


**CAMPAGNE DE MESURE A SAINT DIE  
DES VOSGES**

**Campagne de référence de la qualité de l'air**

**- du 13 septembre au 08 novembre 2006 -**

Date de publication : Janvier 2007

Réf : AIRLOR 06/11/0054

	AIRLOR 06/11/0054	sept-nov 2006
	<b>CAMPAGNE DE MESURES A SAINT DIE DES VOSGES</b> Campagne de référence de la qualité de l'air	

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	S.BOURDET S. RAPENNE	N. MARQUIS	JP SCHMITT
Signature			
Date			

Rapport  AIRLOR  
 Contrat n° .....  
 Client :

Diffusion :  libre  
 contrôlée

Nombre d'exemplaires édités :

Diffusion initiale :                    Demandeur (1 exemplaire)

- AIRLOR :
- Archives (1 ex)
  - Service Etudes (1 ex)
  - Auteur (1 ex)
  - Analyste (1 ex)

Nombre de volumes : 1

Nombre de pages du rapport hors annexes : 30

Nombre d'annexes : 3

## RESUME

Dans le cadre de la mise en place de la stratégie nationale de surveillance de la qualité de l'air, Airlor a déterminé fin 2005 son programme pluriannuel de surveillance. La surveillance de la ville de St Dié-des Vosges y est intégrée par la réalisation d'un suivi diachronique sous forme de campagnes de mesure et l'utilisation d'outils de modélisation.

Une première campagne de mesures de la qualité de l'air a été effectuée du 13/09/06 au 08/11/06 dans cette commune.

L'exploitation des résultats indique les tendances suivantes :

\* Les niveaux relevés en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et benzène sont systématiquement plus élevés en situation de proximité automobile (respectivement 33 µg/m<sup>3</sup> en NO<sub>2</sub> et 1,46 µg/m<sup>3</sup> en benzène en moyenne globale) qu'en situation de fond urbain (17 µg/m<sup>3</sup> en moyenne globale en NO<sub>2</sub> et 1,09 en benzène).

\* Une comparaison, à titre indicatif, des niveaux mesurés à la réglementation actuelle indique les tendances suivantes :

*NO<sub>2</sub>* : seuls 2 sites de proximité automobile atteignent ou dépassent le seuil correspondant à l'objectif de qualité (40 µg/m<sup>3</sup> sur un an). Ils sont implantés le long de la voie rapide N58. La valeur limite pour la protection de la santé humaine relative à 2006 (48 µg/m<sup>3</sup>) est respectée. Celle applicable à partir de 2010 (40 µg/m<sup>3</sup>) serait quant à elle dépassée sur 1 site de proximité automobile.

La valeur moyenne en NO<sub>2</sub> issue de la remorque laboratoire est inférieure d'une part à la valeur limite annuelle et à l'objectif de qualité, et d'autre part aux seuils LAT-UAT.

*Benzène* : 1 site de proximité automobile localisé au centre ville de saint Dié dépasse le seuil correspondant à l'objectif de qualité (2 µg/m<sup>3</sup> sur un an). Le seuil relatif à la valeur limite pour la protection de la santé en 2006 (9 µg/m<sup>3</sup>) et à l'horizon 2010 (5 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas atteint.

Les concentrations relevées avec la remorque pour les autres gaz polluants (monoxyde de carbone, dioxyde de soufre, ozone, poussières fines) sont modérées, respectant les seuils réglementaires actuellement en vigueur. A noter cependant que le niveau moyen en poussières fines PM<sub>10</sub> dépasse le seuil UAT, ce qui nécessiterait un suivi en ce point.

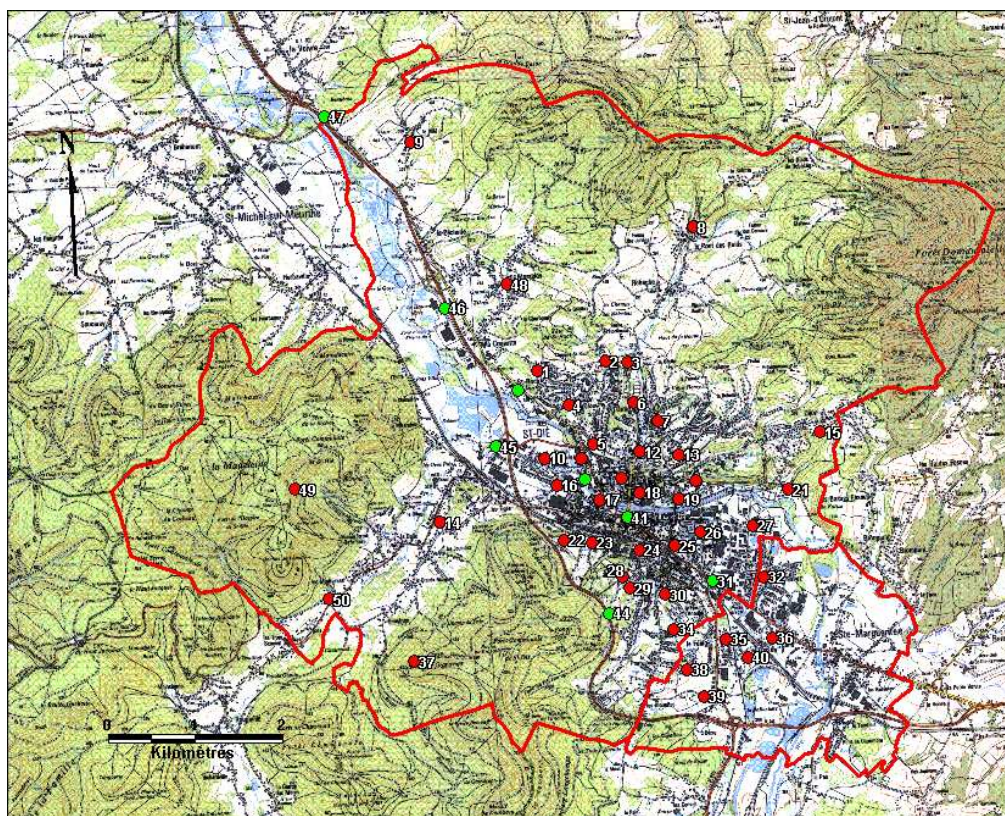
Ces premières données seront consolidées par la mise en place de plusieurs campagnes de mesures à Saint-Dié, à diverses périodes de l'année, afin d'affiner les connaissances sur la qualité de l'air dans cette zone vosgienne.

## FICHE RECAPITULATIVE DE L'ETUDE

### Matériels et méthodes :

Site et typologie	Adresse	Période	Moyens utilisés et paramètres mesurés
Remorque laboratoire	Rue des Capucins	Du 130906 au 141106	Remorque laboratoire : NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , paramètres météorologiques
Tubes passifs NO <sub>2</sub> et benzène répartis sur 50 sites	A Saint Dié et alentours	8 campagnes en 2006: <i>Pour le NO<sub>2</sub> :</i> C1 : 130906 au 270906 C2 : 270906 au 111006 C3 : 111006 au 251006 C4 : 251006 au 081106  <i>Pour le benzène :</i> C1 : 130906 au 200906 C2 : 200906 au 270906 C3 : 270906 au 041006 C4 : 041006 au 111006 C5 : 111006 au 181006 C6 : 181006 au 251006 C7 : 251006 au 311006 C8 : 311006 au 081106	Tubes passifs NO <sub>2</sub> sur 50 sites (42 sites de fond et 8 sites de proximité automobile). 236 tubes NO <sub>2</sub> utilisés  Tubes passifs benzène sur 50 sites (42 sites de fond et 8 sites de proximité automobile) 472 tubes benzène utilisés.

Carte de localisation des tubes passifs (en rouge) et de la remorque laboratoire (source : MapInfo AIRLOR - carte au 1/100 000ème)



## Résultats :

Concentrations en NO<sub>2</sub> et benzène obtenues avec les tubes passifs :

Moyenne NO <sub>2</sub> sites de fond (nbre de tubes)	Moyenne NO <sub>2</sub> sites de prox. aut. (nbre de tubes)	Moyenne C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> sites de fond (nbre de tubes)	Moyenne C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> sites de prox. auto. (nbre de tubes)
17 µg/m <sup>3</sup> (200 tubes)	33 µg/m <sup>3</sup> (36 tubes)	1,09 µg/m <sup>3</sup> (400 tubes)	1,46 µg/m <sup>3</sup> (72 tubes)

Concentrations en gaz polluants obtenues avec la remorque du 130906 au 081106 :

	Moy./max. horaire remorque µg/m <sup>3</sup>	Seuils Réglementaires (à l'échelle du jour ou De l'année)	LAT - UAT *
NO <sub>2</sub>	18/85	-Valeur limite <i>annuelle</i> pour la protection de la santé hum. = <b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en 2010 - Objectif de qualité annuel : <b>40 µg/m<sup>3</sup></b>	26 - 32 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	18/68	- Valeur limite <i>annuelle</i> = <b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en 2005 - Objectif de qualité <i>annuel</i> = <b>30 µg/m<sup>3</sup></b>	10 - 14 µg/m <sup>3</sup>
CO	-275/1343 -Max journ de la moy glissante : 912	Protection santé humaine : 10mg/m <sup>3</sup> en <i>max journ.</i> de la moy. glissante sur 8h	/
O <sub>3</sub>	33/105	Objectif qualité correspondant au seuil de protection de la végétation : 65 µg/m <sup>3</sup> sur 24h	/
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	/	/	2 - 3,5 µg/m <sup>3</sup>

\* LAT signifie Lower Assessment Threshold (seuil d'évaluation minimal) et UAT Upper Assessment Threshold (seuil d'évaluation maximal) : Ces seuils permettent de définir une stratégie de surveillance à mettre en œuvre, à partir d'observations sur plusieurs années.

- si les niveaux observés sont en dessous des seuils d'évaluation minimaux, les techniques de modélisation ou d'estimation peuvent être employées pour évaluer la qualité de l'air,
- si les niveaux observés sont compris entre les seuils d'évaluation minimaux et maximaux, une combinaison de mesures en continu et de techniques de modélisation peut être employée,
- si les niveaux observés sont au dessus des seuils d'évaluation maximaux, les mesures en continu sont préconisées et doivent être poursuivies.

## **SOMMAIRE**

<b>1) PRESENTATION DE L'ETUDE</b>	<b>7</b>
<b>2) NOM ET QUALITE DES INTERVENANTS</b>	<b>7</b>
<b>3) MATERIEL ET METHODES</b>	<b>7</b>
3.1) Mesures par analyseur en continu	8
3.2) Campagnes de mesures par tubes passifs	9
<b>4) EMBLEMENTS DES POINTS DE MESURES</b>	<b>11</b>
<b>5) ORIGINE ET PRINCIPAUX EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT DES POLLUANTS ETUDIES</b>	<b>14</b>
<b>6) APPORT DE L'INVENTAIRE REGIONAL DES EMISSIONS</b>	<b>16</b>
<b>7) CONDITIONS CLIMATIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURES</b>	<b>17</b>
<b>8) REPRESENTATIVITE DE LA PERIODE/ANNEES PRECEDENTES</b>	<b>18</b>
<b>9) REGLEMENTATION EN VIGUEUR</b>	<b>18</b>
<b>10) RESULTATS</b>	<b>18</b>
10.1) Etude des doublons	18
10.2) Résultats et commentaires	18
<b>11) CARTOGRAPHIE</b>	<b>18</b>
<b>12) CONCLUSION</b>	<b>18</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>31</b>

## 1) Présentation de l'étude

Mise en place à la demande de la commune, nouvelle adhérente d'Airlor, une première campagne de mesures a été réalisée pour la ville de Saint-Dié des-Vosges, faisant appel à divers moyens de mesures :

- une remorque laboratoire mesurant divers gaz polluants réglementés : campagne effectuée du 13/09/06 au 14/11/06
- des tubes passifs de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et de benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> : campagne de mesures réalisée du 13/09/06 au 08/11/06

Inscrites au programme de surveillance pluriannuel, ces huit semaines de mesures (correspondant à une campagne de référence de la qualité de l'air dans ce secteur) constitueront la première étape d'un suivi séquentiel.

## 2) Nom et qualité des intervenants

*Personnel d'AIRLOR :*

Monsieur Jean-Pierre SCHMITT, directeur d'AIRLOR

Madame Nathalie MARQUIS, responsable du service Etudes et Informatique

Madame Sandrine BOURDET, chargée d'études

Monsieur Serge Rapenne, informaticien

Monsieur Julien Galineau, ingénieur d'études émissions-modélisation

*Intervenants extérieurs :*

Fourniture des tubes à diffusion passive NO<sub>2</sub> : Entreprise Passam

Fourniture des tubes à diffusion passive BTX : Entreprise Radiello

Analyse des tubes NO<sub>2</sub> : Faculté de Pharmacie de Nancy (Mme Livertoux)

Analyse des tubes BTX : LIC à Strasbourg

## 3) Matériel et méthodes

Deux approches ont été utilisées par AIRLOR :

- une analyse multi-polluants sur des sites fixes, réalisée avec des analyseurs en continu placés dans une remorque laboratoire. Cette méthode fournit des informations au niveau horaire (voire quart-horaire) d'une précision méthodologique optimale.

Tableau n°1 : Méthode analytique utilisée pour la mesure des polluants, et limites de détection :

Polluant	Méthode analytique utilisée	Limites de détection
NOx	NF X 43-018 - chimiluminescence	0,35 ppb (partie par billion)
O <sub>3</sub>	NF X 43-024 - absorption UV	1 ppb
CO	NF X 43-044 - absorption dans l'infra rouge associé à la corrélation par filtre gazeux	100 ppb
SO <sub>2</sub>	NF X 43-019 - fluorescence UV	1 ppb
PM10	Micro balance TEOM	< à 5 µg/m <sup>3</sup>

- une analyse des taux de pollution par le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et le benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (pris comme traceurs de la pollution routière) en utilisant des tubes passifs, placés sur divers emplacements. Cette méthode fournit des mesures moyennées sur la période de pose des tubes à diffusion passive et d'une précision méthodologique moindre que les analyseurs.

### 3.1) Mesures par analyseur en continu

Pour mettre en place ce type de mesures, AIRLOR utilise *une remorque laboratoire* équipée des différents appareils de mesures physico-chimiques, et muni d'un mât météorologique pouvant s'élever jusqu'à 10 mètres de haut.



Illustration n°1 : remorque laboratoire  
Rue des Capucins, Saint-Dié

Les polluants mesurés en continu par des analyseurs automatiques sont ceux qui sont habituellement étudiés en station fixe, à savoir : les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les particules en suspension PM10 (particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 microns). Ces appareils sont reliés à une station d'acquisition capable de stocker les données durant plusieurs jours

Tableau n°2 : Les principaux polluants atmosphériques mesurés avec la remorque laboratoire, et leur méthode d'analyse



POLLUANT		METHODE D'ANALYSE
Dioxyde de soufre	SO <sub>2</sub>	Fluorescence ultra-violette
Oxydes d'azote	NO <sub>x</sub>	Chimiluminescence
Particules en suspension	PM <sub>10</sub>	Microbalance avec élément oscillant à sa fréquence naturelle (gravimétrie)
Monoxyde de carbone	CO	Corrélation infra rouge
Ozone	O <sub>3</sub>	Photométrie ultra-violette

En ce qui concerne les paramètres météorologiques, le rayonnement, l'humidité relative, la température, la vitesse et la direction du vent ont été suivis avec la remorque laboratoire.

### 3.2) Campagnes de mesures par tubes passifs

Afin d'augmenter la connaissance spatiale des niveaux de concentration des polluants, AIRLOR a utilisé une méthode de mesure bien spécifique : les tubes passifs NO<sub>2</sub> et benzène. Dans le contexte de cette étude (sources industrielles négligeables, absence de chauffages domestiques ou collectifs), le NO<sub>2</sub> et le benzène sont considérés comme de bons traceurs de la pollution automobile.

Cette méthode des tubes passifs a été proposée par Palmes et coll. en 1976 et est couramment utilisée pour des campagnes de mesure de ce type.

AIRLOR a acquis une expérience certaine dans la manipulation de cet outil depuis 1996, avec entre autres la réalisation des plusieurs campagnes de mesures sur la Communauté Urbaine du Grand Nancy en 1996 et 2002, sur le long de l'autoroute A31 et également le long de la RN66 en 1998 et 2005.

#### Principe de la méthode

##### *Principe de l'échantillonnage passif :*

Un tube de dimension connue contient un support imprégné d'un réactif ayant la propriété de piéger spécifiquement le polluant recherché. Le tube est exposé à l'air libre pendant une durée déterminée qui dépend du réactif utilisé. Après exposition, les tubes sont collectés et analysés en laboratoire. La concentration du polluant étudié correspond à une valeur moyennée sur la durée d'exposition du tube.

### Avantages et inconvénients de l'échantillonnage passif :

- Cette technique fournit une information sur la répartition spatiale du polluant analysé sur la zone d'étude.
- Un contrôle qualité est effectué pour s'assurer de la précision des mesures (moindre que celle des analyseurs). Certaines mesures sont dupliquées.
- Il est nécessaire de mettre en œuvre une stratégie de prélèvement concernant la durée et la fréquence des campagnes de mesure qui doivent être adaptées au but recherché.
- Le bon fonctionnement des tubes passifs peut être influencé par plusieurs facteurs, les principaux étant l'ozone, la température et l'humidité relative de l'atmosphère, dont il peut être intéressant de suivre l'évolution.
- Elle ne rend pas compte des fluctuations rapides de la concentration en polluant. Ainsi les épisodes de pointe ne peuvent être repérés de cette manière.

### Mesure du $\text{NO}_2$ par tubes à diffusion passive :

Pour l'échantillonnage du  $\text{NO}_2$ , AIRLOR utilise les tubes à diffusion de Palmes fabriqués par GRADKO. Un tube à diffusion de Palmes est un tube cylindrique en plastique de 1,2 cm x 7,1 cm. Il contient deux ou trois grilles d'acier inoxydable, qui sont préalablement imprégnées d'une solution de triéthanolamine. Cet absorbant va permettre de piéger le  $\text{NO}_2$  (figure 1). Lorsque le tube est exposé à l'air ambiant, le polluant est transporté par diffusion moléculaire à travers le tube jusqu'à la solution absorbante dans laquelle il est accumulé.

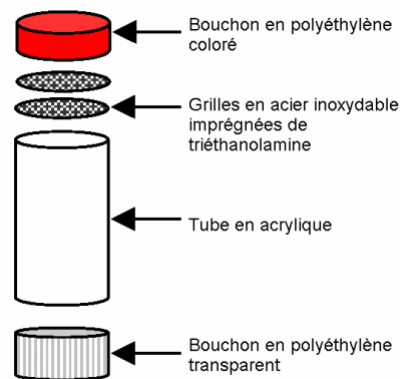


Illustration n° 2 : Schéma d'un tube  $\text{NO}_2$

Les tubes sont fixés dans des boîtes de protection qui permettent d'atténuer les effets des conditions climatiques sur la mesure du tube (voir illustration n° 3 ci-après). Ces boîtes sont fixées sur des pylônes ou des poteaux à une hauteur de 2 à 3 mètres du sol. Les tubes sont ouverts pendant la durée de l'exposition.

Concernant les critères d'implantation des tubes, AIRLOR suit les recommandations nationales établies conjointement par le Laboratoire Central pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) et la profession.



*Illustration n° 3 : Photographie d'un tube NO<sub>2</sub> sur le terrain*

Le NO<sub>2</sub> piégé sous forme de nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup> dans le tube est mesuré par spectrophotométrie (dosage colorimétrique). Concernant les protocoles analytiques, en l'absence de normes de référence, AIRLOR applique le protocole national établi conjointement par le LCSQA et la profession et consigné dans un guide intitulé « Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote », ADEME Editions, Paris, 2002.

#### *Mesure du benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> par tube passif:*

Le benzène présent dans l'air ambiant est adsorbé par le charbon actif présent dans un tube à diffusion passive. Une fois récupérée après exposition, la cartouche de charbon actif est ensuite analysée suivant la technique de désorption thermique. La préparation et l'analyse des tubes sont effectuées par le Laboratoire interrégional de Chimie (LIC) de l'ASPA (Bas-Rhin).



*Illustration n° 4 : Badge pour le benzène : la cartouche (à droite) sera insérée dans un corps diffusif (à gauche) et fixée sur un badge (en bleu) qui sera exposé à l'extérieur*

## **4) EMPLACEMENTS DES POINTS DE MESURES**

La remorque laboratoire a été placée dans la rue des Capucins, du 13/09/06 au 14/11/06.

Les emplacements relatifs aux tubes passifs NO<sub>2</sub> et benzène sont regroupés dans le tableau ci-après.

Tableau n°03 : emplacements des tubes passifs NO2 et benzène placés du 13 septembre au 08 novembre 2006 :

Réf Airlor	Fond/Proximité	X* (NS)	Y* (EW)	Adresse finale
SD1 1	Fond	941140	2376720	rue Baldensperger (sur lampadaire, à droite en montant)
SD1 2	Fond	941920	2376830	Début de la rue Claude Bassot (3è poteau en bois)
SD1 3	Fond	942170	2376820	rue Renée Ferry (au fond à droite, sur poteau d'éclairage)
SD1 3d	Fond	942170	2376820	rue Renée Ferry (au fond à droite, sur poteau d'éclairage)
SD1 4	Fond	941500	2376330	Impasse de l'étang Piliier (sur le 1er lampadaire à gauche en montant)
SD1 5	Fond	941780	2375890	rue Mozart (sur lampadaire), à côté du terrain de foot
SD1 6	Fond	942260	2376360	allée Raymond Aron
SD1 7	Fond	942920	2378350	en face du 18 rue de la vigne Henry (sur poteau d'éclairage, à gauche)
SD1 8	Fond	942930	2378370	sur la RN : sur le poteau (à gauche en montant), au niveau du "Pont des raids"
SD1 9	Fond	940300	2376990	D84 : dans "le Villé" sur poteau électrique à droite, en montant
SD1 10	Fond	941220	2375720	5 Impasse de la Madeleine III (sur poteau électrique)
SD1 11	Fond	941650	2375720	rue Matter (au niveau de l'ANF)
SD1 12	Fond	942310	2375800	14 rue de la Cathédrale (sur lampadaire)
SD1 13	Fond	942760	2375760	en face du 25 rue de la Roche des fées (sur poteau électrique)
SD1 13D	Fond	942760	2375760	en face du 25 rue de la Roche des fées (sur poteau électrique)
SD1 14	Fond	940020	2374940	46 chemin des Hières (poteau électrique en bois)
SD1 15	Fond	944390	2376020	D82(?) face au n°7
SD1 16	Fond	941360	2375410	en face du 14 rue Charles et J. Linck (candélabre)
SD1 16D	Fond	941360	2375410	en face du 14 rue Charles et J. Linck (candélabre)
SD1 17	Fond	941850	2375240	Allée d'Arion, le long de la Meurthe (2è lampadaire, à droite)
SD1 18	Fond	942320	2375330	Place du Marché (sur poteau après celui portant le pancarte P)
SD1 18D	Fond	942320	2375330	Place du Marché (sur poteau après celui portant le pancarte P)
SD1 19	Fond	942760	2375250	5 avenue de la Vanne de Pierre
SD1 20	Fond	942960	2375470	rue Thurin (sur poteau électrique - au GRETA))
SD1 21	Fond	944020	2375360	Chemin de Fave
SD1 22	Fond	941430	2374790	chemin de la côte St Martin (sur le lampadaire, à gauche)
SD1 23	Fond	941770	2374750	9 rue Deodat (sur le lampadaire, à gauche)
SD1 23D	Fond	941770	2374750	9 rue Deodat (sur le lampadaire, à gauche)
SD1 24	Fond	942320	2374670	Foyer de l'Hermitage (sur le lampadaire central dans le "parking")
SD1 25	Fond	942720	2374720	rue du Mondelet (sur lampadaire)
SD1 26	Fond	943020	2374870	Derrière le bâtiment "Ile de France", derrière rue Haouv
SD1 26D	Fond	943020	2374870	Derrière le bâtiment "Ile de France", derrière rue Haouv
SD1 27	Fond	943620	2374950	Parc Omnisport : sur le lampadaire au niveau du parking
SD1 28	Fond	942120	2374360	en face de la rue Berlioz (entrée du "château")
SD1 29	Fond	942210	2374230	10 avenue Marguerite (lampadaire)
SD1 30	Fond	942610	2374160	après le 38 rue de la Grotte (lampadaire près des bancs)
SD1 31	prox	943160	2374310	rue d'Alsace (sur poteau contenant la publicité "4 murs", à côté du magasin 4 murs)
SD1 32	Fond	943740	2374360	331 rue des Chênes (sur poteau électrique)
SD1 33	Fond	942110	2375490	rue des Capucins
SD1 33D	Fond	942110	2375490	rue des Capucins
SD1 34	Fond	942710	2373760	rue des Réfugiés (sur lampadaire, avant le cimetière)
SD1 35	Fond	943310	2373650	Candélabre à proximité de l'Impasse de la Belle Vallée
SD1 36	Fond	943840	2373660	près du magasin "la Grande Récré", sur lampadaire
SD1 36D	Fond	943840	2373660	près du magasin "la Grande Récré", sur lampadaire
SD1 37	Fond	939720	2373390	Chemin Oschell (piquet)
SD1 38	Fond	942860	2373300	358 chemin des grandes Roves, au bout. Sur le lampadaire
SD1 39	Fond	943060	2372990	Près de l'auberge de Relyfosse - chemin de la Reine (4è poteau)
SD1 40	Fond	943560	2373440	Sur la route avant de tourner en direction du Parc de l'Equipement (sur poteau)
SD1 41	prox	942180	2375040	Place St-Martin, sur poteau en face de l'entrée de l'église
SD1 42	Prox	941690	2375480	rue des Folmard (sur le poteau au niveau du pont de la Meurthe)
SD1 43	prox	941140	2376350	le long de l'avenue de Verdun (avant le magasin BUT)
SD1 43D	prox	941140	2376350	le long de l'avenue de Verdun (avant le magasin BUT)
SD1 44	prox	941970	2373940	le long de la voie rapide, sur un piquet d'AIRLOR
SD1 45	prox	940660	2375850	Rond-point Monod (sur lampadaire portant le nom du rond-point)
SD1 46	prox	940300	2377000	Au niveau de la "ZA Hellieule 4", sur 1 poteau portant des pancartes
SD1 47	prox	938680	2379630	le long de la voie rapide, à l'entrée de "La Voivre" (sur un poteau à gauche)
SD1 48	Fond	940800	2377680	chemin du Charbonny (sur poteau)
SD1 49	Fond	938350	2375360	Chemin forestier à monter, au niveau des Moitresses (piquet)
SD1 50	Fond	938770	2374080	Rue de Lorique (sur poteau en bois, à proximité de la maisonnette en bois)

\* Coordonnées (Lambert II étendu -Paris). Issu du SIG

On distingue deux types de sites :

- Les sites dits de *fond urbain*, installés en retrait des voies de circulation, permettent d'accéder aux niveaux de fond pour un polluant donné.

- Les sites de *proximité automobile* sont proches des axes routiers et témoignent ainsi de l'influence du trafic urbain sur le niveau de pollution.

Une codification unique des tubes passifs a été mise en place. Elle a été apposée sur chacun des tubes passifs avant d'effectuer leur pose sur site. Il s'agit d'un code comportant 3 caractères (SD1 pour SAINT DIE, campagne 1), suivi de 3 chiffres : le *premier* chiffre correspond au numéro du site, le *second* chiffre correspond à la campagne en cours, et le *troisième* correspond au code officiel du polluant (3 pour le NO<sub>2</sub>, 35 pour le benzène).  
Exemple : SD1 6-1-3 signifie : campagne menée dans la commune de Saint-Dié des Vosges - site de mesures n°6, première période de la campagne de mesures - NO<sub>2</sub> concerné par cette campagne.

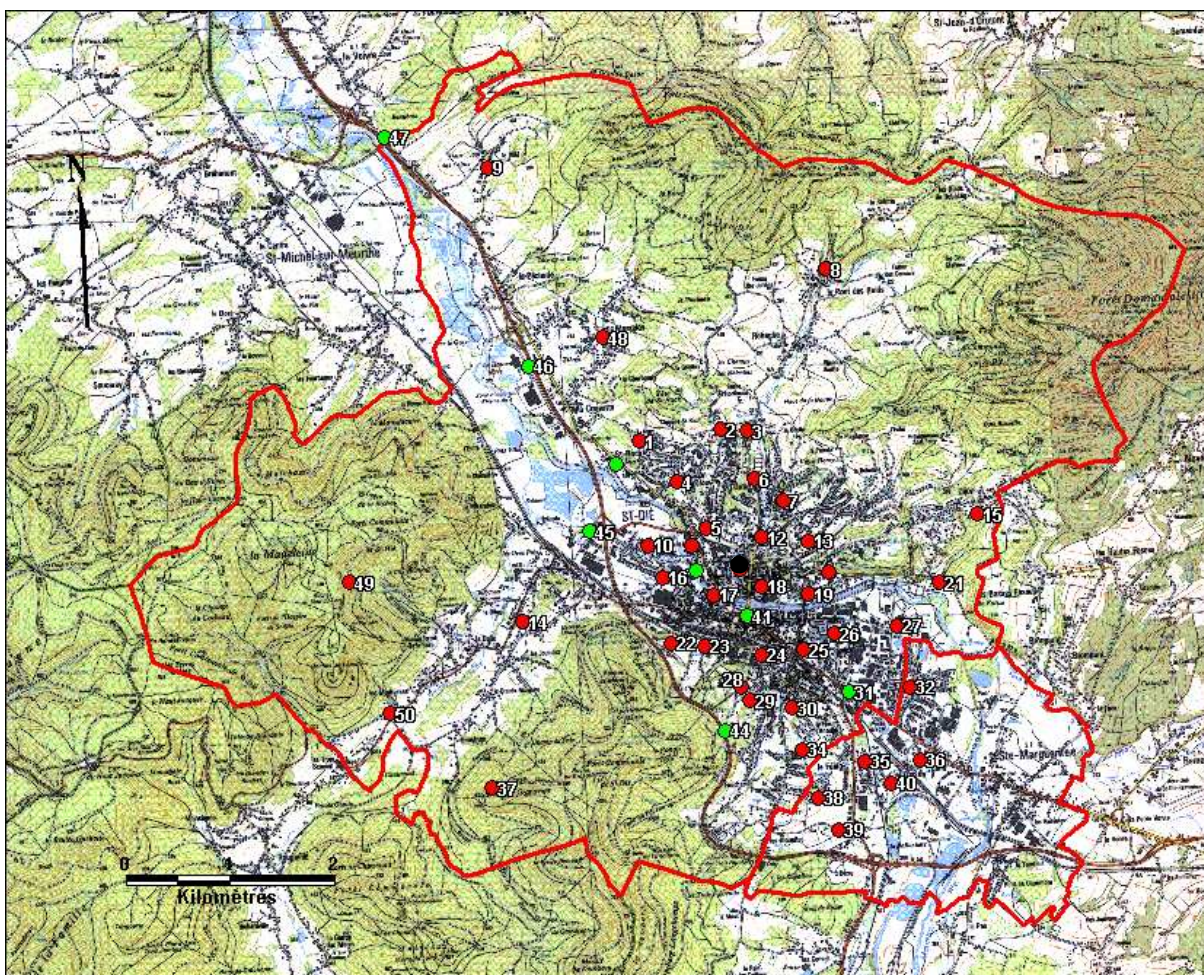


Illustration n° 5 : localisation des tubes passifs NO<sub>2</sub> et benzène

● remorque laboratoire  
● tubes passifs (NO<sub>2</sub> et benzène) - en rouge : site de fond, en vert : site de prox. automobile

## 5) ORIGINE ET PRINCIPAUX EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT DES POLLUANTS ETUDIES

Tableau n°4 : origine et principaux effets sur la santé et l'environnement des polluants étudiés

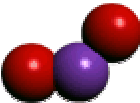

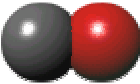
Polluant	Origine	Principaux effets sur la santé et l'environnement
Dioxyde de soufre  SO <sub>2</sub>	Combustion de combustibles fossiles contenant du soufre : fuel, charbon essentiellement. Les principaux émetteurs sont les centrales thermiques, les installations industrielles de combustion, les chauffages industriels ou domestiques.	<u>Sur la santé :</u> Gaz irritant. Affections respiratoires (toux, gêne respiratoire, maladies ORL...), en synergie avec les particules en suspension.  <u>Sur l'environnement :</u> Transformation du SO <sub>2</sub> au contact de l'humidité de l'air en acide sulfurique et contribution directe au phénomène des pluies acides et de ce fait, à l'acidification des lacs, au dépérissement forestier et à la dégradation du patrimoine bâti (monuments, matériaux...).
Oxydes d'azote  NO <sub>x</sub>	Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> sont émis lors de combustions. Le NO <sub>2</sub> est issu de l'oxydation du NO. Les principale sources sont : le transport routier (48% en 2002 - source CITEPA) et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffage...). Le NO <sub>2</sub> se rencontre également à l'intérieur des locaux (appareils au gaz tels que gazinières, chauffe-eau...). Les oxydes d'azote sont des gaz précurseurs servant à la formation d'ozone troposphérique.	<u>Sur la santé :</u> Pénétration dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Affections respiratoires chroniques, perturbations de la fonction respiratoire et du transport de l'oxygène dans le sang.  <u>Sur l'environnement :</u> Participation du NO <sub>2</sub> aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.
Monoxyde de carbone  CO	Gaz inodore, incolore et inflammable, le monoxyde de carbone provient de combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fioul ou bois, carburants). La source principale est le transport routier (environ 34% des émissions totales en 2002). Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un espace clos ou en cas d'embouteillage dans des espaces couverts, ainsi qu'en cas de mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique.	<u>Sur la santé :</u> CO se fixant à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins. Premiers symptômes : maux de tête, vertiges. Symptômes s'aggravant avec l'augmentation des teneurs en CO (nausées, vomissements...) et pouvant, en cas d'exposition prolongée, aller jusqu'au coma et à la mort.  <u>Sur l'environnement :</u> CO participant à la formation de l'ozone troposphérique. CO se transformant en CO <sub>2</sub> et contribuant ainsi à l'effet de serre.

Tableau n°4 (suite) : origine et principaux effets sur la santé et l'environnement des polluants étudiés

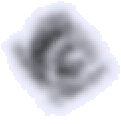
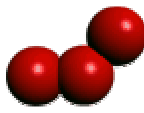

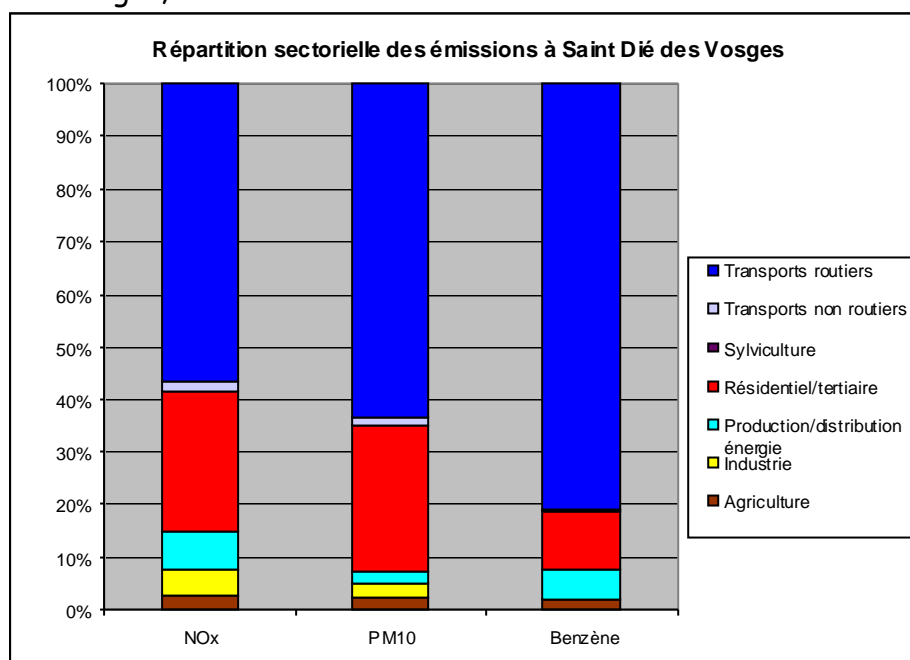
Polluant	Origine	Principaux effets sur la santé et l'environnement
<p>Particules en suspension</p>  <p>PM<sub>10</sub></p>	<p>Ce sont des particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns. Elles proviennent des véhicules diesels, de pièces d'usure automobiles (freins, pneus, ...). Les particules en suspension peuvent également être d'origine naturelle.</p>	<p><u>Sur la santé :</u> Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des teneurs relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.</p> <p><u>Sur l'environnement :</u> Les particules en suspension PM10 peuvent réduire la visibilité, et influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière. Ces poussières fines, en se déposant, salissent et contribuent à la dégradation physique et chimique des matériaux, des bâtiments, des monuments... Accumulées sur les feuilles des végétaux, elles peuvent les étouffer et entraver la photosynthèse.</p>
<p>Ozone</p>  <p>O<sub>3</sub></p>	<p>Dans la stratosphère (entre 10 et 60 km d'altitude environ) l'ozone O<sub>3</sub> constitue un filtre naturel qui protège la vie sur terre de l'action néfaste des ultraviolets « durs ». Le « trou d'ozone » est une destruction partielle de ce filtre, liée à l'effet « destructeur d'ozone » de certains polluants émis dans la troposphère et qui migrent dans la stratosphère. Dans la troposphère (entre le sol et 10 km) les teneurs d'O<sub>3</sub> devraient être naturellement faibles. Cet ozone est un polluant dit « secondaire », résultant de la transformation chimique dans l'atmosphère de certains polluants dits « primaires » tels les NO<sub>x</sub> et COV, sous l'effet des rayonnements solaires. Les mécanismes réactionnels sont complexes et les plus forts taux d'O<sub>3</sub> apparaissent l'été, en périphérie des zones émettrices des polluants primaires, puis peuvent être transportées sur de grandes distances.</p>	<p><u>Sur la santé :</u> Gaz agressif pénétrant facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Troubles fonctionnels des poumons (toux, altérations pulmonaires...), nuisances olfactives, effets lacrymogènes, irritations des muqueuses, diminution de l'endurance à l'effort...</p> <p><u>Sur l'environnement :</u> On observe des effets néfastes sur la végétation (processus physiologiques des plantes perturbés...), sur les cultures agricoles (baisse des rendements), sur le patrimoine bâti (fragilisation/altération de matériaux tels métaux, pierres, cuir, plastiques...).</p>

Tableau n°4 (fin) : origine et principaux effets sur la santé et l'environnement des polluants étudiés

Polluant	Origine	Principaux effets sur la santé et l'environnement
<p>Benzène</p>  <p>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></p>	<p>Il s'agit d'un composé organique volatil présent dans les produits pétroliers et les carburants. Le benzène est émis lors du raffinage du pétrole. Dans le secteur industriel, le benzène est utilisé en tant qu'intermédiaire de synthèse dans la fabrication de matières plastiques, d'élastomères, de résines. Dans certains cas il peut être utilisé comme solvant d'extraction.</p> <p>Les émissions à l'atmosphère ont principalement pour origine le secteur des transports.</p>	<p><u>Sur la santé :</u> Le benzène présente certaines des propriétés toxiques communes à de nombreux composés organiques volatils : somnolence, maux de tête, irritation de la peau et des muqueuses. Une exposition chronique s'accompagne d'une grande toxicité pour les cellules sanguines et les organes les produisant (moelle osseuse). Le benzène est classé comme cancérigène, de catégorie 1 (source : <a href="http://www.inrs.fr">www.inrs.fr</a>).</p> <p><u>Sur l'environnement :</u> Les composés organiques volatils jouent un rôle majeur dans le mécanisme complexe de formation de l'ozone troposphérique. Ils interviennent également dans le processus d'effet de serre et du «trou» de la couche d'ozone stratosphérique.</p>

## 6) APPORT DE L'INVENTAIRE REGIONAL DES EMISSIONS

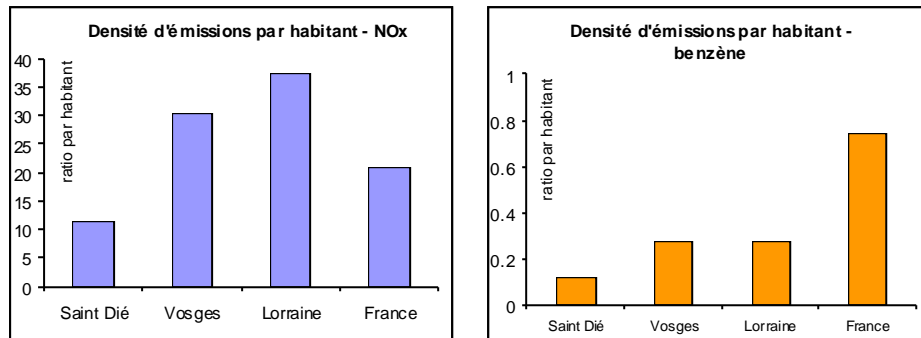
Les principaux enseignements de l'inventaire des émissions régional d'AIRLOR sur la commune de Saint-Dié des Vosges, sont les suivants :



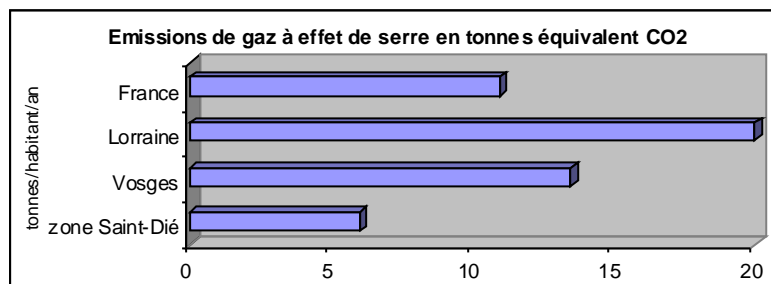


- A noter 3 contributeurs principaux, à savoir le transport routier, le résidentiel tertiaire et enfin le chauffage urbain. On retrouve ensuite la présence d'autres secteurs comme l'industrie ou l'agriculture mais avec une contribution moins notable.

- Concernant les densités d'émissions, il y a sur le territoire de Saint Dié environ 3 fois moins de NOx émis par habitant et 2 fois moins de benzène que la moyenne vosgienne et que la moyenne régionale, et 2 fois moins de NOx et environ 6 fois moins de benzène que la moyenne nationale.



- Enfin, concernant les émissions de gaz à effet de serre, la quantité d'émissions de Gaz à Effet de Serre en tonne équivalent CO2 est de 6 tonnes par habitant et par an pour la zone de Saint Dié (13,5 tonnes équivalent CO2 en moyenne vosgienne - 20 tonnes équivalent CO2 en Lorraine et 11 tonnes en moyenne nationale).



## 7) CONDITIONS CLIMATIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Le tableau suivant synthétise les paramètres météorologiques mesurés lors de la campagne de mesures.

Tableau n°6 : conditions météorologiques

Paramètres étudiés	130906 au 270906	270906 au 111006	111006 au 251006	251006 au 081106
<i>Vitesse du vent* :</i> <i>direction du vent* :</i>	Nd Nd	Nd Nd	Nd Nd	Nd Nd
<i>Température moyenne*</i>	16,3 °C	13,6 °C	13,4 °C	8,7 °C
<i>Pression relative</i>	/	/	/	/
<i>Humidité relative*</i>	79 %	80%	76%	78%
<i>Rayonnement global*</i>	87 w/m <sup>2</sup>	61 w/m <sup>2</sup>	41 w/m <sup>2</sup>	34 w/m <sup>3</sup>
<i>Précipitations</i>	/	/	/	/
<i>Conditions de dispersion de l'air **</i>	Air stable du 13 au 16, du 20 au 23	Air stable le 29/09, du 08 au 11/10	Air stable du 11 au 15, le 17, 18	Air stable les 25 et 26, 30 et 31/10, du 04 au 07
<i>Conclusion</i>	<i>Conditions météo plutôt défavorables à la dispersion des polluants.</i>	<i>Période favorable à la dispersion / lessivage de l'air, jusqu'au 07/10 (niveaux modérés en polluants favorisés), puis moins favorable ensuite</i>	<i>Défavorable à une bonne dispersion des masses d'air jusqu'au 19, puis amélioration ensuite</i>	<i>Conditions plutôt défavorables à la dispersion des polluants (inversions thermiques, brouillard le matin...)</i>

N/d : données non disponibles.

\*: Données issues de la remorque

\*\* : D'après les capteurs fixes vosgiens d'AIRLOR. Lors de la présence d'inversions thermiques, les conditions de dispersion des masses d'air sont mauvaises, favorisant ainsi une accumulation des gaz polluants dans l'air.

Les données en direction et vitesse du vent sont inexploitable en raison d'un problème de câblage sur la remorque laboratoire. Par défaut, les données issues de Météo-France au niveau du site le plus proche (Ban de Sapt) sont exploitées afin de recueillir des tendances. Ces informations sont fournies à titre indicatif, le site de Ban de Sapt étant localisé à une dizaine de kilomètres au Nord-Est de Saint-Dié des Vosges (contexte topographique différent etc...).

Tableau n°7: conditions météorologiques à Ban de Sapt

Paramètres étudiés A Ban de Sapt	130906 au 270906	270906 au 111006	111006 au 251006	251006 au 081106
<i>Vitesse du vent :</i> <i>direction du vent :</i>	1,8 m/s 170°C	2,3 m/s 184 °C	3,4 m/s 151 °C	1,9 m/s 188 °C

La vitesse moyenne du vent, comprise entre 1,8 m/s et 3,4 m/s en fonction des périodes de campagne, permet une dispersion satisfaisante des masses d'air (et donc des gaz polluants). Le vent est globalement de secteur Sud à Sud-Sud-Est.

**Au niveau de Ban de Sapt, les conditions météorologiques sont favorables à des niveaux de pollution modérés (bonne dispersion des masses d'air locales). On peut supposer qu'il en est de même au niveau de Saint-Dié pour cette même période (ces deux secteurs étant géographiquement proches).**

## 8) REPRESENTATIVITE DE LA PERIODE/ANNEES PRECEDENTES

En période automnale/hivernale, les niveaux moyens de NO<sub>2</sub> sont habituellement surestimés, d'une part par rapport au reste de l'année et d'autre part par rapport aux valeurs moyennes annuelles ou décennales....

Ce constat amène généralement à corriger les valeurs des campagnes pour déterminer ainsi des valeurs plus représentatives et plus proches de la réalité. Différentes méthodes de correction peuvent être envisagées : on applique un ratio aux valeurs moyennes mesurées, celui-ci correspondant au pourcentage surestimé calculé pour l'année étudiée. Le calcul de ce ratio peut-être effectué de plusieurs façons :

- soit à partir des moyennes annuelles (ratio = moyenne période de campagne / moyenne annuelle de l'année en cours)
- soit à partir de la moyenne du semestre en cours (ratio = moyenne période de campagne / moyenne semestrielle de l'année en cours)
- soit à partir de la moyenne sur les 10 années antérieures (ratio = moyenne période de campagne / moyenne sur les 10 ans précédents).

Il a été choisi de déterminer la représentativité des périodes de la campagne par rapport à la moyenne annuelle 2006. Pour cela, les valeurs moyennes obtenues en NO<sub>2</sub>, pour ces mêmes périodes, ont été calculées sur les sites fixes urbains vosgiens d'AIRLOR (Remiremont - Epinal - Gérardmer). Une fois calculées, elles ont été comparées à la valeur moyenne annuelle de 2006 de ces mêmes stations fixes.

Les résultats sont les suivants :

*Tableau n°8 : résultats en NO<sub>2</sub> sur les sites fixes urbains vosgiens :*

	Remiremont	Epinal	Gérardmer
Moyenne en NO <sub>2</sub> :			
Période campagne 2006 :	22	18	22
Moyenne annuelle NO <sub>2</sub> en 2006 :	22	20	23
Écart période campagne / moy 2006 :	0%	-10%	-4%

nd signifie non disponible

Il s'avère que les niveaux moyens obtenus lors de la campagne de mesures sont très légèrement sous-estimés par rapport à la moyenne annuelle de 2006 sur les sites fixes urbains vosgiens d'Epinal, Gérardmer et Remiremont (baisse moyenne, tous sites urbains vosgiens confondus atteignant 5%). On observe la même tendance sur les autres stations fixes vosgiennes (Col de la Schlucht et Vittel). En raison de ce faible pourcentage, les valeurs mesurées en dioxyde d'azote ne seront pas retravaillées en appliquant un ratio.



## 9) REGLEMENTATION EN VIGUEUR

La surveillance de la qualité de l'air en France et les textes/lois qui s'y rattachent sont rassemblés dans le Code de l'Environnement, dans le livre II, titre II.

La réglementation de la surveillance de la qualité de l'air vise légitimement à prévenir les effets nocifs des polluants atmosphériques sur la santé humaine.

Tableau n°9 : Seuils précisés dans les décrets du 15 février 2002 et du 12 novembre 2003 pour l'ozone :

	NO2	Particules fines et particules en suspension Inférieures ou égales à 10 microns	plomb
<b>Période de réf.</b>	01/01 au 31/12	01/01 au 31/12	01/01 au 31/12
<b>Objectifs de qualité</b>	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	- 30 µg/m <sup>3</sup> en moyenne, annuelle pour les particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10µm.	0,25 µg/m <sup>3</sup> sur un an
<b>Seuil de recommandation et d'information</b>	200µg/m <sup>3</sup> sur une heure	Pas de seuil	
<b>Valeurs limites</b>	<p><i>Pour la protection de la santé humaine :</i></p> <p>*Centile 98=200µg/m<sup>3</sup> applicable jusqu'au 31/12/09</p> <p>*Centile 99,8 (soit 18h de dépassements autorisés sur une année civile)=200µg/m<sup>3</sup> à partir du 01/01/2010</p> <p>Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée de marges de dépassements, soient les valeurs finales suivantes :</p> <p>En 2001 : 290 µg/m<sup>3</sup>    En 2002 : 280 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2003 : 270 µg/m<sup>3</sup>    En 2004 : 260 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2005 : 250 µg/m<sup>3</sup>    En 2006 : 240 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2007 : 230 µg/m<sup>3</sup>    En 2008 : 220 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2009 : 210 µg/m<sup>3</sup></p> <p>* 40µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Valeur applicable à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2010. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassements, soient les valeurs finales suivantes :</p> <p>En 2001 : 58µg/m<sup>3</sup>                      En 2002 : 56 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2003 : 54 µg/m<sup>3</sup>                      En 2004 : 52 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2005 : 50 µg/m<sup>3</sup>                      En 2006 : 48 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2007 : 46 µg/m<sup>3</sup>                      En 2008 : 44 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2009 : 42 µg/m<sup>3</sup></p> <p><i>*Protection végétation : 30 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle d'oxydes d'azote</i></p>	<p><i>- Valeurs limites pour la protection de la santé (taux non liés à des événements naturels tels les éruptions volcaniques – activités sismiques – activités géothermiques, feux de terre non cultivée, vents violents ...):</i></p> <p>Centile 90,4 (soit 35j de dépassement autorisé par année civile) des taux moyens journaliers : 50µg/m<sup>3</sup> à partir du 01/01/2005.</p> <p>Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2005 augmentée de marges de dépassements, soient les valeurs finales suivantes :</p> <p>En 2001 : 70µg/m<sup>3</sup>                      En 2002 : 65 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2003 : 60 µg/m<sup>3</sup>                      En 2004 : 55 µg/m<sup>3</sup></p> <p><i>Moyenne annuelle : 40µg/m<sup>3</sup> à partir du 01/01/2005</i></p> <p>Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2005 augmentée de marges de dépassements, soient les valeurs finales suivantes :</p> <p>En 2001 : 46 µg/m<sup>3</sup>                      En 2002 : 44 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2003 : 43 µg/m<sup>3</sup>                      En 2004 : 41 µg/m<sup>3</sup></p>	<p>Jusqu'au 31/12/01 : 0,8 µg/m<sup>3</sup> sur un an</p> <p>A partir du 01/01/02 : 0,5µg/m<sup>3</sup> sur un an</p> <p>Avant le 01/01/2010 et à compter du 01/01/2002, la valeur limite applicable pour ces sites est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassements, soient les valeurs finales suivantes :</p> <p>En 2001 : 1,4    En 2002 : 1,3</p> <p>En 2003 : 1,2    En 2004 : 1,1</p> <p>En 2005 : 1    En 2006 : 0,9</p> <p>En 2007 : 0,8    En 2008 : 0,7</p> <p>En 2009 : 0,6</p>
<b>Seuil d'alerte</b>	400 µg/m <sup>3</sup> sur une heure 200 µg/m <sup>3</sup> sur une heure, si la procédure d'information pour le NO2 a été déclenchée la veille et le jour même, et que les		

	SO2	O3	CO	Benzène
<b>Période de réf.</b>	du 01/01 au 31/12	du 01/01 au 31/12	du 01/01 au 31/12	du 01/01 au 31/12
<b>Objectifs de qualité</b>	- 50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	110µg/m <sup>3</sup> sur 8h = <i>protection santé</i> 200µg/m <sup>3</sup> sur 1h et 65µg/m <sup>3</sup> sur 24h = <i>protection végétation</i>		2µg/m <sup>3</sup> sur un an
<b>Seuil de recommandation et d'information</b>	300 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire	180 µg/m <sup>3</sup> sur une heure		
<b>Valeurs limites</b>	<p><i>* protection de la santé humaine :</i></p> <p>Centile 99,7 (soit 24h de dépassement autorisé) des taux horaires : 350 µg/m<sup>3</sup>, à partir du 01/01/05.</p> <p>Avant cette date : la valeur limite applicable est la valeur de 2005 augmentée de marges de dépassements, soient les valeurs finales suivantes :</p> <p>Centile 99,2 (soit 3 jours de dépassement autorisé) des taux moyens journaliers : 125 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p><i>* pour la protection des écosystèmes : 20µg/m<sup>3</sup> sur un an et 20µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur la période allant du 01/10 au 31/03.</i></p>		<p><i>Protection de la santé humaine :</i> 10mg/m<sup>3</sup> sur un an, à partir du 01/01/2010.</p> <p>pour le max journalier de la moyenne glissante sur 8h</p>	<p><i>Protection de la santé :</i> 5µg/m<sup>3</sup> sur un an, à partir du 01/01/2010.</p> <p>Avant cette date : la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée de marges de dépassements suivants :</p> <p>De 2001 à 2005 : 10 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2006 : 9 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2007 : 8 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2008 : 7 µg/m<sup>3</sup></p> <p>En 2009 : 6 µg/m<sup>3</sup></p>
<b>Seuil d'alerte</b>	500 µg/m <sup>3</sup> sur 1 heure, dépassé pendant 3 heures consécutives	1 <sup>er</sup> seuil fixé à 240 µg/m <sup>3</sup> en valeur moyenne sur 3 heures consécutives – 2 <sup>ème</sup> seuil : 300 µg/m <sup>3</sup> en valeur moyenne sur 3 heures consécutives – 3 <sup>ème</sup> seuil : 360 µg/m <sup>3</sup> sur 1 heure.		

° Les conditions de déclenchement sont précisées pour chaque département par arrêté préfectoral.

## 10) RESULTATS

### 10.1) Etude des doublons

Lors de la campagne de mesures, 9 sites ont été équipés de doublons (voir le tableau ci-après. Cette démarche a pour but d'évaluer la reproductibilité globale des mesures (préparations, prélèvements, analyses).

Pour chaque site dupliqué et pour chaque campagne de mesure, l'écart relatif ER a été calculé comme suit (source : Ecole des Mines de Douai EMD) :

$$\text{Ecart Relatif noté ER (en \%)} = | (m-A)/m | \times 100$$

Avec :  $m = \text{moyenne} = (a+b)/2$   
 $A = \text{concentration mesurée}$

L'évaluation de l'écart relatif (ER) entre les doublons permet de donner des informations sur la dispersion des résultats.

Une dispersion réduite indique une bonne fiabilité dans la répétabilité des mesures. La précision des mesures est définie par la *moyenne* des écarts-relatifs calculés pour chaque mesure dupliquée (source : EMD).

Tableau n°10: Numéro des sites équipés de doublons, et résultats en NO2 (µg/m3)

N° du site de mesure et typologie	C1	C2	C3	C4
SD1 3 - fond	11	8	10	14
SD1 3D	9	8	10	14
Variation (val. abs.)	2	0	0	0
Moyenne	10.0	8.0	10.0	14.0
ER (%)*	10.00	0.00	0.00	0.00
SD1 13 - fond	12	12	14	19
SD1 13D	12	13	14	20
Variation (val. abs.)	0	1	0	1
Moyenne	12.0	12.5	14.0	19.5
ER (%)*	0.0	4.0	0.0	2.6
SD1 16 - fond	20	16	20	25
SD1 16D	20	17	21	24
Variation (val. abs.)	0	1	1	1
Moyenne	20.0	16.5	20.5	24.5
ER (%)*	0.0	3.0	2.4	2.0
SD1 18 - fond	24	19	22	29
SD1 18D	26	19	22	28
Variation (val. abs.)	2	0	0	1
Moyenne	25.0	19.0	22.0	28.5
ER (%)*	4.0	0.0	0.0	1.8
SD1 23 - fond	17	15	16	22
SD1 23D	18	14	15	20
Variation (val. abs.)	1	1	1	2
Moyenne	17.5	14.5	15.5	21.0
ER (%)*	2.9	3.4	3.2	4.8
SD1 26 - fond	17	15	16	22
SD1 26D	17	14	16	22
Variation (val. abs.)	0	1	0	0
Moyenne	17.0	14.5	16.0	22.0
ER (%)*	0.0	3.4	0.0	0.0
SD1 33 - fond	19	18	19	25
SD1 33D	20	17	19	25
Variation (val. abs.)	1	1	0	0
Moyenne	19.5	17.5	19.0	25.0
ER (%)*	2.6	2.9	0.0	0.0
SD1 36 - fond	19	17	18	22
SD1 36D	21	17	19	23
Variation (val. abs.)	2	0	1	1
Moyenne	20.0	17.0	18.5	22.5
ER (%)*	5.0	0.0	2.7	2.2
SD1 43 - prox automobile	25	26		29
SD1 43D	27	25		29
Variation (val. abs.)	2	1		0
Moyenne	26.0	25.5		29.0
ER (%)*	3.8	2.0		0.0
<b>Moyenne ER par période (%)</b>	<b>3.1</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>

\* Ecart Relatif noté ER = (m-A)/m X100 avec m = moyenne des valeurs mesurées et A = valeur mesurée  
 C1 : 130906 au 270906 - C2 : 270906 au 111006 - C3 : 111006 au 251006 - C4 : 251006 au 081106

*Commentaires :*

Sur l'ensemble de la campagne de mesures, la moyenne des écarts relatifs (ER) est de 1,9%. Pour chacune des 4 périodes de mesures, les moyennes des ER sont comprises entre 1% et 3,1%.

L'ensemble des résultats est satisfaisant (c'est à dire que la précision est satisfaisante) avec des ER moyens essentiellement inférieurs à 5%, hormis une seule valeur où l'ER atteint 10% (point de fond numéro 3 - campagne C1)).

Divers résultats issus notamment d'études de ERLAP (European Reference Laboratory of Air Pollution) indiquent d'une manière générale des ER moyens généralement inférieurs à 10%.

Rappelons que le calcul de l'ER permet de donner des informations sur la dispersion des résultats : une dispersion réduite indique une fiabilité satisfaisante dans la répétabilité des mesures, ce qui semble être le cas ici

Il a été décidé au sein d'AIRLOR qu'une mesure est invalidée lorsque l'écart-relatif ER est au minimum de 20%. La mesure qui présente un écart relatif à la moyenne plus grand est éliminée (source : rapport ASPA02031901-I-D). Dans le cadre de cette campagne, aucun résultat atteint ou dépasse 20%. Ainsi, aucune mesure n'est invalidée.

Elles sont toutes considérées comme exploitables.

**10.2) Résultats et commentaires**

Les résultats sont en annexe 1 et 2 du présent rapport.

**Mesures par tubes passifs**

Les niveaux mesurés en NO2 et benzène issus des tubes passifs sont regroupés dans le tableau suivant.

*Tableau n°11 : Résultats obtenus en NO2 et benzène à Saint Dié des Vosges avec utilisation des tubes passifs :*

Moyenne NO2 sites de fond (nbre de tubes)	Moyenne NO2 sites de prox. aut. (nbre de tubes)	Moyenne C6H6 sites de fond (nbre de tubes)	Moyenne C6H6 sites de prox. auto. (nbre de tubes)
17 µg/m3 (200 tubes)	33 µg/m3 (36 tubes)	1,09 µg/m3 (400 tubes)	1,46 µg/m3 (72 tubes)

Doublons pris en compte

Que ce soit pour le NO2 ou le benzène, les valeurs moyennes issues des sites de proximité automobile sont systématiquement supérieures aux niveaux moyens provenant des sites de fond pour ces mêmes polluants (respectivement +94% pour le NO2 et +34% pour le benzène).

**NO2 :**



La valeur moyenne globale en NO<sub>2</sub>, tous sites de fond confondus, atteint 17 µg/m<sup>3</sup> (amplitudes variant de 4 µg/m<sup>3</sup> à 24 µg/m<sup>3</sup> en moyenne en fonction du site) contre 33 µg/m<sup>3</sup> pour l'ensemble des sites de proximité automobile (fluctuations allant de 24 µg/m<sup>3</sup> à 45 µg/m<sup>3</sup> sur le site le plus chargé).

Les plus forts taux sont relevés au niveau du site n°46 (proximité automobile), implanté au niveau de la zone d'activités Hellieule 4 au Nord-Ouest de saint-Dié, le long de la voie rapide drainant un flux non négligeable de véhicules (45 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> en moyenne globale).

Les plus bas taux (valeurs moyennes globales inférieures à 10 µg/m<sup>3</sup>) proviennent des sites de fond n°14, 15, 37 et 49. Les sites n°14 et 15 sont localisés en dehors de la ville de Saint-Dié, dans des zones bien ventilées et excentrées par rapport aux activités humaines. Les sites n° 37 et 49 sont en zone montagneuse, les tubes ayant été placés sur des chemins forestiers.

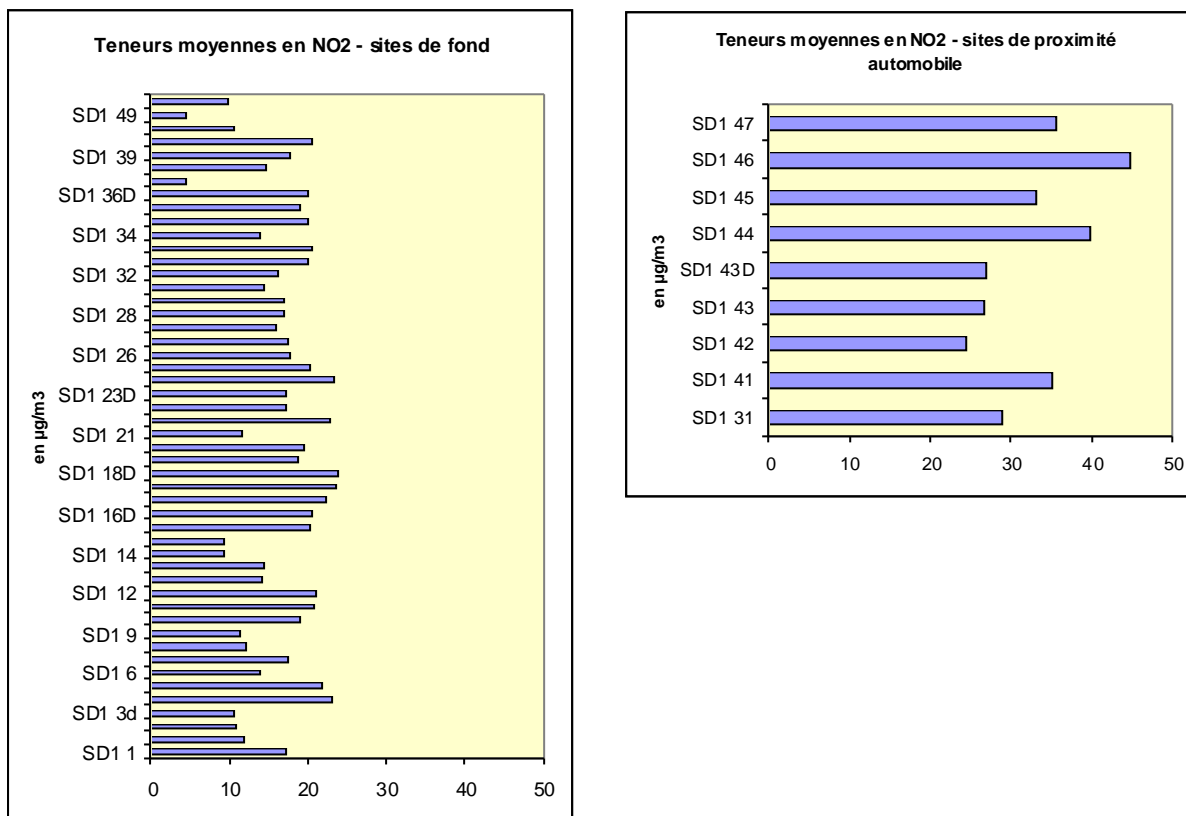


Illustration n° 6 : niveaux moyens obtenus en NO<sub>2</sub> par typologie sur l'ensemble des sites

Un comparatif des résultats avec la réglementation actuellement en vigueur fournit les résultats suivants :

Tableau n°12 : seuils réglementaires pour le NO2 et comparaison avec les résultats globaux des tubes passifs :

Seuils réglementaires :		pour 2006	pour 2010	Résultats tubes NO2
Objectifs de qualité		40µg/m3	40 µg/m3	- <b>Dépassé sur 1 site</b> de prox automobile (SD1 46, le long de la voie rapide au Nord-Ouest de Saint-Dié) - <b>Atteint sur 1 site</b> de prox automobile (SD1 44 placé le long de la voie rapide).
Valeurs limites	<b>Protection de la santé humaine :</b> - C99,8*=280 µg/m3 - C99,8*=200 µg/m3 - C98** = 200 µg/m3		/	Pas de comparaison possible car tubes NO2 fournissant des valeurs moyennées sur les périodes d'exposition.
	-	48 µg/m3	40 µg/m3	Seuil 2006 : non dépassé Seuil 2010 : <b>dépassé sur 2 sites</b> de prox automobile
Seuil de recommandation et d'information	200 µg/m3 sur une heure			Pas de comparaison possible
Seuil d'alerte	400 µg/m3 sur une heure ou 200 µg/m3 sur une heure si procédure d'information déclenchée la veille ou le jour même			Pas de comparaison possible

\* soit 18 heures dépassement autorisé sur une année civile

\*\* soit 175 heures de dépassement autorisé sur une année civile

2 sites de proximité automobile atteignent ou dépassent le seuil correspondant à l'objectif de qualité. Ils sont implantés le long de la voie rapide N58 soumis à un trafic automobile non négligeable.

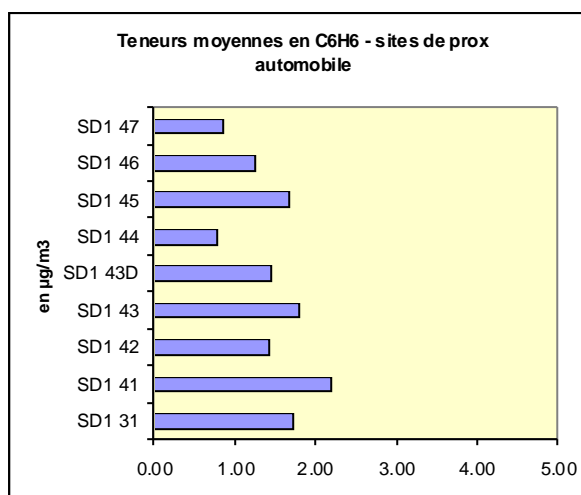
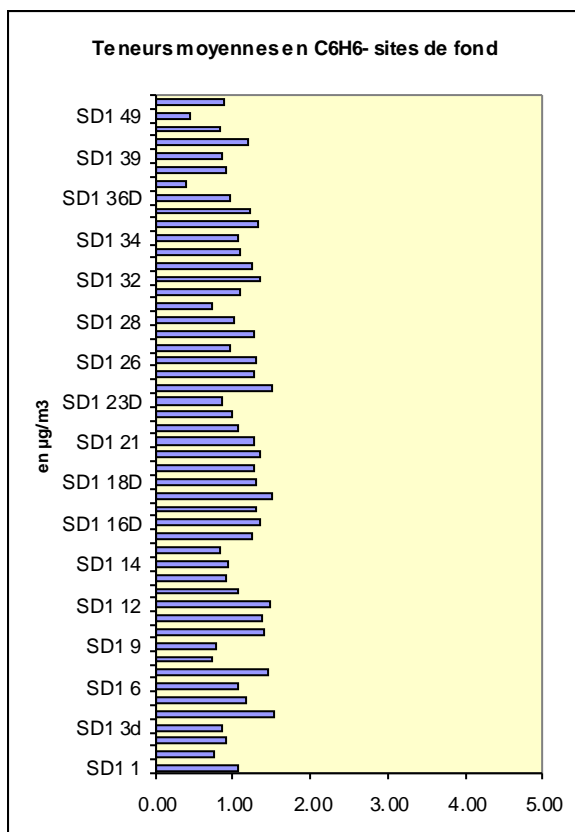
La valeur limite pour la protection de la santé humaine, applicable à partir de 2010 (40 µg/m3) serait quant à elle dépassé sur 1 site de proximité automobile.

### Benzène :

La valeur moyenne globale en benzène, tous sites de fond confondus, atteint 1,09 µg/m3 (amplitudes variant de 0,37 µg/m3 à 2 µg/m3 en moyenne en fonction du site) contre 1,46 µg/m3 pour l'ensemble des sites de proximité automobile (fluctuations allant de 0,90 µg/m3 à 2,44 µg/m3 sur le site le plus chargé).

Les plus forts taux sont relevés au niveau du site de proximité automobile n°41, implanté au cœur de la ville de Saint Dié, au niveau de la Place St-Martin, en face de l'entrée de l'église. Ce secteur connaît un trafic plutôt soutenu, avec la présence de feux tricolores (arrêt et démarrage des véhicules fréquent).

Les teneurs les plus faibles (valeurs moyennes globales inférieures à 0,72 µg/m3) proviennent des sites de fond n°8, 37 et 49. Le site n°8 est localisé en périphérie Nord de Saint-Dié, dans un secteur faiblement peuplé, en début de zone montagnaise, le long de la route. Les sites n° 37 et 49 sont en zone montagnaise, donc loin de tout trafic automobile ou activité industrielle (tubes placés sur des chemins forestiers).



*Illustration n° 7 : niveaux moyens obtenus en benzène par typologie sur l'ensemble des sites*

En comparant les résultats moyens à la réglementation, à titre indicatif, seul 1 site de proximité automobile (site SD1 41 placé sur la Place Saint-Martin) dépasse le seuil correspondant à l'objectif de qualité (2 µg/m<sup>3</sup> sur un an).

Le seuil relatif à la valeur limite pour la protection de la santé en 2006 (9 µg/m<sup>3</sup>) et à l'horizon 2010 (5 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas atteint.

## Mesures avec la remorque laboratoire

Tableau n°13 : Concentrations en gaz polluants obtenues avec la remorque du 130906 au 081106 :

	Moy./max. horaire remorque $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Seuils Réglementaires (à l'échelle du jour ou De l'année)	LAT - UAT *
NO <sub>2</sub>	18/85	-Valeur limite <i>annuelle</i> pour la protection de la santé hum. = <b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> en 2010 - Objectif de qualité annuel : <b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	26 - 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM10	18/68	- Valeur limite <i>annuelle</i> = <b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> en 2005 - Objectif de qualité <i>annuel</i> = <b>30 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	10 - 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	-275/1343 -Max journ de la moy glissante : 912	Protection santé humaine : 10mg/m <sup>3</sup> en <i>max journ.</i> de la moy. glissante sur 8h	/
O <sub>3</sub>	33/105	Objectif qualité correspondant au seuil de protection de la végétation : 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24h	/
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	/	/	2 - 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

\* LAT signifie Lower Assessment Threshold (seuil d'évaluation minimal) et UAT Upper Assessment Threshold (seuil d'évaluation maximal) : Ces seuils permettent de définir une stratégie de surveillance à mettre en œuvre, à partir d'observations sur plusieurs années.

- si les niveaux observés sont en dessous des seuils d'évaluation minimaux, les techniques de modélisation ou d'estimation peuvent être employées pour évaluer la qualité de l'air,
- si les niveaux observés sont compris entre les seuils d'évaluation minimaux et maximaux, une combinaison de mesures en continu et de techniques de modélisation peut être employée,
- si les niveaux observés sont au dessus des seuils d'évaluation maximaux, les mesures en continu sont préconisées et doivent être poursuivies.

La valeur moyenne mesurée en NO<sub>2</sub> avec la remorque est inférieure d'une part à la valeur limite annuelle et à l'objectif de qualité, et d'autre part aux seuils LAT-UAT.

Le niveau moyen en poussières fines PM10 respecte les seuils réglementaires (objectif de qualité et valeur limite) mais dépasse le seuil UAT.

Des tubes passifs en NO<sub>2</sub> et benzène ont été placés sur le même emplacement que la remorque, rue des Capucins. Il s'agit d'un site urbain de fond. La concentration moyenne globale en NO<sub>2</sub> sur la totalité de la campagne, issu des tubes passifs, atteint 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les doublons), ce qui est globalement du même ordre de grandeur que la moyenne globale en NO<sub>2</sub> issu de la remorque (18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

On observe que les tubes passifs indiquent des concentrations en NO<sub>2</sub> généralement plus élevées que les analyseurs en continu. Ce constat est également effectué dans d'autres campagnes de mesures réalisées en Lorraine par AIRLOR et dans d'autres régions françaises par d'autres AASQA (associations agréées de surveillance de la qualité de l'air).



## 11) CARTOGRAPHIE

**SR**

## 12) CONCLUSION

- Que ce soit pour le NO<sub>2</sub> ou le benzène, mesurés avec les *tubes passifs*, les valeurs moyennes des sites de proximité automobile sont supérieures aux niveaux issus des sites de fond pour ces mêmes polluants (+94% en NO<sub>2</sub> et +34% en benzène).

- La valeur moyenne globale en NO<sub>2</sub>, tous sites de fond confondus atteint 17 µg/m<sup>3</sup> contre 33 µg/m<sup>3</sup> pour l'ensemble des sites de proximité automobile. La valeur moyenne globale en benzène, tous sites de fond confondus, atteint quant à elle 1,09 µg/m<sup>3</sup> contre 1,46 µg/m<sup>3</sup> pour l'ensemble des sites de proximité automobile.

- De manière générale, les plus faibles concentrations pour ces 2 gaz polluants proviennent de sites de fond excentrés par rapport à la ville de Saint-Dié, peu ou pas soumis aux activités humaines ou au trafic routier (secteur montagnard, chemins forestiers...). A l'opposé, les niveaux les plus conséquents sont localisés sur des sites de proximité automobile placés le long de la voie rapide N59, ou en plein centre ville de Saint-Dié (place saint Martin), soumis à un trafic automobile plus conséquent, avec présence de feux tricolores également.

Par rapport à la réglementation (information fournie à titre indicatif en raison d'un faible nombre de données) :

\* pour le NO<sub>2</sub>, seuls 2 sites de proximité automobile atteignent ou dépassent le seuil correspondant à l'objectif de qualité (40 µg/m<sup>3</sup> sur un an). Ils sont implantés le long de la voie rapide N58. Ce constat est fréquent pour les sites de proximité automobile (le long de la RN66 dans les Vosges - le long de l'A31 sur les secteurs de Nancy, Toul, Metz - dans d'autres régions françaises où des études similaires ont été effectuées en situation de proximité automobile...). La valeur limite pour la protection de la santé humaine, applicable à partir de 2010 (40 µg/m<sup>3</sup>) serait quant à elle dépassée sur 1 site de proximité automobile. Celle relative à 2006 (48 µg/m<sup>3</sup>) est quant à elle respectée sur l'ensemble des points de mesures.

\* en benzène, seul 1 site de proximité automobile (site placé sur la Place Saint-Martin) dépasse le seuil correspondant à l'objectif de qualité (2 µg/m<sup>3</sup> sur un an). Le seuil relatif à la valeur limite pour la protection de la santé en 2006 (9 µg/m<sup>3</sup>) et à l'horizon 2010 (5 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas atteint.

- La valeur moyenne mesurée en NO<sub>2</sub> avec la *remorque* est inférieure d'une part à la valeur limite annuelle et à l'objectif de qualité, et d'autre part aux seuils LAT-UAT. Les concentrations relevées pour les autres gaz polluants (monoxyde de carbone, dioxyde de soufre, ozone, poussières fines) sont modérés, respectant les seuils réglementaires actuellement en vigueur.

A noter cependant que le niveau moyen en poussières fines PM<sub>10</sub> dépasse le seuil UAT, ce qui nécessite une mesure ultérieure en ce point.

Inscrite au programme de surveillance pluriannuel, cette campagne de mesures correspond à une première étape du suivi de la qualité de l'air dans le secteur de Saint-Dié des Vosges. Une seconde campagne est programmée au printemps 2007, de mi mars à mi mai.

## ANNEXES

### Annexe 1 :

Concentrations obtenues en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> par les tubes passifs

### Annexe 2 :

Evolution des concentrations horaires des polluants atmosphériques et des paramètres météorologiques à Saint-Dié, Place des Capucins (remorque laboratoire)

### Annexe 3 :

Photographies de divers points de mesures de NO<sub>2</sub>/benzène lors de la campagne