, en face station total, panneau "Mister Bed"	° ' , "	° ' , "	poteau signalisation	trafic			
T -	cf T - côté station, en face de T - , à m sur chemin	° ' , "	° ' , "	piquet	rurale			
Bre	Breuschwickersheim - rue de la Breit	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Kol	Kolbsheim - rue Maritain n° , après centre socio culturel	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Ern	Ernolsheim - , rue des jardins	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Ern	Ernolsheim - , rue de la gare, après le restaurant Fontana	° ' , "	° ' , "	lampadaire	trafic			
T -	Duttlenheim - , rue des près	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
T -	Entre Duttlenheim et Duppigheim, devant ateliers municipaux Duttlenheim	° ' , "	° ' , "	lampadaire	rurale			
T -	En roulant vers Duppigheim, entre poteaux (au niveau ferme)	° ' , "	° ' , "	piquet	rurale			
T -	croisement	° ' , "	° ' , "	piquet	trafic			
T -	Duppigheim - , rue des roses	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
T -	Duppigheim - rue des roses (en face du) panneau "fin de zone "	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Inn	Innenheim - rue principale, impasse café "à l'étoile d'or"	° ' , "	° ' , "	lampadaire	urbain			
Ost	Ostwald - ,rue des équerres - poteau PTT P	° ' , "	° ' , "	lampadaire	trafic			
Ost	Ostwald - ,rue de Bâle - poteau angle Benfeld	° ' , "	° ' , "	lampadaire	trafic			
Cam	Ostwald - station ELF sur autoroute	° ' , "	° ' , "	-	trafic			
Réf	Stg Place Kléber - place Kléber Strasbourg	° ' , "	° ' , "	-	urbain	(N-D-T)	(N-D-T)	
Réf	Schiltigheim ASPA - , rue de Madrid Schiltigheim	° ' , "	° ' , "	-	péri urbain	(N-D-T)	(N-D-T)	
N : Normal D : doublon T : Triple BT : Blanc Terrain						Total site : Total échantillon :		

- Illustration A₃ -

ANNEXE 3 : description des méthodes de mesure

Laboratoire mobile

Pour réaliser la caractérisation de la qualité de l'air dans la zone ouest de Strasbourg, les camions laboratoires de l'ASPA ont enregistré les données quart-heure des concentrations en ozone (O_3), en oxydes d'azote (NO et NO_2), en dioxyde de soufre (SO_2) et en monoxyde de carbone (CO). Les laboratoires mobiles de l'ASPA sont équipés d'un analyseur de poussières PM_{10} chacun.



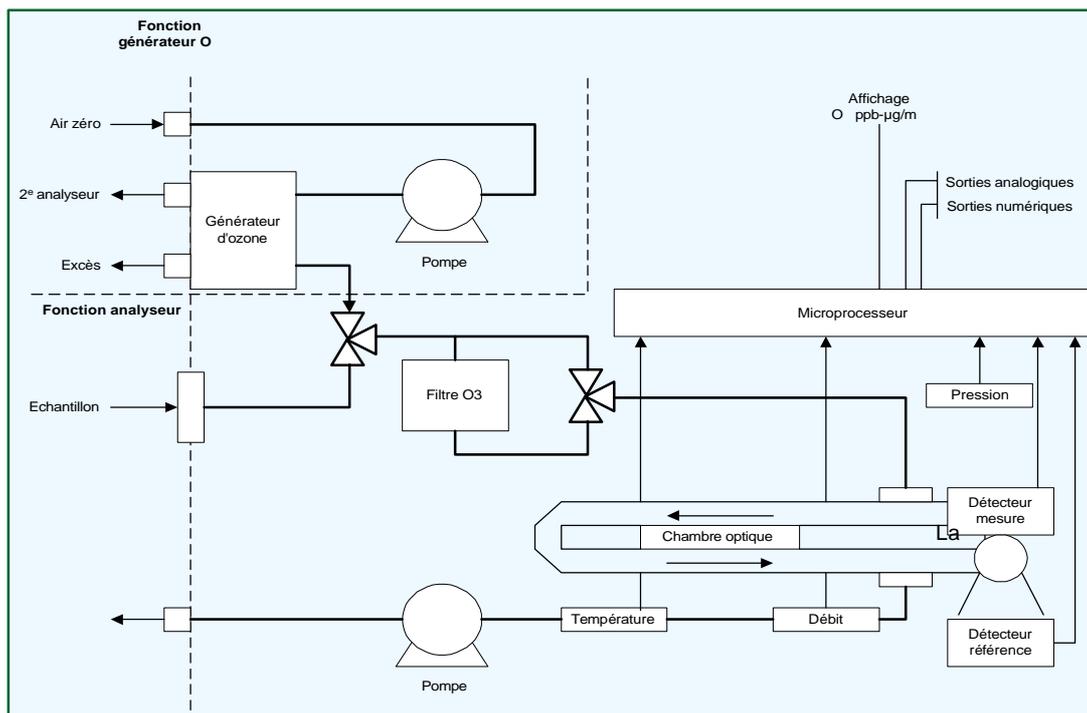
Camion 'LM Renault'



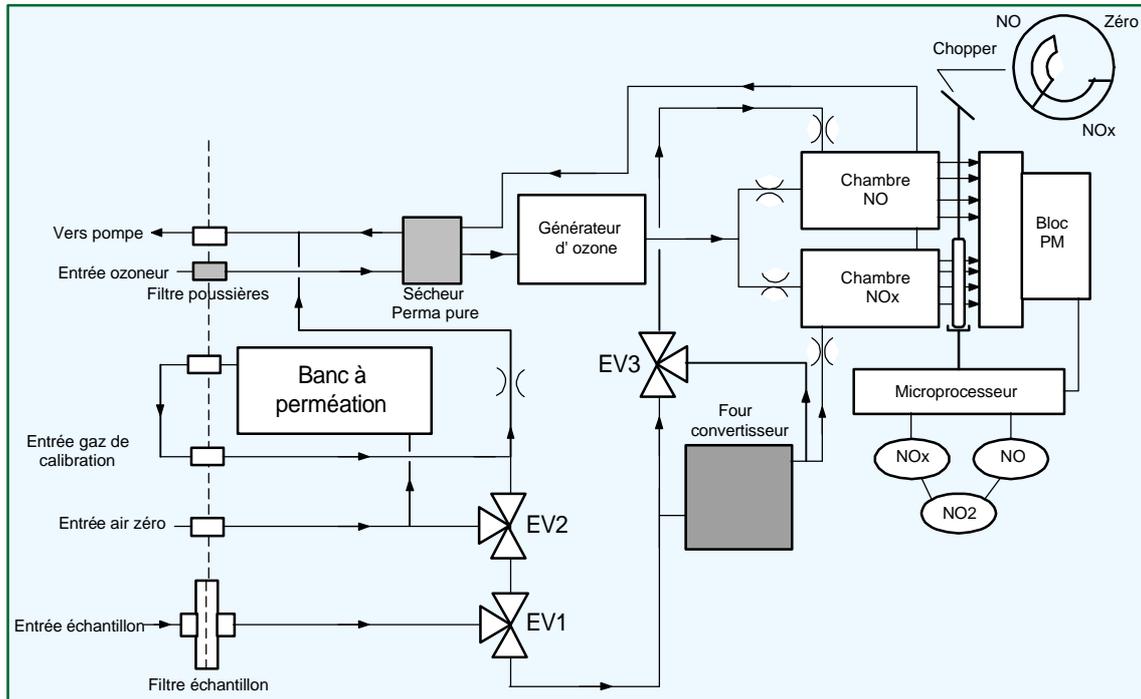
Camion 'LM Unimog'

Principe de fonctionnement des analyseurs des camions laboratoires

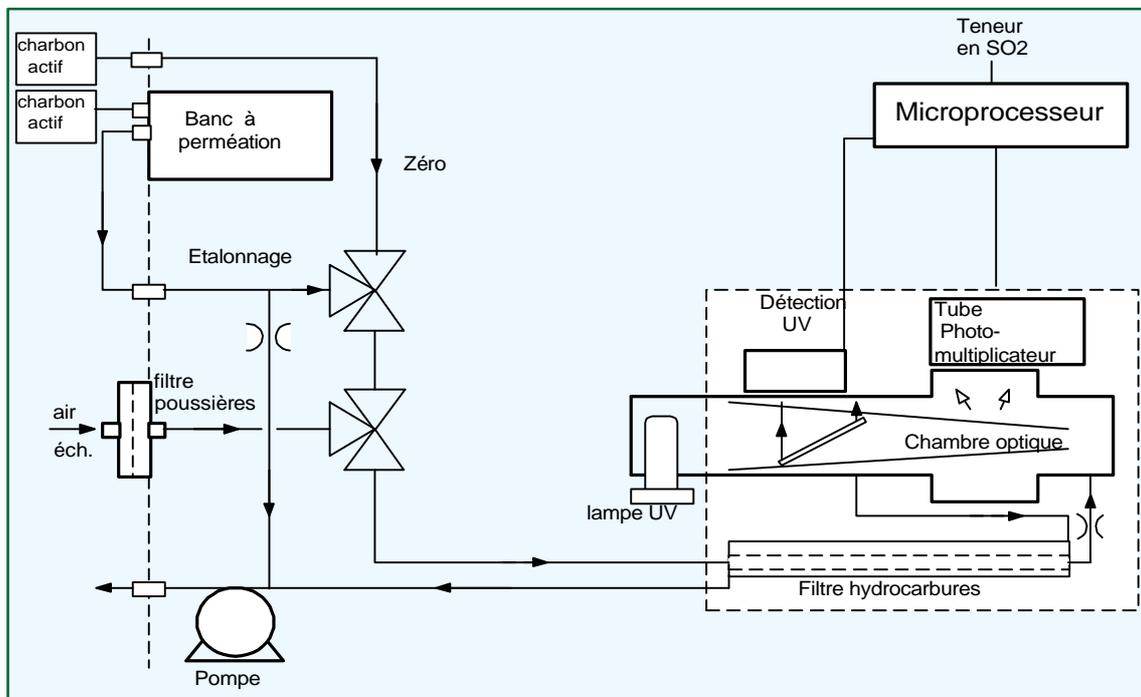
Analyseur O_3 par Photométrie UV - Modèle 0₃41M



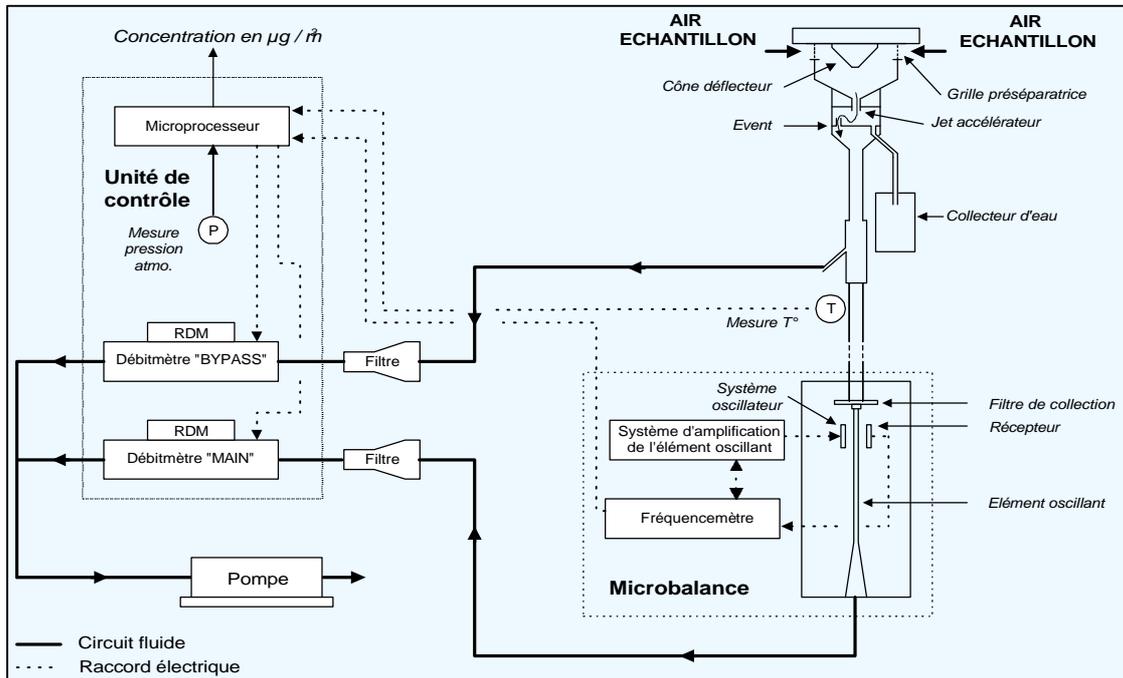
Analyseur NO_x par Chimiluminescence



Analyseur SO₂ par Fluorescence UV - modèle AF21M

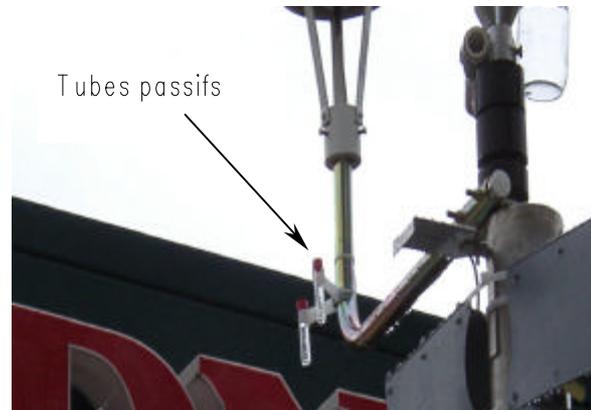


Analyseur PM₁₀ par TEOM - modèle 1400 A R&P

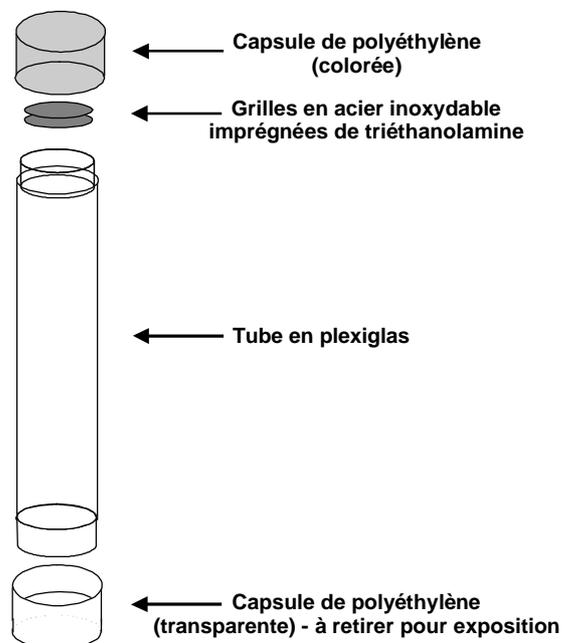


Echantillonneur passif pour le dioxyde d'azote

L'..chantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d.azote est bas. sur le principe de la diffusion passive de mol.cules de dioxyde d.azote sur un absorbant, la tri. thanolamine. Les .chantillonneurs utilis. s consistent en un tube de polypropyl. ne de 7,4cm de long et de 9,5mm de diam. tre. La quantit. de dioxyde d.azote absorb. e par l'absorbant est proportionnelle . sa concentration dans l'environnement. Apr. s une exposition donn. e la quantit. totale de dioxyde d.azote est extraite et d. termin. e par colorim. trie . 540 nm selon la r. action de Saltzmann.

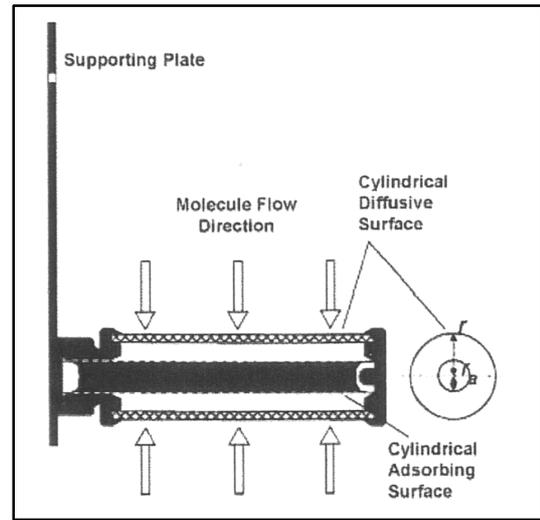


**SCHEMA DESCRIPTIF DU TUBE A DIFFUSION
TYPE "PALMES" (DETAIL)**



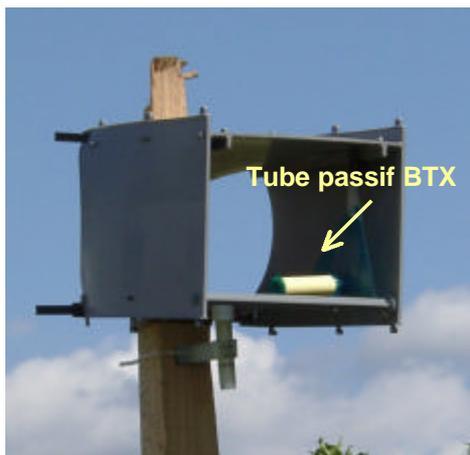
Echantillonneur passif pour le benzène

L'..chantillonneur passif Radiello est bas. sur le principe de la diffusion passive de mol. cules de gaz jusqu.. une cartouche adsorbante plac. e dans un corps diffusif . g. om. trie radiale.



La cartouche de collection est livr. e dans un tube en verre scell. . Une fois retir. e du tube, la cartouche est ins. r. e dans le corps diffusif du pr. leveur. Le corps diffusif est ensuite viss. sur un support qui sera dispos. dans un abri.

Apr. s exposition, la cartouche est replac. e dans le tube de verre et envoy. e . un laboratoire d. analyse. La quantit. totale de benz. ne adsorb. e sur la cartouche de charbon actif est extraite par d. sorption thermique et d. termin. e par chromatographie gazeuse



Echantillonneur passif pour le dioxyde de soufre

L..chantillonneur passif pour la mesure du dioxyde de soufre repose sur le principe de la diffusion passive des mol. cules de dioxyde de soufre sur un milieu absorbant, dans ce cas un m.lange de carbonate de potassium et de glycol.

Il consiste en un tube de polypropyl. ne avec une ouverture de 20 mm de diam. tre. Pour diminuer l'influence du vent, on place une membrane en t. flon que l.on soutient par un treillis en fil de fer.

La qualit. de dioxyde de soufre abserb. e est proportionnelle . sa concentration dans l'environnement. Apr. s un temps d.exposition d'une semaine . un mois, on extrait la quantit. totale de dioxyde de soufre que l.on mesure par chromatographie ionique.

ANNEXE 4 : réseau ASPA de stations fixes de mesure

