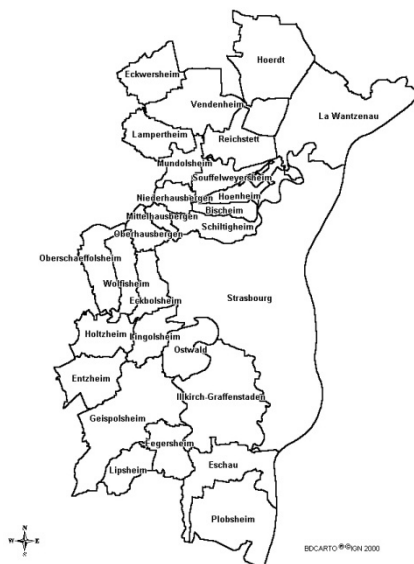




Au service
de la qualité
de l'air

**Campagne de mesure menée dans le cadre
du projet PAISARC+
pour validation du modèle ADMS-Urban**



**Rapport relatif aux campagnes de mesure qui
se sont déroulées du :**

- 9 décembre 2010 au 6 janvier 2011 / phase
hivernale
- 15 juin au 13 juillet 2011 / phase estivale

Octobre 2011
ASPAA11101801-ID
-Version du 8 novembre 2011-

*Avec le soutien de l'Ecole des Hautes
Etudes en Santé Publique (EHESP)*

*Dans le cadre de l'appel à projet lancé
par l'Agence Nationale de Sécurité
Sanitaire (ANSES)*



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 ASPA11101801-ID ».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Sur demande, l'ASPA met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'ASPA.
- L'ASPA peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.

Intervenants :

- Intervenants techniques :

- Préleveurs passifs : Eric Herber / Christopher Boucard / Xavier Pingenot / Dominique Steiger / Guillaume Alves / Marie Bah
- Préleveurs actifs : Eric Herber / Guillaume Alves / Xavier Pingenot / Christopher Boucard

- Intervenants études :

- Gestion du projet : Emmanuel Rivière
- Organisation de la campagne : Eric Herber
- Rédaction du rapport : Eric Herber
- Tiers examen du rapport : Charles Schillinger
- Approbation du rapport : Emmanuel Rivière



SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	5
II. MOYENS MIS EN OEUVRE	6
II.1. Paramètres évalués	7
II.2. Principales normes de qualité de l'air associées à ces indicateurs	9
III. CAMPAGNE DE MESURE	11
III.1. Aspects organisationnels	11
III.2. Aspects techniques	11
III.3. Systèmes de prélèvements temporaires mis en place	11
III.4. Emplacement des sites de prelevements	12
III.5. Conditions météorologiques	16
III.6. Résultats issus des dispositifs passifs et des MicroVols	21
IV. CONCLUSION	34



LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES UTILISES

NO _x :	Oxydes d'azote
NO ₂ :	Dioxyde d'azote
NO :	Monoxyde d'azote
PM10 :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
BTEX :	Benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
COVNM :	Composés organiques volatils non méthaniques
COFRAC :	Comité Français d'Accréditation
FSM :	Fondazione Salvatore Maugeri
LIC :	Laboratoire Interrégional de Chimie
VL :	Valeur limite
AASQA :	Association agréées de la Surveillance de la Qualité de l'Air
CUS :	Communauté Urbaine de Strasbourg
ANSES :	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire
EHESP :	Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique



I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Au cours des vingt dernières années, de très nombreux travaux de recherche ont été consacrés à la question des inégalités sociales de santé. Globalement, ceux-ci ont mis en évidence que les populations socio-économiquement défavorisées étaient davantage touchées que les populations plus aisées par de nombreux problèmes de santé. Il a notamment été observé, de manière convergente, que les taux de certaines maladies cardiovasculaires (infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux), respiratoires (asthme sévère, cancer du poumon, bronchopneumopathie chronique obstructive), et de mortalité liée à ces maladies augmentaient graduellement des populations les plus aisées vers les plus défavorisées. Le même constat prévaut pour les naissances prématurées.

Autant d'atteintes sanitaires pour lesquelles la pollution atmosphérique est à ce jour un facteur de risque soit avéré, soit fortement suspecté. C'est donc naturellement que se pose aujourd'hui la question de l'influence possible de la pollution atmosphérique dans les inégalités sociales observées pour ces atteintes sanitaires.

Dans ce contexte, l'étude PAISARC¹ a été mise en place afin d'étudier l'influence possible du niveau socio-économique sur la relation entre pollution atmosphérique et deux pathologies : la survenue de crises d'asthme (étude PAISA²) d'une part, celle d'infarctus du myocarde (étude PAISIM³) de l'autre.

Sous la responsabilité conjointe de l'équipe de l'EHESP⁴ et de celle du LIVE⁵, un projet PAISARC+ a vu le jour (dans la continuité de PAISARC) avec pour objectif d'étudier plus en détail le contexte social en prenant en compte toutes les données contextuelles disponibles.

Afin d'alimenter ces nouvelles recherches, des informations sur la pollution de l'air ont été nécessaires.

Dans le cadre de ces travaux, l'ASPA a mis à disposition ses moyens et son expertise afin de simuler les niveaux de pollution sur l'ensemble de la zone d'étude (Communauté Urbaine de Strasbourg) via un système de modélisation : ADMS-Urban⁶.

¹ PAISARC : *Pollution atmosphérique, inégalités sociales, asthme et risque cardiaque : influence du contexte de vie.*

² PAISA : *Pollution Atmosphérique, Inégalités sociales, Asthme.*

³ PAISIM : *Pollution Atmosphérique, Inégalités Sociales et Infarctus du Myocarde.*

⁴ EHESP : *Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique.*

⁵ LIVE : *Laboratoire Images, Ville et Environnement.*

⁶ ADMS Urban : *Atmospheric Dispersion Modelling System.*

Une campagne de mesure a été menée afin d'apporter des éléments quantitatifs relatifs aux performances du modèle urbain mais également pour apporter une autre source d'information sur la variabilité spatiale intra-zone de la pollution de l'air⁷.

La campagne de mesure est décomposée en 2 phases afin de permettre la prise en compte de la variabilité saisonnière des niveaux de pollution et de reconstituer des moyennes annuelles comparables aux normes de qualité de l'air.

Le rapport présenté ci-dessous est une **synthèse des résultats obtenus au cours des deux phases de mesure terrain** qui se sont déroulées respectivement du 9 décembre au 6 janvier 2011 et du 15 juin au 13 juillet 2011 pour la phase hivernale et estivale.

Les travaux de simulation des niveaux de pollution réalisés avec le modèle et l'évaluation associée des performances font l'objet d'un rapport annexe.

⁷ L'exposition agrégée à l'échelle d'une zone n'est pas représentative de l'exposition individuelle. La variabilité de la pollution de l'air masquée par le calcul de la moyenne à l'échelle de la zone conduit à des estimations biaisées des effets individuels. L'objectif est de prendre en compte la variabilité intra-zones de la pollution dans les modèles de régressions écologiques afin d'améliorer les estimations.



II. MOYENS MIS EN OEUVRE

II.1. Paramètres évalués



Les paramètres évalués correspondent essentiellement aux indicateurs généraux de pollution urbaine et celle liée au transport routier à savoir les **oxydes d'azote, les particules, le benzène.**

- **NO_x (NO et NO₂)** : oxydation de l'azote de l'air à températures élevées ;
- **Benzène** : libérés lors de la combustion de produits pétroliers ou par simple évaporation de solvants ;
- **Particules PM10** : formés et/ou libérés principalement par la combustion de biomasse et de combustibles fossiles (diesel routier en particulier) ;

Les principaux effets (santé, environnement) de ces indicateurs de pollution sont présentés en annexe 2.

Illustration 1 : répartition sectorielle des émissions d'oxydes d'azote en Alsace

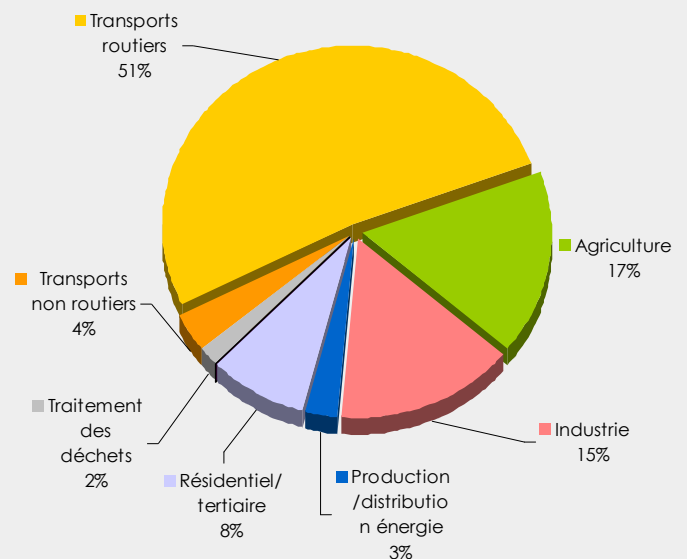
Source base ASPA - Emiss'Air A2007 – V2006 – V2

Justification du choix de ces paramètres...
Les inventaires de rejets de polluants dans l'atmosphère qui sont 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 dans l'air.

- **NO_x (NO et NO₂)** : Les rejets de NO_x (NO+NO₂) proviennent essentiellement de la combustion de combustibles de tous types (gazole, essence, charbons, fiouls, gaz naturel...). Ils se forment par combinaison de l'azote (atmosphérique et contenu dans les combustibles) et de l'oxygène de l'air à hautes températures. Tous les secteurs utilisateurs de combustibles sont concernés, en particulier les transports routiers.



Avec 51% des émissions totales, les transports routiers sont les plus forts émetteurs de NO_x en Alsace. La baisse d'émissions d'oxydes d'azote constatée depuis 2000 est due en grande partie au secteur du transport routier qui s'accompagne d'une stagnation des rejets de NO₂ (oxydation des gaz d'échappement liée aux équipements de dépollution).



- **Benzène** : Il est contenu dans les produits pétroliers comme les essences et les fiouls. Il est rejeté lors de la combustion de ces combustibles ou par simple évaporation sous l'effet de la chaleur (réservoirs automobiles). Il est principalement émis par les transports routiers et dans une moindre mesure par les secteurs agricole (engins mobiles) et résidentiel/tertiaire (combustion de biomasse).



Le transport routier est le plus fort émetteur de benzène en Alsace (49 % des émissions totales). Le secteur agricole et le résidentiel/tertiaire (combustion des engins mobiles et combustion de biomasse) sont également des sources non négligeables localement.

Les émissions de benzène sont en baisse depuis 2000 en lien étroit avec les transports routiers (diminution du taux de benzène dans les essences, diésélisation du parc, évolution technologique).

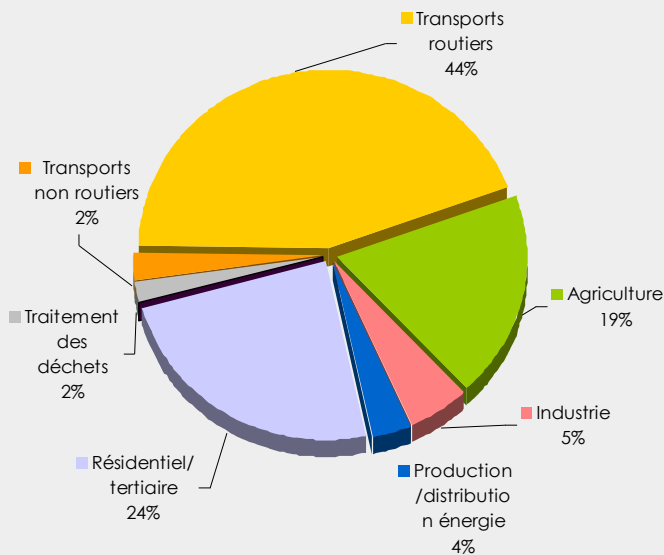


Illustration 2 : répartition sectorielle des émissions de benzène en Alsace

Source base ASPA - Emiss'Air A2007 – V2006 – V2

- **Particules PM10** : les émissions de PM10 proviennent de nombreuses sources, en particulier de la combustion de biomasse et de combustibles fossiles comme le charbon et les fiouls, de certains procédés industriels et industries particulières (construction, chimie, fonderie, cimenteries...), de l'usure de matériaux (routes, plaquettes de frein...), de l'agriculture (élevage et culture), du transport routier...

Le secteur résidentiel (essentiellement imputable à la combustion du bois) est le principal émetteur de PM10 en Alsace (35 % des émissions totales). Le secteur agricole apparaît comme un poste important d'émissions de PM10 tout comme les transports routiers avec respectivement 29% et 20% des émissions totales.

Après une baisse des émissions constatée entre 2000 et 2003, les rejets de PM10 semblent stagner depuis 2004. Les variations majoritairement observées sont liées à une baisse des émissions dans le résidentiel, l'élevage et les transports routiers.

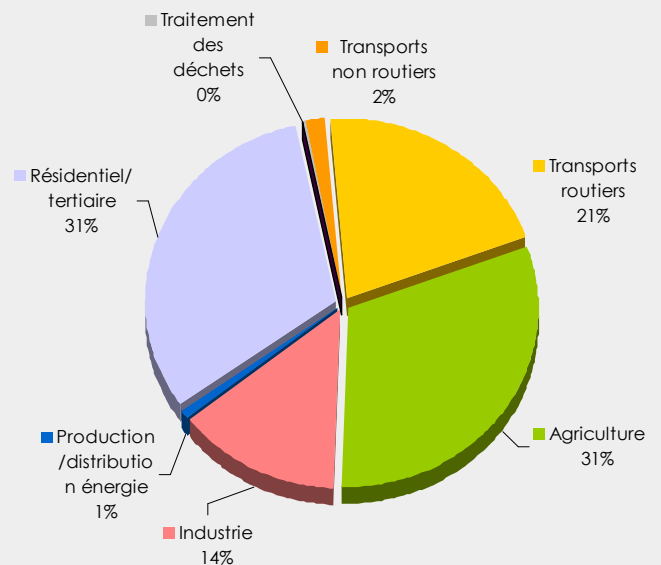


Illustration 3 : répartition sectorielle des émissions de particules PM10 en Alsace

Source base ASPA - Emiss'Air A2007 – V2006 – V2



II.2. Principales normes de qualité de l'air associées à ces indicateurs

L'étude des concentrations de polluants permet de comparer les niveaux estimés de concentration 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 la réglementation nationale (code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret 2008-1152).

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.

L'ensemble des paramètres mesurés dans le cadre de cette campagne est soumis à réglementation.

Définitions

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.

Normes nationales			
Objectifs de qualité de l'air			
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Santé	40 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 - art.1 Version en vigueur au 10/11/2008
Particules (PM10)	Santé	30 µg/m ³ - moyenne annuelle (particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 - art.1 Version en vigueur au 10/11/2008
Benzène (C ₆ H ₆)	Santé	2 µg/m ³ - moyenne annuelle	Article R221-1 Modifié par le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 - art.1 Version en vigueur au 10/11/2008
Valeurs limites			
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Santé	200 µg/m ³ - moyenne horaire A ne pas dépasser plus de 175 heures par an (centile 98) _ Applicable jusqu'au 31/12/2009	Article R221-1 Modifié par le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 - art.1 Version en vigueur au 10/11/2008
		200 µg/m ³ - moyenne horaire A ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8) _ Applicable à compter du 01/01/2010 Marge de dépassement autorisée avant la date d'applicabilité : 2008 = 20µg/m ³ ; 2009 = 10µg/m ³	
	40 µg/m ³ - moyenne annuelle Applicable à compter du 01/01/2010 _ Marge de dépassement autorisée avant la date d'applicabilité : 2008 = 4µg/m ³ ; 2009 = 2µg/m ³		
	Végétation	30 µg/m ³ - moyenne annuelle	
Particules (PM10)	Santé	50 µg/m ³ - moyenne journalière A ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile (centile 90,4)	Article R221-1 Modifié par le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 - art.1 Version en vigueur au 10/11/2008
		40 µg/m ³ - moyenne annuelle	
Benzène (C ₆ H ₆)	Santé	5 µg/m ³ - moyenne annuelle Applicable à compter du 01/01/2010 _ Marge de dépassement autorisée avant la date d'applicabilité : 2008 = 2µg/m ³ ; 2009 = 1µg/m ³	Article R221-1 Modifié par le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 - art.1 Version en vigueur au 10/11/2008

Tableau 1 : Normes de qualité de l'air



III. CAMPAGNE DE MESURE

III.1. Aspects organisationnels

La réalisation de la campagne respecte les deux étapes suivantes :

- étape d'initialisation de la campagne ;
- étape d'installation et de désinstallation des sites de mesure.

III.2. Aspects techniques

Le choix des 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 tubes passifs ont été installés sur des poteaux, lampadaires, piquets, dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de prélèvement (environ 3-4 m) a été choisie de manière à caractériser le plus possible l'exposition des personnes, en se préservant toutefois des risques de dégradation.

Une 1^{ère} phase de mesure a eu lieu entre le 9 décembre 2010 et le 6 janvier 2011 suivie d'une 2^{ème} phase organisée entre le 15 juin et le 13 juillet 2011. La combinaison des 2 phases (hiver et été) doit permettre de reconstituer des moyennes annuelles et donc de comparer les résultats obtenus aux normes de qualité de l'air en vigueur.

Commune aux différentes séquences de mesure, cette étape n'est effectuée qu'une seule fois en début de séquence et consiste à définir, selon les objectifs visés, 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, des administrations et collectivités concernées.

Le déclenchement des prélèvements sur les sites de mesure doit se dérouler 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.

III.3. Systèmes de prélèvements temporaires mis en place

□ Tube passif à diffusion



Les systèmes de prélèvement temporaires utilisés pour la mesure du dioxyde d'azote et des BTEX sont des tubes passifs

à diffusion.

Ces systèmes permettent de spatialiser l'information relative à la qualité de l'air et, à un moindre coût, de définir la typologie d'un nombre important de sites de mesure.

Le principe de fonctionnement de ce mode de prélèvement est basé sur celui de la diffusion passive de molécules sur un adsorbant ou un absorbant (support solide imprégné de réactif chimique) adapté au piégeage spécifique du polluant gazeux. La quantité de molécules piégées est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement et est déterminée par analyse des échantillons différée en laboratoire :

- concernant les oxydes d'azote, les tubes passifs sont envoyés à un prestataire extérieur pour être analysés en laboratoire, respectivement par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann ;
- l'analyse des BTEX est réalisée à l'ASPA au GIE-LIC après désorption thermique par chromatographie en phase gazeuse (détection par ionisation de flamme).

□ Préleveurs de particules



Le préleveur bas débit Microvol permet le prélèvement automatique des particules contenues dans un volume dosé d'air. Les particules sont

recueillies sur des filtres de 47mm de diamètre. Les analyses de particules sont réalisées en laboratoire. L'air est aspiré à travers une tête de prélèvement spécifique à la fraction recherchée à l'aide d'une pompe et d'un débitmètre. Dans notre cas, les particules de diamètre supérieur à 10 μm sont impactées sur de la graisse de silicone et sont donc éliminées. Les particules restantes suivent le flux d'air pour être collectées sur le filtre. Le débit de fonctionnement est programmable entre 1 et 4,5l/min. Les filtres sont pesés en différé au laboratoire.

III.4. Emplacement des sites de prélèvements

Les emplacements des sites instrumentés ont été déterminés pour répondre aux objectifs de l'étude avec les critères suivants :

- 21 points de mesure au centre de Strasbourg (zone Centre) ;
- 20 points de mesure en périphérie de l'agglomération strasbourgeoise (1^{ère} couronne) ;
- 20 points de mesure à la périphérie de la CUS (2^{ème} couronne).

Les points de mesure ont été choisis exclusivement dans des zones habitées.

Quelques points ont été instrumentés à proximité d'axes de circulation où l'on peut retrouver des concentrations de population importantes.

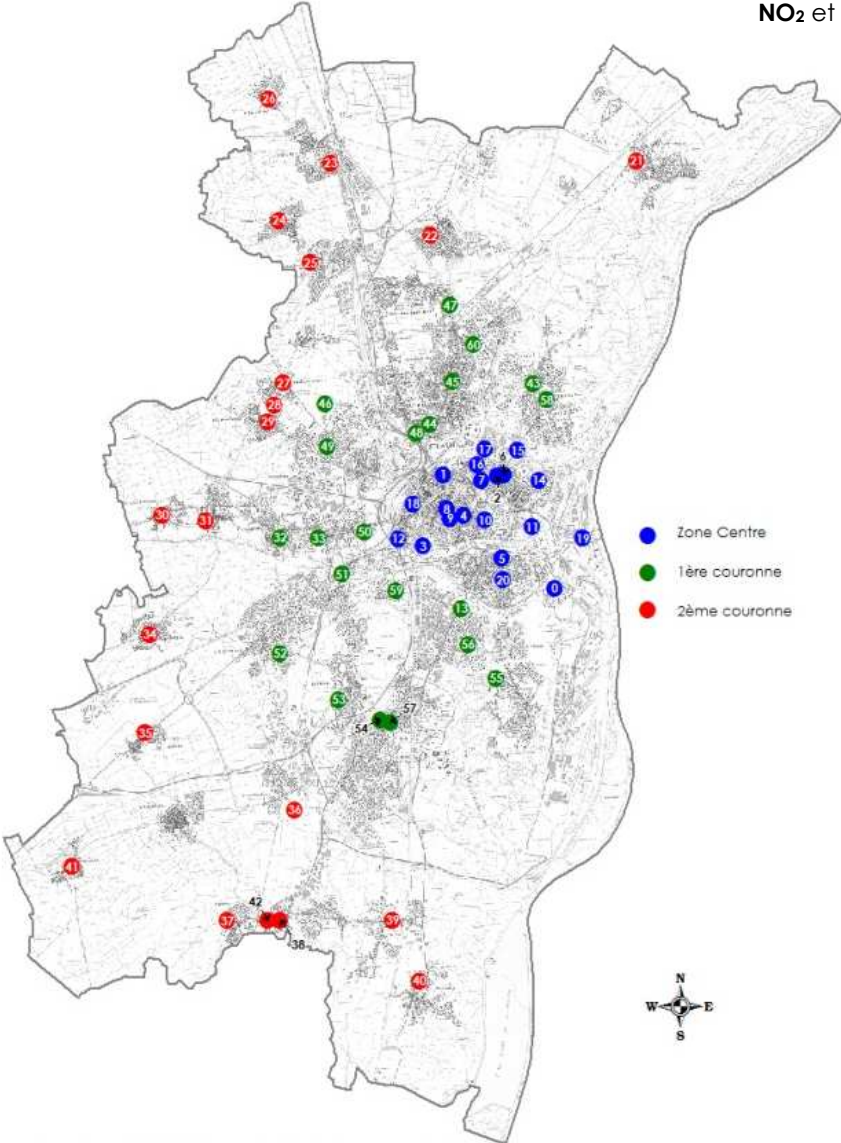
Ces 61 sites de mesure ont tous été équipés de capteurs permettant le suivi du **dioxyde d'azote** et du **benzène** (cf. carte 1).

Des prélèvements de particules réalisés par MicroVol ont été réalisés sur 7 sites (cf. carte 2).

L'emplacement final des points de mesure a fait l'objet d'une validation après assurance de faisabilité technique et administrative en concertation entre les différentes parties intéressées.

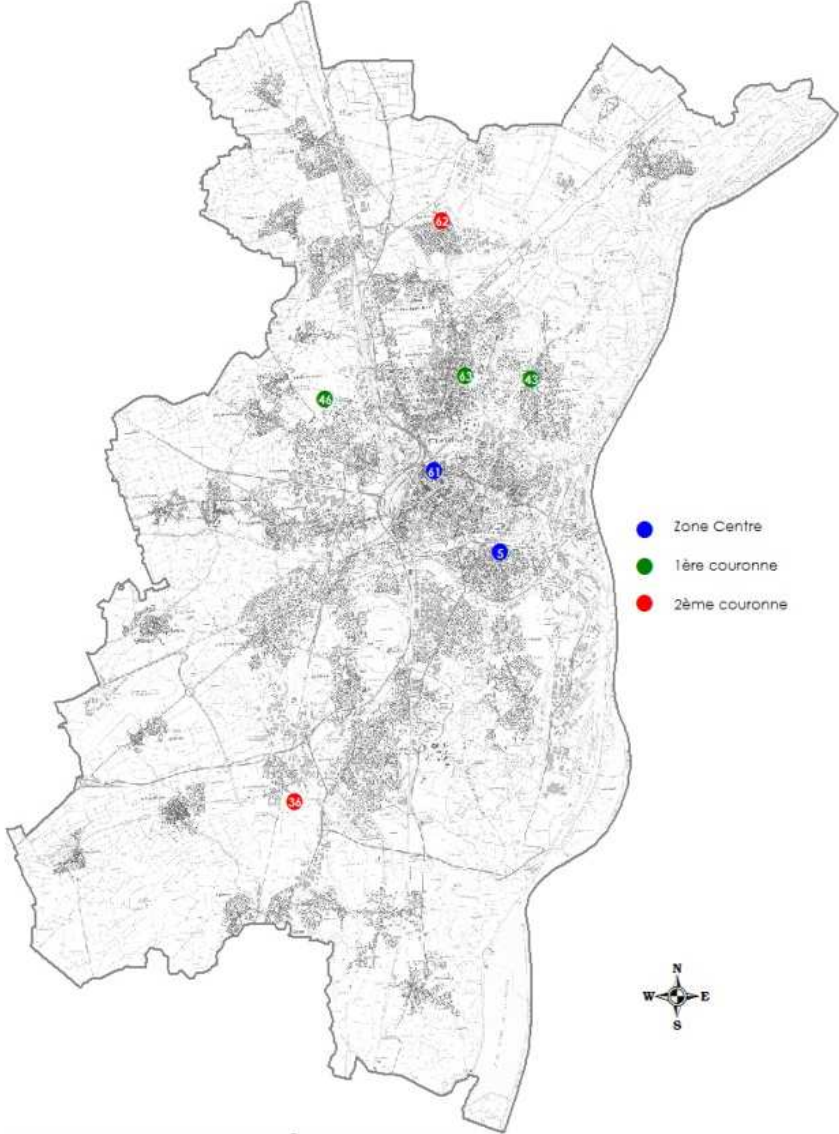


Carte 1 : localisation des sites de mesure NO₂ et benzène



COPIE ET REPRODUCTION INTERDITE - SCAN 25[®] IGN - Paris 2006 - CIGAL 2006

Carte 2 : localisation des sites de prélèvement PM₁₀



COPIE ET REPRODUCTION INTERDITE - SCAN 25[®] IGN - Paris 2006 - CIGAL 2006



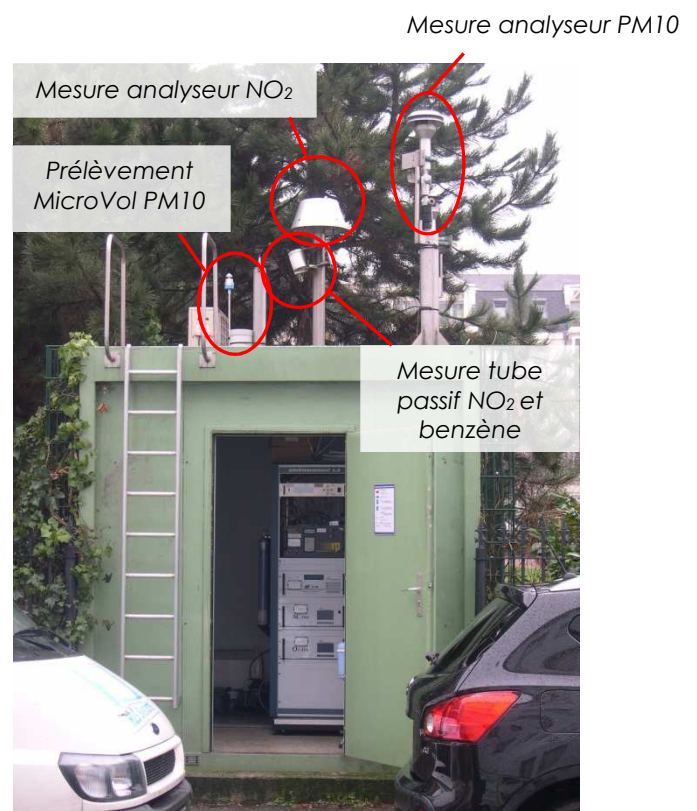
ID	Emplacement	ZONE	Adresse	X	Y	Tube passif NO ₂	Tube passif BTEX	MicroVol PM10
0	Musau	Centre fond	61, rue du Maquis	48°33'45.47"N	7°47'3.09"E	■	■	
1	STG Av des Vosges	Centre_trafic	68, avenue des Vosges	48°35'26.23"N	7°44'53.00"E	■	■	
2	STG Av de la Robertsau	Centre_trafic	45, avenue de la Robertsau	48°35'22.02"N	7°46'0.89"E	■	■	
3	STG Quai Pasteur	Centre_trafic	Croisement Quai Louis Pasteur et rue Koeberté	48°34'27.83"N	7°44'21.36"E	■	■	
4	STG Place du Corbeau	Centre_trafic	27, quai des bateleurs	48°34'51.25"N	7°45'14.70"E	■	■	
5	Station STG Est	Centre_fond	square de la ménagerie	48°34'13.34"N	7°45'58.79"E	■	■	■
6	STG Orangerie	Centre_fond	19, rue Twinger	48°35'22.30"N	7°46'9.09"E	■	■	
7	STG prox rue d'Ohmacht	Centre fond	11, rue Schwillgué	48°35'19.37"N	7°45'40.78"E	■	■	
8	STG proche place Kleber	Centre fond	Place du Marché Neuf	48°34'57.54"N	7°44'53.84"E	■	■	
9	STG Proche Cathédrale	Centre_Fond	Place des tripiers	48°34'49.45"N	7°44'57.70"E	■	■	
10	STG Esplanade	Centre fond	Square du Président Allende	48°34'46.00"N	7°45'41.24"E	■	■	
11	STG parc citadelle	centre fond	11, rue tarade	48°34'37.70"N	7°46'39.98"E	■	■	
12	STG prox Porte de Schirmeck	Centre fond	Rue du Hohwald	48°34'35.51"N	7°43'50.21"E	■	■	
13	STG Proche av de Colmar	Centre_fond	6, rue Leitersperger	48°33'33.81"N	7°45'4.13"E	■	■	
14	STG Quartier des 15	Centre_fond	35, rue Bautain	48°35'16.13"N	7°46'52.34"E	■	■	
15	STG Parlement Européen	Centre fond	quai de Torangerie	48°35'42.49"N	7°46'27.35"E	■	■	
16	STG prox Lycée Kleber	Centre fond	15, boulevard Gambetta	48°35'32.91"N	7°45'35.70"E	■	■	
17	STG palais des congrès	Centre fond	5, rue Andrieux	48°35'45.36"N	7°45'46.43"E	■	■	
18	STG prox Gare	Centre fond	19, rue du Maire Kuss	48°35'3.58"N	7°44'11.23"E	■	■	
19	STG Port du Rhin	centre_fond	7, rue Migneret	48°34'25.19"N	7°47'42.60"E	■	■	
20	STG Neudorf	Centre fond	44, rue de Benfeld	48°33'55.32"N	7°45'57.68"E	■	■	
21	Wantzenau	2eme couronne_fond	Maison de retraite "Le Tilleul"	48°39'36.56"N	7°49'22.39"E	■	■	
22	Reichstett	2eme couronne_fond	avenue Hay, dans l'enceinte de l'école élémentaire Hay	48°38'46.44"N	7°44'58.01"E	■	■	
23	Vendenheim	2eme couronne_fond	12/14, rue Oberlin	48°39'52.69"N	7°42'57.92"E	■	■	
24	Lampertheim	2eme couronne_fond	2, rue du parc	48°39'7.77"N	7°41'48.01"E	■	■	
25	Mundolsheim	2eme couronne_fond	15, petite rue de l'église	48°38'30.55"N	7°42'24.03"E	■	■	
26	Eckwersheim	2eme couronne_fond	2/4, rue du ruisseau	48°40'49.32"N	7°41'45.07"E	■	■	
27	Mittelhausbergen _trafic	2eme couronne_trafic	71, rue principale	48°36'52.03"N	7°41'39.95"E	■	■	
28	Mittelhausbergen	2eme couronne_fond	17, rue de la Victoire	48°36'34.33"N	7°41'27.09"E	■	■	
29	Oberhausbergen	2eme couronne_fond	8, rue Albert Schweitzer	48°36'20.26"N	7°41'16.62"E	■	■	
30	Oberschaeffolsheim	2eme couronne_fond	5, rue de la Marie	48°35'8.55"N	7°38'55.42"E	■	■	
31	Wollshheim	2eme couronne_fond	4, avenue des Celtes	48°35'1.61"N	7°39'51.01"E	■	■	
32	Eckbolsheim	1ere couronne_fond	Place du commerce	48°34'43.33"N	7°41'21.60"E	■	■	
33	Eckbo trafic	1ere couronne_trafic	151, route des Romains	48°34'40.56"N	7°42'9.70"E	■	■	
34	Holtzheim	2eme couronne_fond	impasse du Verger	48°33'29.82"N	7°38'30.58"E	■	■	
35	Entzheim	2eme couronne_fond	rue du lac	48°32'8.08"N	7°38'16.03"E	■	■	
36	Geispolsheim STG Sud2	2eme couronne_fond	Rue de l'Ehn 67152 GEISPOLSHHEIM	48°30'55.39"N	7°41'17.37"E	■	■	■
37	Lipsheim	2eme couronne_fond	21, rue Mozart	48°29'27.26"N	7°39'42.75"E	■	■	
38	Fegersheim	2eme couronne_fond	12/14 rue Henri Ebel	48°29'24.73"N	7°40'49.49"E	■	■	
39	Eschau	2eme couronne_fond	8, rue des jardins	48°29'18.29"N	7°43'10.38"E	■	■	
40	Plobsheim	2eme couronne_fond	6, rue Aristid Briand	48°28'26.08"N	7°43'39.57"E	■	■	
41	Blaesheim	2eme couronne_fond	6/7 place de l'église	48°30'20.89"N	7°36'33.57"E	■	■	
42	Fegersheim trafic	2eme couronne_trafic	24, rue de Lyon	48°29'24.73"N	7°40'34.69"E	■	■	
43	STG Nord	1ere couronne fond	12, rue de la papèterie 67000 STRASBOURG	48°36'37.35"N	7°46'53.88"E	■	■	■
44	Schiltigheim	1ere couronne fond	32, rue de Mundolsheim	48°36'9.58"N	7°44'39.43"E	■	■	
45	Bischheim	1ere couronne fond	11, rue des Officiers	48°36'43.30"N	7°45'12.27"E	■	■	
46	STG Ouest	1ere couronne fond	5, rue de Madrid 67300 SCHILTIGHEIM	48°36'32.18"N	7°42'30.57"E	■	■	■
47	Souffelweyersheim	1ere couronne fond	7, route de Bischwiller	48°37'47.30"N	7°45'15.24"E	■	■	
48	Schiltigheim trafic	1ere couronne trafic	8, route du Général de Gaulle	48°36'2.76"N	7°44'21.70"E	■	■	
49	Cronenbourg	1ere couronne fond	Place Saint Antoine	48°35'56.22"N	7°42'29.94"E	■	■	
50	Koenigshoffen	1ere couronne fond	4, rue du Narion	48°34'42.86"N	7°43'9.25"E	■	■	
51	Route de Schirmeck	1ere couronne trafic	148, route de Schirmeck	48°34'9.03"N	7°42'37.02"E	■	■	
52	Lingsheim	1ere couronne fond	41/42/43 rue des Tilleuls	48°33'6.65"N	7°41'11.78"E	■	■	
53	Ostwald	1ere couronne fond	5, rue Léon Hoerlé	48°32'24.97"N	7°42'22.25"E	■	■	
54	Illkirch	1ere couronne fond	rue de la Niederbourg	48°32'5.88"N	7°43'11.81"E	■	■	
55	Neuhof	1ere couronne fond	9, rue des Linottes	48°32'33.69"N	7°45'41.12"E	■	■	
56	meinau	1ere couronne fond	Rue Schutterlain	48°33'3.50"N	7°45'8.40"E	■	■	
57	Illkirch_trafic	1ere couronne trafic	73, route de Lyon	48°32'3.32"N	7°43'24.20"E	■	■	
58	Robertsau	1ere couronne fond	25, rue docteur François	48°36'22.77"N	7°47'9.57"E	■	■	
59	Elsau	1ere couronne fond	91, rue de l'Unterelsau	48°33'52.43"N	7°43'43.83"E	■	■	
60	Hoenheim	1ere couronne fond	6, impasse de la Robertsau	48°37'12.79"N	7°45'42.42"E	■	■	
61	STG Clemenceau	Centre_trafic	boulevard Clemenceau STRASBOURG	48°35'25.49"N	7°44'42.01"E	■	■	■
62	Reichstett ML	2eme couronne_fond	4, rue de l'église 67116 REICHSSTETT	48°38'55.53"N	7°45'14.77"E	■	■	■
63	Bischheim_AB	1ere couronne_fond	17, rue des Rossignols 67800 BISCHHEIM	48°36'43.92"N	7°45'30.34"E	■	■	■

⇒ Contrôle qualité...

Des points de mesure par tubes passifs ont été installés sur les stations fixes de STG Est, STG Nord et STG Ouest à des fins de validation/comparaison des techniques de mesure.

Ces stations ont également été équipées en triplet (3 tubes passifs exposés en parallèle) pour s'assurer de la répétabilité des mesures ainsi que d'un blanc terrain⁸. *Le blanc terrain doit permettre de déceler toute contamination qui pourrait se produire : lors de l'exposition des échantillonneurs, au cours du transport ou bien encore au cours de l'analyse de ces derniers.*

Les stations fixes de STG Est, STG Nord et STG Clemenceau ont également accueilli un préleveur MicroVol à des fins de validation/comparaison des techniques de mesure.



⁸ Blanc terrain : échantillonneur non exposé à l'air ambiant.

Illustration 4 : station STG Est – square de la ménagerie à Strasbourg

III.5. Conditions météorologiques

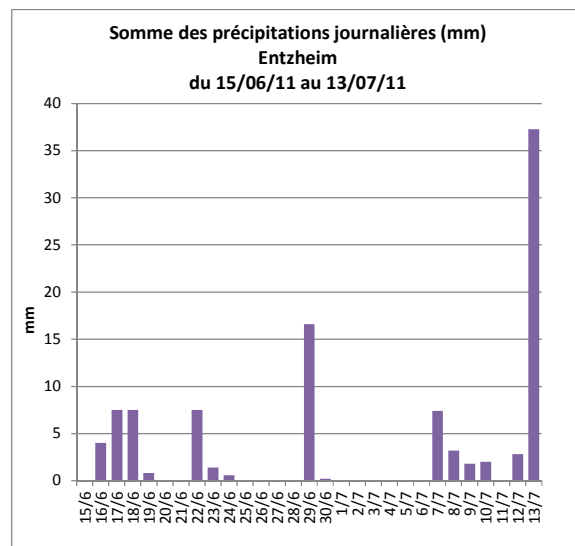
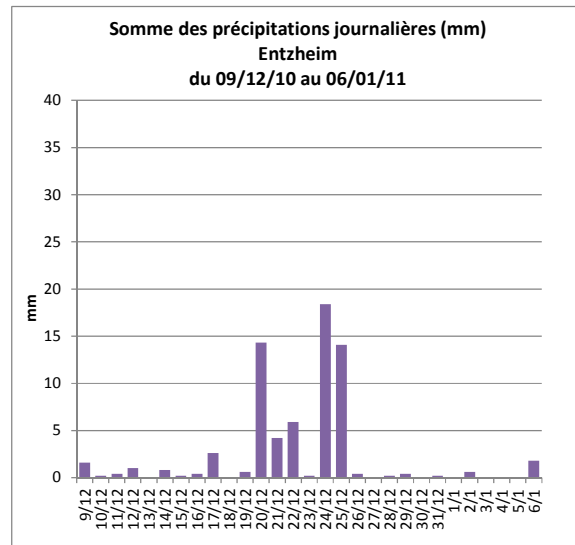
Les conditions et paramètres météorologiques sont issus des relevés METEO France (bulletin climatologique mensuel) ainsi que des stations de mesure ASPA.

Les deux périodes instrumentées au cours de cette étude ont connu des conditions météorologiques perturbées : le mois de décembre 2010 se caractérise par une météo très hivernale (fortes précipitations, température basse, faible ensoleillement), les mois de juin-juillet 2011 se révèlent à caractère orageux.



La **phase hivernale** de l'étude se caractérise par des précipitations exceptionnelles dont une bonne partie sous forme de neige : il a neigé souvent et beaucoup. La station METEO France d'Entzheim a dénombré 19 jours avec occurrence de neige en ce mois de décembre 2010 et 26 jours avec de la neige au sol.

Les mois de juin et juillet 2011 ont également connu une pluviométrie importante, contrastée sur la période, en lien avec l'occurrence importante des épisodes orageux.



Illustrations 5 et 6 : Cumul journalier des précipitations à Entzheim

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

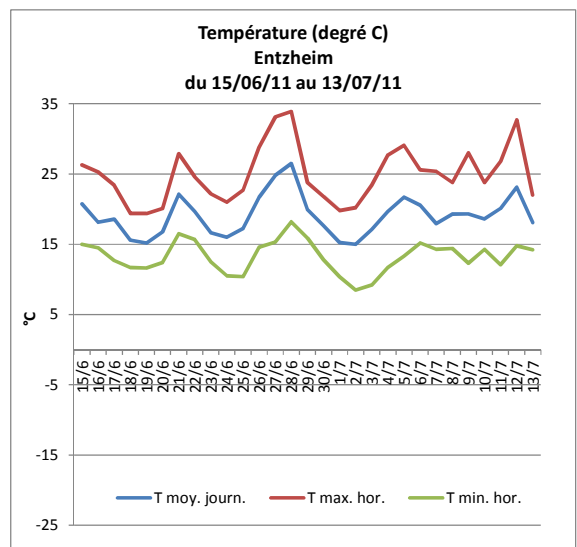
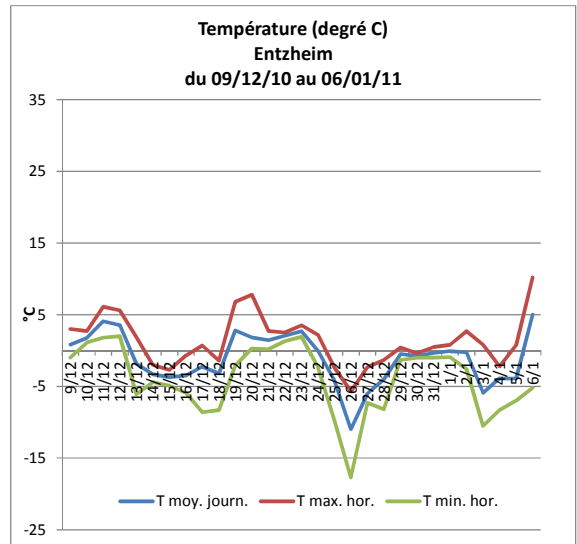




Le mois de décembre 2011 a connu des records de froid en température mensuelle moyenne mais également en moyenne mensuelle des températures minimales et maximales (illustration 7).

La phase estivale fait état de températures chaudes mais contrastées en lien avec les épisodes orageux (illustration 8).

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



Illustrations 7 et 8 : statistiques sur les températures des mois de mai 2010 et 2011 sur STG Ouest

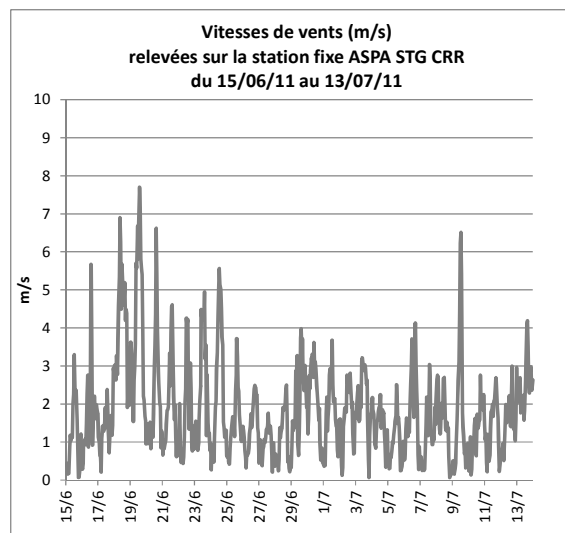
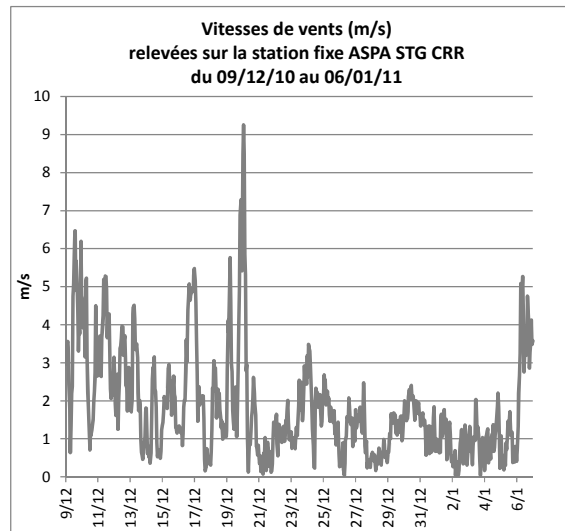




Les vitesses de vent enregistrées sur **la phase hivernale** sont très variables d'un jour sur l'autre. Le vent a atteint un maximum d'intensité le 20 décembre sur la station ASPA STG CRR⁹ avec une vitesse moyenne de 9,2 m/s (33 km/h) enregistrée. Les stations METEO France ont enregistré des rafales (valeurs horaires) à 89 km/h sur cette même journée à Entzheim.

Des rafales de vent ont également accompagné les épisodes orageux **des mois de juin et juillet 2011**. Les plus fortes rafales de vent ont été enregistrées sous les orages du 16 au 19 juin. Une vitesse de vent moyenne de 7,7 m/s (28 km/h) a été relevée sur la journée du 19 juin sur la station STG CRR.

Il existe une relation évidente entre la vitesse du vent et les niveaux de concentration de polluants. La dispersion des polluants augmente avec la vitesse et la turbulence du vent. Un vent faible favorise donc l'accumulation des polluants.



Illustrations 9 et 10 : vitesses de vents relevées à Reichstett sur la station STG CRR

⁹ STG CRR: Route départementale CD 37
67116 Reichstett





La grisaille prédomine durant le **mois de décembre 2010**. Le soleil est peu présent : 20 jours d'insolation nulle ont été totalisés contre 16 en moyenne. Le soleil a fait son apparition à peine 5 minutes le 18 décembre.

Du 15 juin au 13 juillet 2011, l'insolation a été légèrement déficitaire sur les 14 premiers jours puis excédentaire les 14 jours suivants.

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

En résumé, des conditions météorologiques perturbées sur les deux périodes instrumentées (fortes précipitations, vitesses de vents ponctuellement élevées) favorables à la dispersion des polluants dans l'air.

III.6. Résultats issus des dispositifs passifs et des MicroVols

Pour le dioxyde d'azote et le benzène, des cartes récapitulatives présentent les concentrations moyennes annuelles « reconstituées » observées sur l'ensemble du dispositif.

Le nombre limité de préleveurs MicroVol utilisés dans le cadre du suivi des particules PM10 n'a pas permis de couvrir une période suffisante pour reconstituer des moyennes annuelles.

Concernant les tubes passifs...

Quatre périodes de mesure de 14 jours ont été mises en place afin de calculer la moyenne sur l'année de la façon suivante :

$$\text{Moy}_{\text{annuelle}} = \frac{\text{Moy}_{\text{hivernale}} + \text{Moy}_{\text{estivale}}}{2}$$

Si l'une des deux moyennes saisonnières n'a pu être calculée (données non disponibles), alors la moyenne annuelle n'est pas reconstituée.



➔ Comparaison des résultats tubes passifs/stations fixes et MicroVols/stations fixes

L'analyse comparative des mesures de dioxyde d'azote et de benzène obtenues par tubes passifs avec les valeurs moyennes sur la même période relevées sur les capteurs de différentes stations fixes du réseau ASPA permet d'apprécier la représentativité des mesures de la campagne. Ont été confrontées les moyennes 14 jours tubes passifs avec les moyennes 14 jours stations fixes.

Les réponses obtenues par tubes passifs NO₂ et benzène sont globalement bien corrélés avec les mesures obtenues par analyseur. La régression linéaire obtenue sur le jeu de données NO₂ présente un coefficient directeur égal à 0,98 associé à un R² égal à 0,9685. La corrélation en NO₂ entre tube passif et analyseur est bonne, aucun correctif n'a été apporté sur les valeurs tubes passifs.

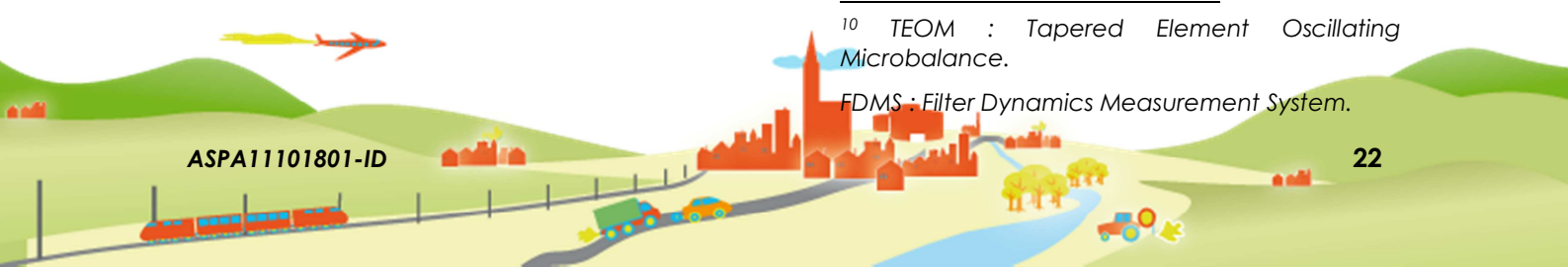
Peu de comparaison possible concernant le benzène, seule la station fixe STG Ouest est équipée d'un analyseur permettant de tracer les COV. Le jeu de données permettant ce comparatif n'est constitué que de 3 couples de valeurs tube passif/analyseur. La régression linéaire qui en découle présente un coefficient directeur égal à 1,0636 et un R² égal à

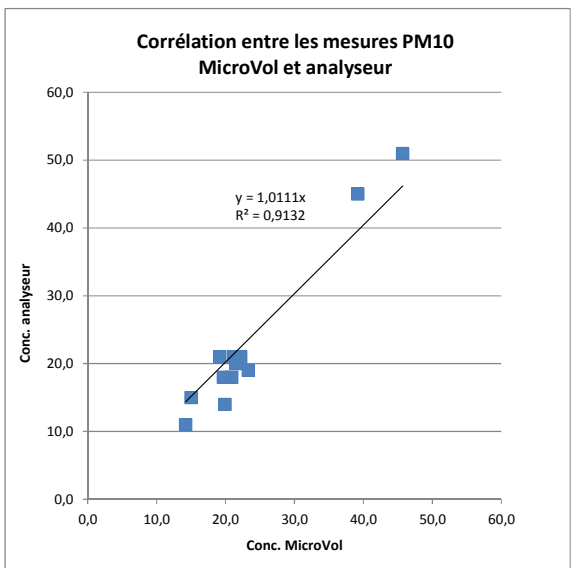
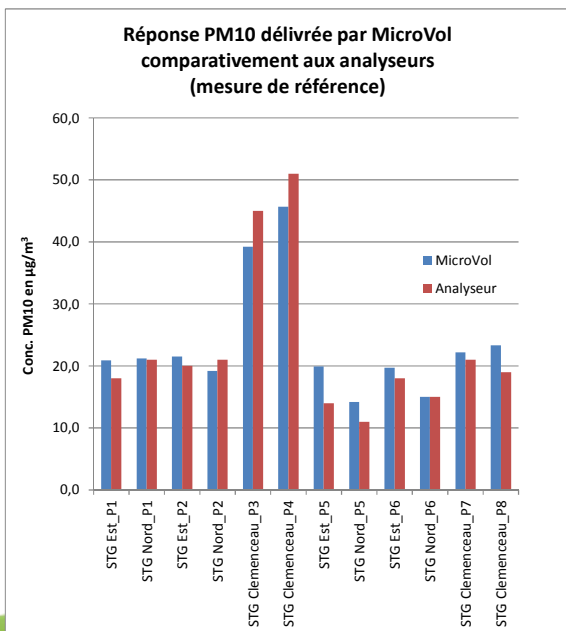
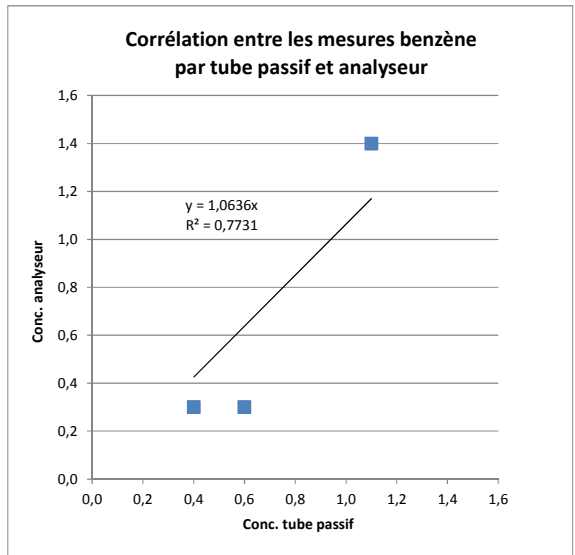
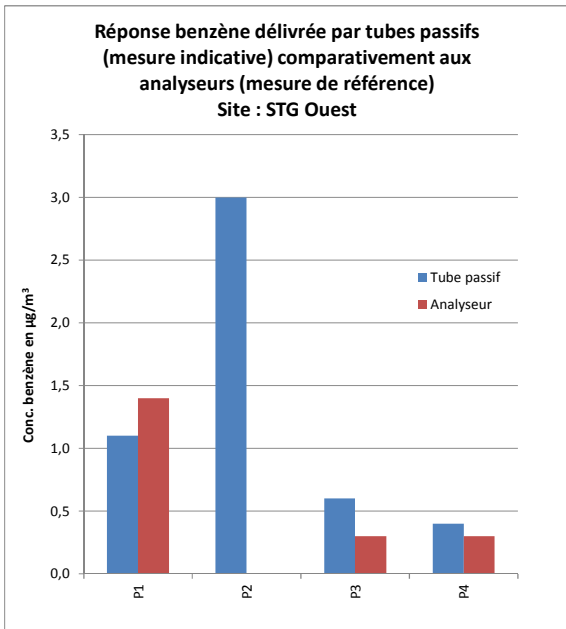
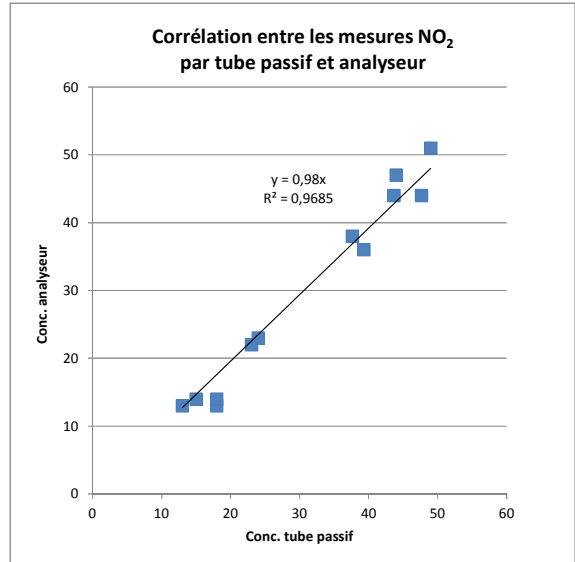
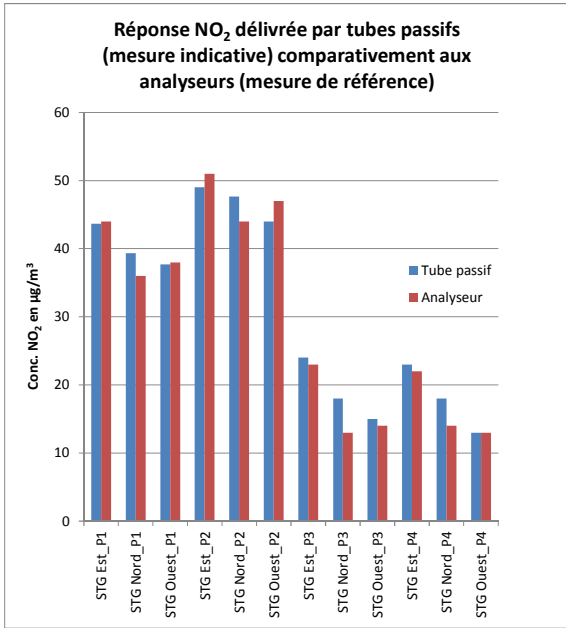
0,7731. Le jeu de données benzène tube passif n'a pas été corrigé.

Ce même exercice a été appliqué aux données de particules PM10 obtenues par préleveurs MicroVol confrontées aux stations de mesure fixes de l'ASPA (équipées d'analyseur TEOM-FDMS¹⁰). Trois sites ont permis de corréler les méthodes de mesure : STG Est, STG Nord et STG Clemenceau. Ont été confrontées, les moyennes 6 ou 7 jours MicroVols avec les moyennes 6 ou 7 jours stations fixes. Il en ressort une bonne corrélation entre mesures MicroVol et analyseurs : 1,10111 de coefficient directeur et un R² égal à 0,9182. Aucune correction n'a été appliquée sur le jeu de données PM10 obtenu par MicroVol.

¹⁰ TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance.

FDMS : Filter Dynamics Measurement System.





➤ Représentativité temporelle

Les prélèvements se sont déroulés pendant les mois de décembre 2010 et janvier 2011 pour la phase hivernale et les mois de juin et juillet 2011 pour la phase estivale. Les 8 semaines de prélèvement couvertes au cours de cette étude répondent aux exigences des directives européennes relatives à l'échantillonnage temporel¹¹, permettant ainsi une reconstitution des moyennes annuelles.

Cependant, selon les 8 semaines de mesure considérées, des écarts plus ou moins importants peuvent apparaître avec les moyennes annuelles réelles.

Une analyse des résultats du réseau de mesure fixe de l'ASPA peut permettre d'évaluer ces écarts en étudiant la représentativité annuelle des moyennes 8 semaines par rapport à la moyenne annuelle réelle.

Seules les stations fixes ayant une typologie similaire à celle rencontrée sur la campagne PAISARC+ ont été étudiées (à caractère périurbain, urbain voire trafic).

Concernant le dioxyde d'azote, les concentrations moyennes annuelles reconstituées sur la base des 8 semaines surestiment la moyenne annuelle réelle, de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne (illustration 17).

Constat similaire concernant le benzène avec une surestimation évaluée à $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (illustration 18).

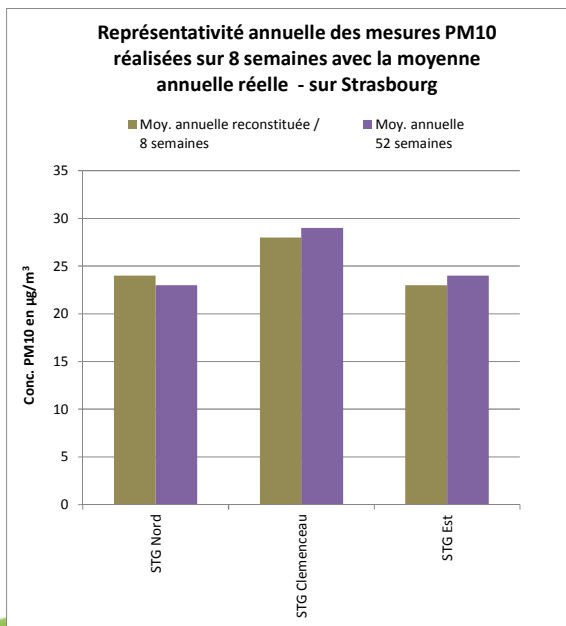
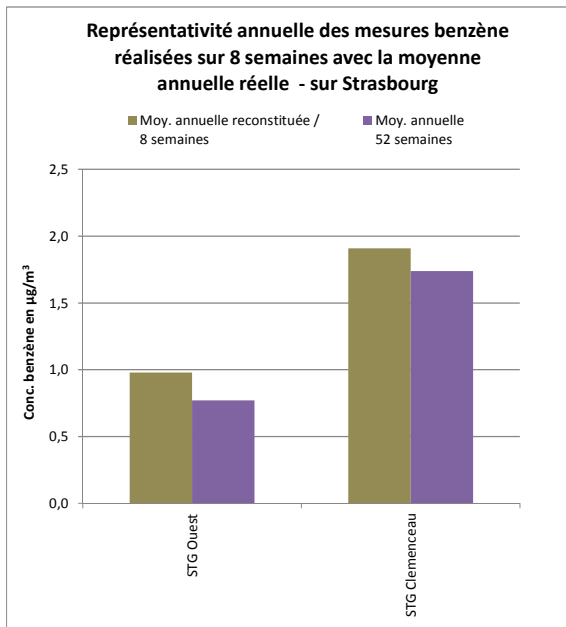
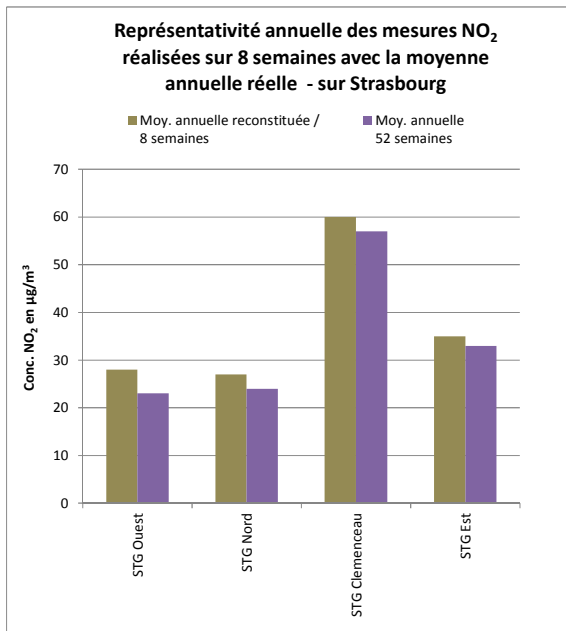
Le biais constaté sur les mesures de PM10 est peu marqué. Une sous-estimation de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne est constatée mais aucune tendance ne se dégage (illustration 19).

Des correctifs ont été apportés dans ce sens à l'ensemble des jeux de données NO₂, benzène et PM10, à savoir :

- soustraction de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'ensemble des moyennes annuelles NO₂ tube passif ;
- soustraction de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au jeu de données des moyennes annuelles benzène tube passif ;
- aucune correction n'a été appliquée sur les données PM10 MicroVol.

¹¹ Préconisations de la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe : précise dans son annexe 1 que pour des mesures passives visant à être représentatives d'une année, la période minimale de prise en compte doit être de 14% de l'année et cette directive ajoute comme exemple : « une mesure aléatoire par semaine répartie uniformément sur l'année, ou huit semaines réparties uniformément sur l'année ».





Illustrations 17 à 19



➔ *Distribution des concentrations*

Les concentrations moyennes de dioxyde d'azote reconstituées sur une année (corrigées) ont varié entre 20 et 71 µg/m³ sur l'ensemble du dispositif de mesure (illustration 20).

Les niveaux les plus élevés (supérieurs à 40 µg/m³) sont observés en proximité trafic, sur des axes à forte circulation dans Strasbourg (route de Schirmeck, avenue des Vosges, quai Pasteur, place du Corbeau, rue Maire Kuss) mais également dans les communes voisines : route du Général de Gaulle à Schiltigheim, rue de Lyon à Fegersheim, rue Principale à Mittelhausbergen, route de Lyon à Illkirch.

Sur la route de Schirmeck à Strasbourg, les niveaux annuels enregistrés ont atteint 71 µg/m³, maxima rencontrés sur l'ensemble du dispositif.

Les niveaux de concentration relevés à distance des axes routiers, sur des sites dits de fond (éloignés des sources de pollution directe) sont plus faibles, globalement inférieurs à 40 µg/m³.

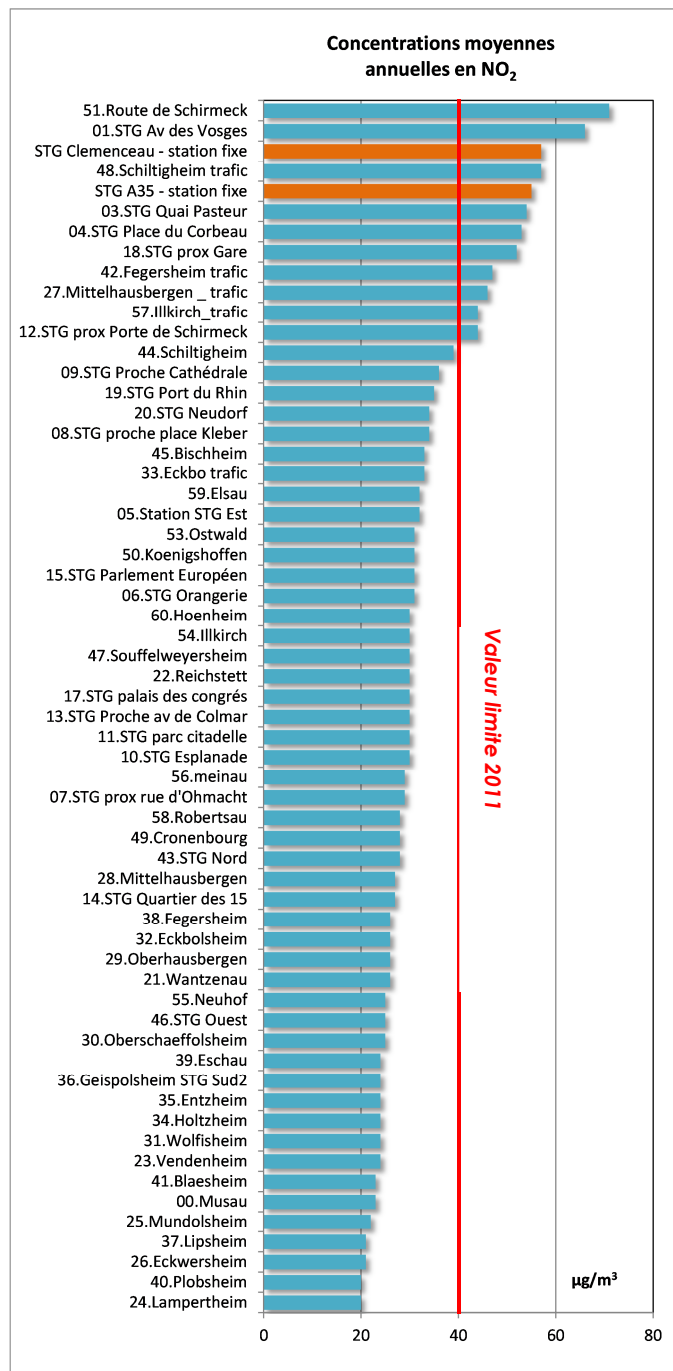


Illustration 20 : distribution des concentrations annuelles en dioxyde d'azote

■ Stations fixes du réseau ASPA

Moyenne annuelle calculée sur la période du 01/09/10 au 01/09/11



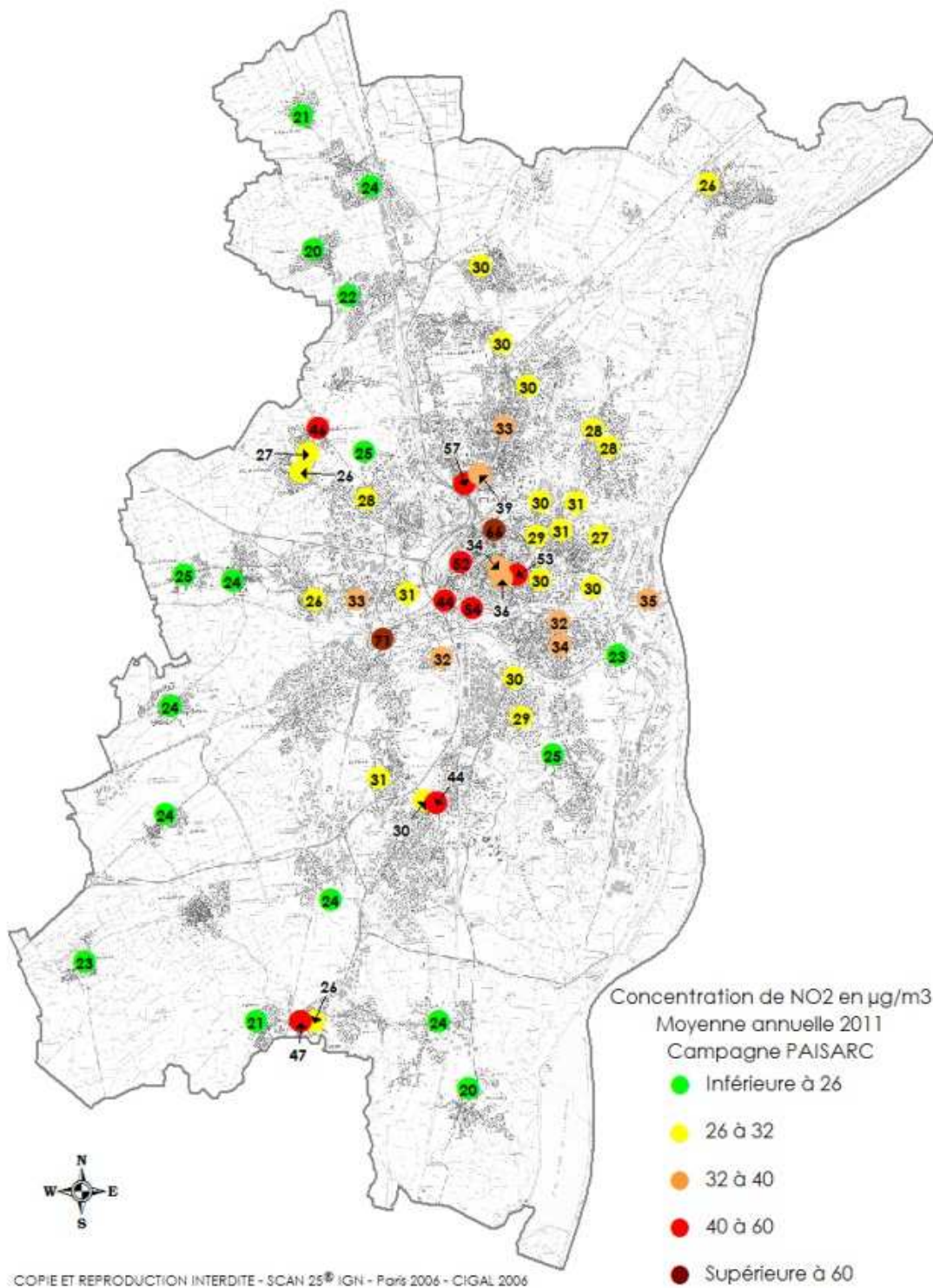
Plus ces sites de fond sont intégrés au tissu urbain de Strasbourg, plus les niveaux de concentration annuels sont élevés (respectivement 44 et 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la rue du Hohwald et sur la place des Tripiers à Strasbourg ou encore 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rue de Mundolsheim à Schiltigheim). Plus on s'éloigne du centre strasbourgeois, plus les concentrations en NO_2 sont faibles : les minima sont observés dans les communes de Lampertheim et Plobsheim.

➤ *Référence aux normes*

Le code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret 2008-1152 impose une valeur limite annuelle de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ depuis 2010.

Dix sites de mesure ont présenté des concentrations annuelles supérieures à la valeur limite, tous situés à proximité d'axes de circulation importants. En dehors de ces 10 sites et à distance des sources de pollution, seul le site 12 installé dans la rue du Hohwald (à proximité de la Porte de Schirmeck) présente un dépassement de la valeur limite annuelle.





Benzène



➔ *Distribution des concentrations*

Les concentrations moyennes reconstituées sur une année ont varié entre 0,8 et 2,0 µg/m³ (illustration 21).

Comme constaté pour le dioxyde d'azote, les niveaux de benzène les plus élevés sont observés le long de la route de Schirmeck à Strasbourg avec 2,0 µg/m³ en moyenne annuelle. Ce site se démarque du reste du dispositif qui lui présente une variabilité bien plus faible : des niveaux annuels compris entre 0,8 et 1,6 µg/m³ ont été mesurés respectivement à Oberschaeffolsheim et le long de l'avenue des Vosges à Strasbourg.

Les concentrations les plus faibles, inférieures à 1 µg/m³ sont observées sur 4 sites du dispositif, plus ou moins intégrés au tissu urbain strasbourgeois : Oberschaeffolsheim (n°30), Eckbolsheim (n°32), Holtzheim (n°34) et Lipsheim (n°37). Contrairement au dioxyde d'azote, de faibles concentrations en benzène peuvent être rencontrées dans Strasbourg (1 µg/m³ en moyenne annuelle mesuré aux points n°9 place des Tripiers, n°14 dans le quartier des XV ou encore n°17 rue Andrieux à proximité du palais des Congrès).

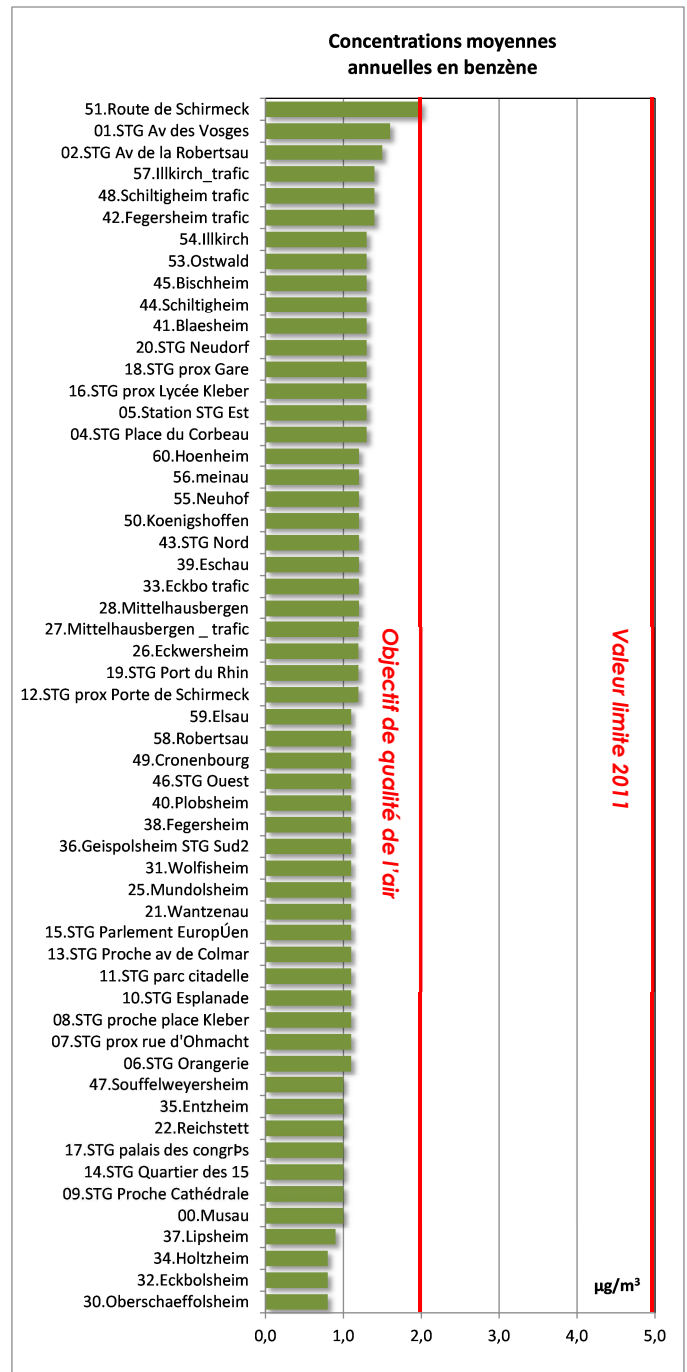


Illustration 21 : distribution des concentrations en benzène

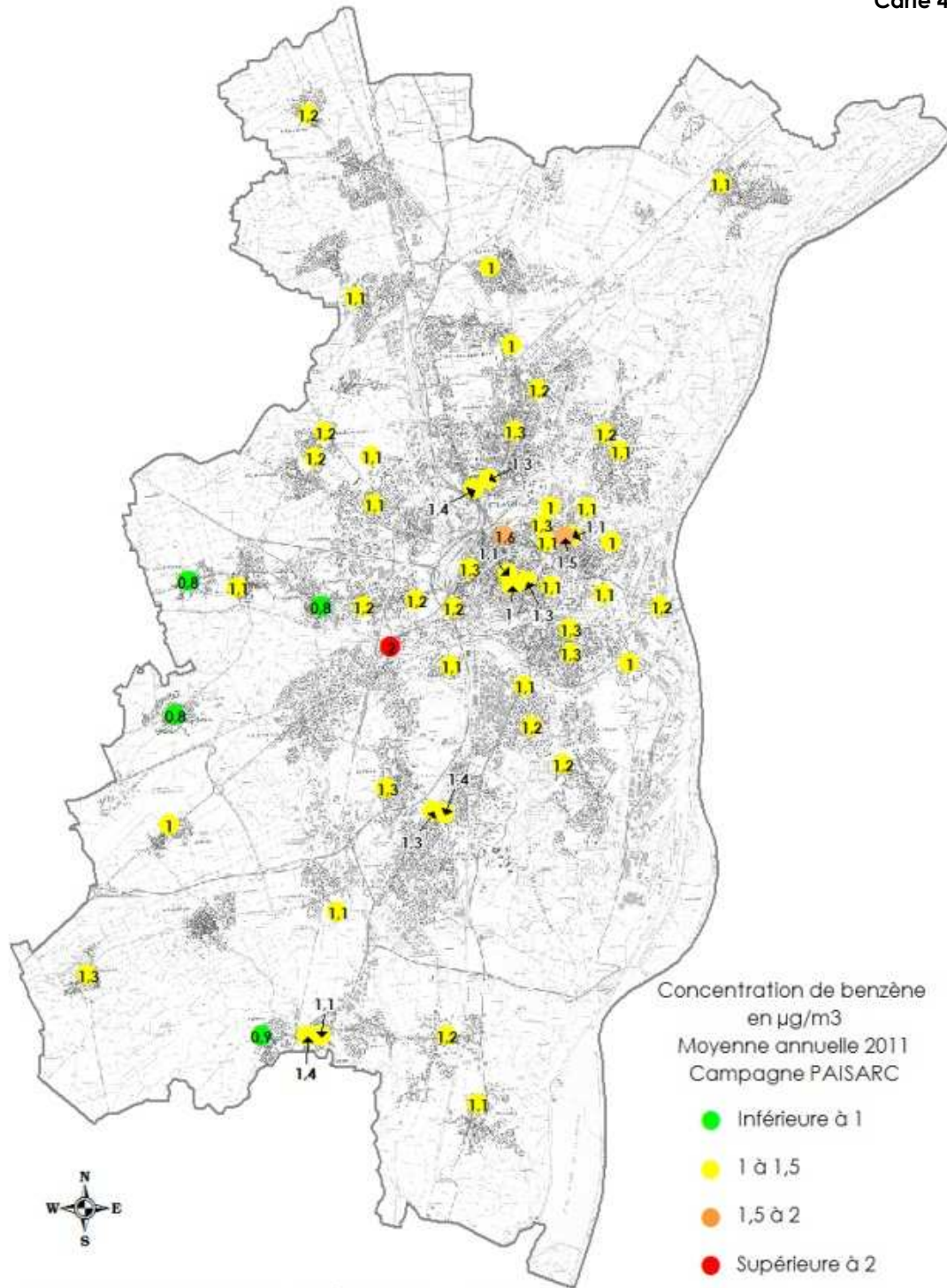
Inversement, des niveaux de concentration plus importants sont observés dans des communes éloignées du centre strasbourgeois : respectivement 1,3 et 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés aux points de mesure n°41 à Blaesheim et n°39 à Eschau.

➔ Référence aux normes

L'objectif de qualité de l'air pour le benzène est de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret 2008-1152), la valeur limite 2011 s'élevant à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Aucun site de mesure n'a présenté un dépassement de la valeur limite 2011. Seul le point de mesure n°51 installé route de Schirmeck atteint l'objectif de qualité de l'air.





COPIE ET REPRODUCTION INTERDITE - SCAN 25® IGN - Paris 2006 - CIGAL 2006

Particules

PM10

Sept points de la CUS ont été équipés de préleveurs de particules. Le nombre limité de système de mesure a impliqué une instrumentation sur des périodes différentes des phases hivernale et estivale de la campagne sur les 7 sites (tableau 2).

La durée d'exposition des filtres a varié entre 6 et 7 jours. Les résultats présentés sont donc des concentrations moyennes mesurées sur les différentes périodes d'exposition de 6 ou 7 jours.

Les mesures réalisées au cours de la phase hivernale montrent deux périodes bien contrastées (illustration 22) : les niveaux de concentration mesurés entre le 9 et le 22 décembre 2010 sont de l'ordre de 20 µg/m³ en moyenne tandis que les 14 jours suivants affichent des teneurs en particules deux fois plus élevées. Cette élévation des niveaux de particules est corrélée avec des épisodes d'inversion de température qui favorisent la stagnation des polluants. L'utilisation de feux d'artifices le 1^{er} jour de l'an peut également expliquer les niveaux moyens constatés au cours de la 4^{ème} période.

La phase estivale présente moins de variabilité entre les 4 périodes de prélèvement : les niveaux de concentration ont fluctué entre 15 et 25 µg/m³.

Seul le site STG Ouest a été équipé sur l'ensemble des 8 périodes de ce suivi permettant ainsi la reconstitution d'une moyenne annuelle.

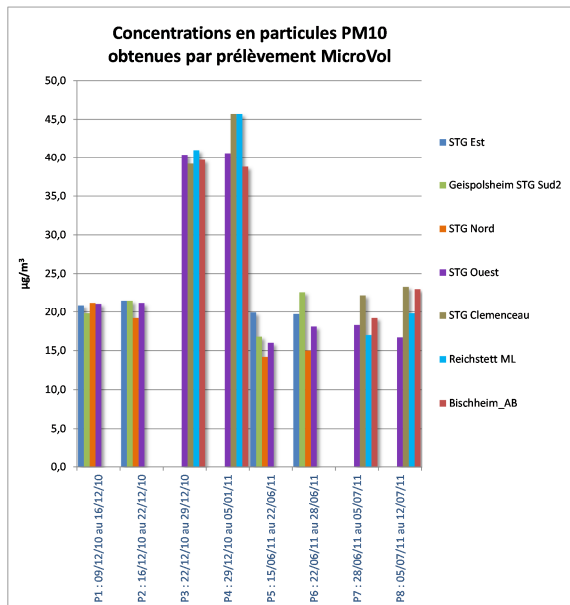


Illustration 22

Sites équipés en MicroVol pour la mesure des particules PM10										
ID	Emplacement	ZONE	P1 : 09/12/10 au 16/12/10	P2 : 16/12/10 au 22/12/10	P3 : 22/12/10 au 29/12/10	P4 : 29/12/10 au 05/01/11	P5 : 15/06/11 au 22/06/11	P6 : 22/06/11 au 28/06/11	P7 : 28/06/11 au 05/07/11	P8 : 05/07/11 au 12/07/11
5	Station STG Est	Centre_fond	■	■			■	■		
36	Geispolsheim STG Sud2	2eme couronne_fond	■	■			■	■		
43	STG Nord	1ere couronne fond	■	■			■	■		
46	STG Ouest	1ere couronne fond	■	■	■	■	■	■	■	■
61	STG Clemenceau	Centre_trafic			■	■			■	■
62	Reichstett ML	2eme couronne_fond			■	■			■	■
63	Bischheim_AB	1ere couronne_fond			■	■			■	■

Tableau 2

➔ *Référence aux normes*

L'objectif de qualité de l'air pour les particules PM10 est de 30 µg/m³ en moyenne annuelle (code de l'environnement, article R221-1 modifié par le décret 2008-1152), la valeur limite depuis 2010 s'élevant à 40 µg/m³ en moyenne annuelle.

Le site STG Ouest ne présente pas de dépassement de la valeur limite, ni même de l'objectif de qualité de l'air.

Sur le réseau de mesure fixe de l'ASPA, seul le site de proximité trafic STG A35 dépasse l'objectif de qualité de l'air avec une moyenne annuelle de 34 µg/m³. Cet objectif est également approché sur la station trafic implantée boulevard Clemenceau à Strasbourg avec 29 µg/m³ relevés en moyenne annuelle.

Sites	Typologie	Equipement de mesure	Moyenne annuelle
46. STG Ouest	Périurbaine	MicroVol	24
STG Nord	Urbaine	analyseur - PM10 FDMS	23
STG Est	Urbaine	analyseur - PM10 FDMS	24
STG Clemenceau	Trafic	analyseur - PM10 corrigé	29
STG A35	Trafic	analyseur - PM10 FDMS	34

Tableau 3

Remarque: les moyennes annuelles fournies pour STG Nord, STG Est, STG Clemenceau et STG A35 ont été calculées sur la période du 01/09/10 au 01/09/11.

Typologie des stations

urbaine : représentative de la pollution de fond (à laquelle est soumise la majorité de la population) dans les centres urbains ;

périurbaine : représentative de la pollution de fond de la périphérie des centres urbains et de l'exposition maximale à la pollution « secondaire » (ozone) en zone habitée ;

rurale : représentative de la pollution de fond en zone rurale peu habitée ;

trafic : représentative de la pollution en proximité d'une infrastructure routière à forte circulation.

Le réseau de mesure des particules de l'ASPA est constitué **d'analyseurs de type TEOM**.

Un module adapté sur le capteur de particules TEOM appelé **FDMS permet de compenser les difficultés liées aux espèces particulaires semi-volatiles**.

Toutes les stations du réseau ASPA mesurant les particules ne sont pas équipées du système TEOM/FDMS (c'est le cas de STG Clemenceau).

Les stations références STG Nord et Mulhouse Nord, équipées de FDMS, délivrent chaque quart d'heure deux valeurs de PM10 issues du TEOM et du couple TEOM/FDMS. L'écart entre les deux valeurs, dit coefficient d'ajustement, est moyenné sur 4 heures. Il est ensuite appliqué au quart d'heure automatiquement pour l'ajustement des données de concentration en PM10 des autres stations de la zone non équipées du module FDMS comme STG Clemenceau (**mesure dite corrigée ou ajustée**).



IV. CONCLUSION

Ce rapport présente une synthèse des résultats issus des de la campagne de mesure réalisée sur la Communauté Urbaine de Strasbourg entre le 9 décembre 2010 et le 6 janvier 2011 ainsi qu'entre le 15 juin et le 13 juillet 2011 dans le cadre de l'appel à projet de l'ANSES, en partenariat avec l'EHESP.

Ces mesures ont été réalisées dans le but de confronter des relevés terrain avec les simulations des niveaux de pollution générées par le modèle urbain avec pour objectif d'apporter des éléments quantitatifs relatifs aux performances du modèle. Sont uniquement présentés dans ce rapport les résultats des mesures terrain, le comparatif mesure/modèle faisant l'objet d'un rapport annexe.

■ Les résultats de mesure ont mis en exergue des disparités importantes des **niveaux de pollution en NO₂** sur la CUS. Les maxima annuels sont observés à proximité d'axes de circulation à fort trafic, dans Strasbourg comme en périphérie. La valeur limite fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle est alors systématiquement dépassée.

A distance des sources de pollution, les niveaux de concentration enregistrés sont inférieurs à la valeur limite. Certains sites strasbourgeois peuvent présenter des teneurs s'en approchant (fond de pollution élevé en lien avec la multiplication des

sources environnantes : réseau routier, chauffage urbain, industrie, ...).

■ **Concernant le benzène**, les niveaux de concentration les plus élevés sont relevés le long des axes routiers. En revanche il n'y a pas de corrélation entre l'environnement plus ou moins urbanisé du site et les teneurs enregistrées : de faibles concentrations en benzène ont été relevées dans le centre strasbourgeois, à contrario des concentrations plus élevées ont été mesurées dans certains villages périphériques de Strasbourg. Aucun site n'a approché la valeur limite annuelle (fixée à 5 µg/m³), seul le point de mesure installé route de Schirmeck à Strasbourg a atteint l'objectif de qualité de l'air (fixé à 2 µg/m³).

■ **Les prélèvements de particules PM₁₀** ont montré une élévation importante des teneurs sur la 2^{ème} quinzaine de la phase hivernale de la campagne (x2 par rapport à la 1^{ère} quinzaine) en lien avec les inversions de température rencontrées ainsi qu'aux fêtes de fin d'année (utilisation de feux d'artifices).

Le site STG Ouest à Schiltigheim a fait l'objet de prélèvement sur les 8 périodes de la campagne permettant la reconstitution d'une concentration moyenne annuelle en PM₁₀. Les niveaux de concentration annuels mesurés sont inférieurs à la valeur limite (fixée à 40 µg/m³) et à l'objectif de qualité de l'air (fixé à 30 µg/m³). Seul le site de proximité trafic STG A35 présente une

concentration moyenne annuelle
supérieure à l'objectif de qualité de l'air.



ANNEXE 1 : descriptif des moyens de mesure



Echantillonneur passif pour le dioxyde d'azote

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote sur un absorbant, la triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4cm de long et de 9,5mm de diamètre. La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

Caractéristiques du tube :

débit de diffusion = 0,8536 ml/min corrected to 9°C.

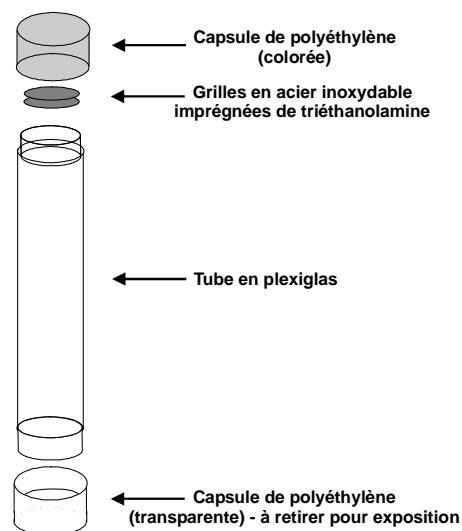
plage de mesure : 1 - 200 µg/m³.

temps de prélèvement préconisé : 1-4 weeks.

limite de detection : 0,64 µg/m³ for 2-week exposure.



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



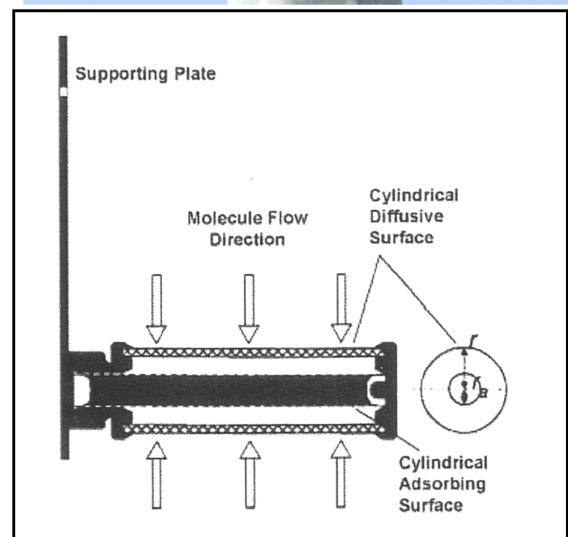
Echantillonneur passif pour les BTEX dont le benzène

L'échantillonneur passif Radiello est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de gaz jusqu'à une cartouche adsorbante placée dans un corps diffusif à géométrie radiale.

La cartouche de collection est livrée dans un tube scellé. Une fois retirée du tube, la cartouche est insérée dans le corps diffusif du préleveur. Le corps diffusif est ensuite vissé sur un support qui sera disposé dans un abri.

Après exposition, la cartouche est replacée dans le tube et envoyée à un laboratoire d'analyse.

Pour le benzène, la quantité totale adsorbée sur la cartouche de charbon actif est extraite par désorption thermique et déterminée par chromatographie gazeuse.



Préleveur bas débit type MICROVOL

Le préleveur bas débit Microvol permet le prélèvement automatique des particules contenues dans un volume dosé d'air. Les particules sont recueillies sur des filtres de 47 mm de diamètre. Les analyses de particules sont réalisées en laboratoire. L'air est aspiré à travers une tête de prélèvement spécifique à la fraction recherchée. Dans notre cas, les particules de diamètre supérieur à 10 μm , sont impactées sur de la graisse de silicone et sont donc éliminées. Les particules restantes suivent le flux d'air pour être collectées sur le filtre. En fin de parcours, on trouve un débitmètre et une pompe. Le débit de fonctionnement est programmable entre 1 et 4,5 l/min. Les filtres sont analysés en différé au laboratoire.

- ✓ Débit : 1 à 4,5 l/min \pm 2% de la lecture
- ✓ Thermomètre : 0-45°C \pm 1°C
- ✓ Manomètre : 600 à 900 \pm 4 mm de mercure
- ✓ Support de filtres : 47 mm
- ✓ Sélecteurs d'entrée : poussières totales, PM-10 ou PM-2,5
- ✓ Acquisition de données interne
- ✓ Sortie : RS 232 - Dimensions : 170 mm diamètre \times 300 mm hauteur



ANNEXE 2 : principaux effets des indicateurs de pollution pris en compte





Effets des principaux polluants sur la santé

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

Benzène : effets sur le système nerveux, les globules et plaquettes sanguins pouvant provoquer une perte de connaissance ; agent mutagène et cancérigène ;

Autres COVNM : effets très variables selon le polluant envisagé. Ils peuvent générer une gêne olfactive, une irritation voire une diminution de la capacité respiratoire ;

PM₁₀ : irritant des voies respiratoires et altération de la fonction respiratoire ; certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes ;



Effets des principaux polluants sur l'environnement

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

COVNM : formation d'ozone troposphérique ;

PM : salissure des bâtiments et des monuments ;

