



**CAMPAGNE DE MESURE  
DU DIOXYDE D'AZOTE  
PAR TUBES A DIFFUSION  
RUE D'ANTRAIN A RENNES  
DU 9 OCTOBRE AU 6 NOVEMBRE 2003**

## SOMMAIRE

Introduction .....	2
I Présentation d'Air Breizh .....	3
II Le dioxyde d'azote	
III.1 Formation .....	5
III.2 Sources .....	5
III.3 Facteurs influant sur les niveaux de pollution d'une rue .....	6
III.4 Impact sur la santé et l'environnement .....	6
III.5 Valeurs de références .....	7
III Campagne de mesure	
III.1 Les échantillonneurs à diffusion passive de type Radiello .....	8
III.2 Stratégie d'échantillonnage .....	8
III.3 Résultats	
III.3.1 Validation des résultats .....	10
III.3.2 Interprétation .....	12
Conclusion .....	15
Glossaire.....	16
Références bibliographiques .....	17

## **INTRODUCTION**

A la demande de la ville de Rennes, Air Breizh a mené une campagne de mesure rue d'Antrain, suite à des plaintes de riverains, inquiets non seulement au sujet de l'exposition à la pollution subie dans la rue par le passage entre autres de près de 900 bus par jour, mais aussi du transfert possible de cette pollution de la rue vers l'intérieur des logements.

Les demandes d'études de la qualité de l'air intérieur sont aujourd'hui de plus en plus fréquentes pour diverses raisons : Exigences réglementaires, sensibilisation et connaissances accrues de la pollution...

Le temps passé dans les locaux est en effet considérable (Environ 67% dans l'habitat, 21% dans les autres lieux intérieurs, et 12% en extérieur ou dans les transports (*Schwab et al., 1990*)). Nous sommes de surcroît exposés à un grand nombre de polluants dans nos habitations. Ces polluants peuvent être directement émis dans les locaux par les activités humaines et par les matériaux de construction et d'ameublement, ou provenir du milieu extérieur.

Des mesures de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), indicateur de la pollution des transports routiers, ont été réalisées par tubes à diffusion passive, simultanément dans l'air ambiant et dans des logements, en différents points de la rue, en octobre et novembre 2003, afin d'appréhender l'impact du trafic sur la qualité de l'air extérieur et intérieur.

Nous remercions vivement les riverains pour leur collaboration et leur accueil.

## I PRESENTATION D'AIR BREIZH

### Historique et missions

La surveillance de la qualité de l'air a débuté à Rennes en 1986. L'ASQAR, alors chargée de cette surveillance, s'est régionalisée en décembre 1996, devenant AIR BREIZH. Depuis dix-huit ans, le réseau de surveillance s'est régulièrement développé, et dispose aujourd'hui de stations de mesures sur une dizaine de villes bretonnes.

Air Breizh est l'une des quarante associations françaises de surveillance de la qualité de l'air constituant le dispositif national ATMO. Ces associations loi 1901, agréées par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, sont aujourd'hui implantées dans toutes les villes de plus de 100 000 habitants.

Les missions d'Air Breizh sont de :

- **Mesurer** en continu les polluants urbains nocifs (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> et PM10) dans l'air ambiant.
- **Inform**er les services de l'Etat, les élus, les industriels et le public, notamment en cas de pic de pollution.
- **Etudier** l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation.

### Partenaires et moyens

L'association regroupe les différents partenaires impliqués dans les problèmes de pollution atmosphérique en Bretagne, répartis en quatre collèges :

- Collège 1 : Services de l'Etat et établissements publics,
- Collège 2 : Collectivités locales et territoriales,
- Collège 3 : Représentants des émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : Associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

Air Breizh dispose d'un budget d'environ 900 000 euros, financé à hauteur de 43% par l'Etat, via des subventions directes ou la réaffectation de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes, 26% par les collectivités locales, 25% par les industriels, et 6% par des prestations et produits financiers.

### Réseau de mesures

#### *Stations de mesure fixes*

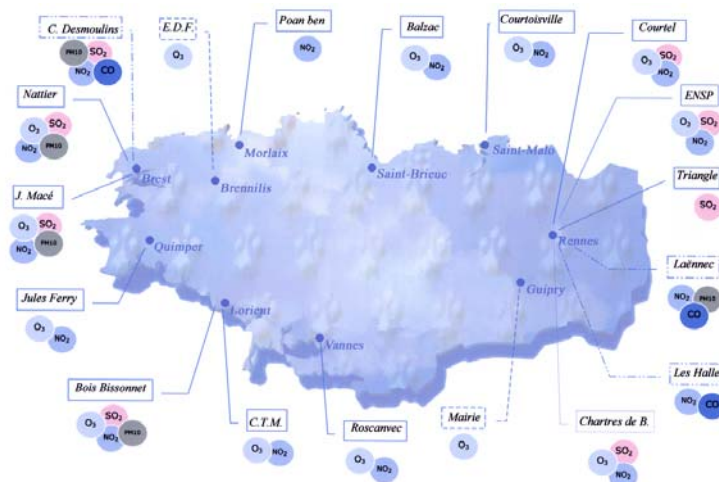
Une quarantaine d'analyseurs, répartis sur dix-huit stations fixes, permet de surveiller la qualité de l'air dans dix villes bretonnes.

Station urbaine

Station trafic

Station périurbaine

Station rurale régionale



Ces stations de mesures sont classées selon leurs objectifs de surveillance :

**Station urbaine** : suivre le niveau d'exposition moyen de la population à la pollution atmosphérique de fond dans les centres urbains.

**Station périurbaine** : suivre le niveau d'exposition moyen de la population à la pollution atmosphérique de fond et à des maxima de pollution photochimique à la périphérie des centres urbains.

**Station rurale régionale** : suivre l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

**Station trafic** : fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximal d'exposition auquel la population située à proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée.

### **Laboratoire mobile**

Un laboratoire mobile, équipé des mêmes analyseurs que ceux des stations fixes et d'un mât météo, permet d'étudier la qualité de l'air de zones non couvertes par les stations de mesures fixes.

Tout au long de l'année, des études sont menées à la demande des membres de l'association. Des campagnes sont également organisées lors de l'implantation de nouvelles stations de mesures.

### **Tubes à diffusion**

L'échantillonnage passif est une technique d'analyse simple, ne nécessitant pas d'alimentation électrique et peu d'entretien. Son coût peu élevé rend possible l'utilisation d'échantillonneurs en grand nombre et l'étude de la répartition spatiale d'un polluant.

### **Information – Sensibilisation**

Les données des stations de mesures, actualisées trois fois par jour, sont disponibles sur le site Internet [www.airbreizh.asso.fr](http://www.airbreizh.asso.fr).

### **Indice ATMO et Indicateur de la Qualité de l'Air**

L'association calcule chaque jour l'indice ATMO sur la base de quatre polluants (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et PM<sub>10</sub>), pour Brest, Lorient et Rennes. Cet indice quotidien, qui varie de 1 (très bon) à 10 (très mauvais), caractérise la qualité de l'air d'une ville. Il est diffusé aux médias et aux collectivités locales concernées.



Un Indicateur de la Qualité de l'Air (IQA) est également calculé pour les agglomérations non équipées des quatre analyseurs et des deux stations nécessaires au calcul de l'indice ATMO, comme Quimper, Saint-Brieuc, Saint-Malo et Vannes.

Air Breizh participe à différentes manifestations, journées sans voiture, salons et intervient dans les établissements scolaires afin d'informer et de sensibiliser le grand public à la qualité de l'air.

Des campagnes d'affichage sont régulièrement mises en place dans les villes surveillées.

Enfin, l'association publie divers documents de communication : bulletins trimestriels, bilans annuels, plaquettes...

## II LE DIOXYDE D'AZOTE

Le dioxyde d'azote est présent partout, à l'extérieur comme dans les locaux.

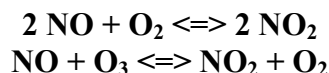
Sa demi-vie dans les locaux est de l'ordre de 30 à 50 minutes en raison de sa réactivité vis-à-vis des différentes surfaces et revêtements. Les émetteurs intérieurs sont nombreux. L'influence de l'air extérieur sur les teneurs internes dépend du taux de renouvellement d'air (Mosqueron et Nedellec, 2001).

### II.1 Formation

Le monoxyde d'azote NO se forme par combinaison de l'azote N<sub>2</sub> et de l'oxygène O<sub>2</sub> lors des combustions à hautes températures :



Dans l'air extérieur, le monoxyde d'azote NO est rapidement oxydé en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> par réaction avec d'autres oxydants de l'air (oxygène O<sub>2</sub>, ozone O<sub>3</sub>, ...):



Dans les milieux intérieurs, ces processus sont généralement plus lents.

### II.2 Sources

#### Au niveau de l'agglomération rennaise

Le transport routier est la principale source de dioxyde d'azote dans l'agglomération. Si le perfectionnement du rendement des moteurs et l'amélioration de la qualité des carburants ont entraîné une réduction unitaire des émissions, celle-ci a été compensée par la hausse régulière du trafic.

La part des secteurs industriel, résidentiel et tertiaire est moindre. L'industrie lourde est peu développée. Une dizaine d'établissements émettrait plus de 20 tonnes de NO<sub>x</sub> par an, dont six soumis à la TGAP (Taxe Générale sur les Activités Polluantes).

#### Au niveau de la rue d'Antrain

La rue d'Antrain se distingue par la très forte concentration de bus (près de 900 par jour) et de poids lourds (près de 170 par jour), émetteurs entre autres de dioxyde d'azote, de monoxyde de carbone et de poussières.

#### Au niveau de l'habitat

Nous sommes exposés à un grand nombre de polluants dans nos habitations : produits domestiques, agents biologique, plomb, produits antiparasitaires, aérosol, fumée de tabac, matières fibreuses.... Ces polluants sont émis par les activités humaines et par les matériaux de construction et d'ameublement.

Le dioxyde d'azote est émis par les appareils domestiques de combustion (appareils de chauffage et de cuisson à gaz, appareils de chauffage au fioul...), et par le tabagisme.

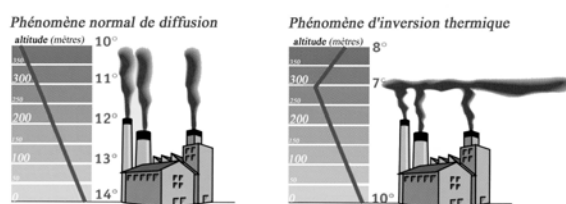
Il peut également être transféré de l'air extérieur par les fenêtres, les portes et les systèmes de ventilation. Pour information, les fenêtres en bois tendent à augmenter le taux d'échange entre l'intérieur et l'extérieur.

## II.3 Facteurs influant sur les niveaux de pollution d'une rue

### Conditions météorologiques

**Le vent et la pluie** sont des facteurs de réduction des niveaux de pollution. Le premier disperse les polluants, la seconde les absorbe et les entraîne au sol. Le vent peut également provoquer une hausse des concentrations, soit par un phénomène de panache en rabattant les polluants émis par une source fixe, soit par transport des polluants émis dans d'autres régions, voire d'autres pays.

**Le froid** engendre une augmentation des émissions de polluants issus de la combustion par le fonctionnement accru des installations de chauffage. Les niveaux de polluants sont d'autant plus élevés que l'atmosphère est alors souvent stable, entravant leur dispersion (conditions anticycloniques hivernales). En situation normale, la température de l'air diminue avec l'altitude. L'air chaud, plus léger que l'air froid, s'élève, entraînant les polluants émis au sol. Cependant, la nuit, ou lors d'anticyclones hivernaux, la température peut diminuer avec l'altitude, puis augmenter de nouveau, créant une **inversion thermique**. L'air froid du dessous est bloqué par l'air chaud du dessus appelé « couche d'inversion ». Ce phénomène peut générer des pics de pollution lors de fortes émissions, notamment aux heures de pointe du trafic routier.



### Profil d'une rue

Dans une rue « canyon », c'est-à-dire étroite et bordée de bâtiments de part et d'autre de la chaussée, les constructions peuvent faire obstacle à la dispersion des polluants et induire une accumulation des polluants.

## II.4 Impact sur la santé et l'environnement

Le monoxyde d'azote passe à travers les alvéoles pulmonaires, puis se dissout dans le sang, empêchant la bonne fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Par voie de conséquence, les organes sont moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote, plus dangereux, pénètre dans les voies respiratoires profondes et fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses. Pour les asthmatiques, cela se traduit par une augmentation de la fréquence et de la gravité des crises. Chez l'enfant, l'exposition au NO<sub>2</sub> peut favoriser les infections pulmonaires.

Le dioxyde d'azote participe au phénomène des pluies acides, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre. C'est un précurseur dans la formation de l'ozone troposphérique (basse atmosphère).

## II.5 Valeurs de référence

### Dans l'air ambiant

	Objectif de qualité	Seuils de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs limites
Décret du 6 mai 1998 modifié par le décret du 12 novembre 2003	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	200 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire	400 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire  200 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire si la procédure d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain	<p><b>Protection de la santé</b></p> <p><b>centile 98</b> des concentrations horaires (175 heures de dépassement autorisées sur l'année) = 200 µg/m<sup>3</sup> jusqu'au 31.12.2009</p> <p><b>centile 99,8</b> des concentrations horaires (18 heures de dépassement autorisées sur l'année) = 200 µg/m<sup>3</sup> à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2010, avec une marge de dépassement autorisée de 70 µg/m<sup>3</sup> en 2003</p> <p><b>Moyenne annuelle</b> = 40 µg/m<sup>3</sup> à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2010, avec une marge de dépassement autorisée de 14 µg/m<sup>3</sup> en 2003</p> <p><b>Protection de la végétation</b> Moyenne annuelle : 30 µg/m<sup>3</sup> d'oxydes d'azote (NO + NO<sub>2</sub>)</p>
Arrêté préfectoral d'Ille et Vilaine du 14 juin 2001 modifié le 16 octobre 2002		200 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire	400 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire ou 200 µg/m <sup>3</sup> dépassé pendant 3 heures consécutives	<p><b>Procédure de mise en vigilance des services techniques</b> 120 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire</p> <p><b>Procédure de recommandation et d'information</b> 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire</p> <p><b>Procédure d'alerte</b> 400 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire ou 200 µg/m<sup>3</sup> dépassé pendant 3 heures consécutives</p>

### Dans l'air intérieur

Il n'existe pas de norme dans les locaux. Les valeurs de référence retenues sont les valeurs limites d'exposition professionnelle fixées par le Ministre du travail.

**La valeur limite** d'un composé chimique représente sa concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé, sans risque d'altération pour sa santé, même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.

Valeur limite		Définition	
Valeur limite d'exposition à court terme	VLE	Valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes. Son respect vise à prévenir les risques d'effets toxiques immédiats ou à court terme.	3 ppm ou 5,6 mg/m <sup>3</sup>
Valeur moyenne d'exposition	VME	Valeur qui ne doit pas être dépassée pour une exposition de 8 heures par jour, 5 jours par semaine pendant une vie professionnelle. Elle est destinée à protéger les travailleurs des effets à long terme. La VME peut être dépassée sur de courtes périodes à condition de ne pas dépasser la VLE.	Non déterminée

## III CAMPAGNE DE MESURES

### III.1 Les échantillonneurs à diffusion passive de type Radiello

*Source : Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote, ADEME, septembre 2002*

• La diffusion est définie comme un transfert de matière d'une région à une autre, dû à un gradient de concentration. Pendant l'échantillonnage, les polluants gazeux sont piégés par un capteur contenant un adsorbant (exemple : charbon actif) ou un absorbant spécifique (support solide imprégné de réactif chimique), et accumulés. Le polluant est ensuite récupéré par désorption, puis analysé en laboratoire.



La concentration atmosphérique moyenne sur la période d'échantillonnage est calculée à partir de la masse piégée pendant l'exposition.

A noter que l'échantillonnage par tube à diffusion ne fournit pas de données en temps réel et ne permet pas de relever les pointes de pollution.

Compte tenu du nombre de paramètres influant sur la qualité des résultats (préparation, analyse et calcul), il est essentiel d'être vigilant à la lecture des résultats.

• Les tubes utilisés dans cette campagne sont préparés et analysés par la Fondazione Salvatore Maugeri, laboratoire italien avec lequel les réseaux de surveillance de la qualité de l'air travaillent fréquemment. Ces tubes ont maintes fois été éprouvés par les AASQA et le LCSQA.

Le NO<sub>2</sub> est chimiabsorbé par la triéthanolamine (TEA) sous forme de nitrite, puis analysé par spectrophotométrie visible à 537 nm.

### III.2 Stratégie d'échantillonnage

#### Dates de campagnes

Deux séries d'échantillonnage de 14 jours ont été réalisées.

<b>Période 1</b>	Du 9 octobre au 23 octobre 2003
<b>Période 2</b>	Du 23 octobre au 6 novembre 2003

#### Choix des sites

##### *Critères d'implantation des échantillonneurs*

Le choix des sites répond à l'objectif d'évaluation de l'impact du trafic routier sur la qualité de l'air des logements. Pour rendre possible cette appréhension, les émissions internes de dioxyde d'azote doivent être minimales.

##### Critères d'implantation en milieu intérieur

L'absence de fumeur et de cheminée est un critère décisif.

Les pièces sélectionnées sont préférentiellement des salons, pièces de vie isolées des cuisines émettrices de dioxyde d'azote, situés au premier étage et donnant sur la rue d'Antrain.

L'accessibilité de l'appartement en journée est prise en compte dans le choix des logements pour le ramassage des tubes.

Les tubes sont placés à une distance respectable de toute source chaude (radiateur) et de toute surface plane (pour éviter les dépôts).

Critères d'implantation en milieu extérieur

Les tubes sont directement exposés à la fenêtre de la pièce faisant l'objet de mesures. Des boîtes de protection les protègent des intempéries.



Sites sélectionnés

Trois sites ont fait l'objet de prélèvements intérieurs et extérieurs, choisis d'un commun accord avec les riverains et la Ville de Rennes :

- Deux appartements
- Un local commercial répondant à l'ensemble des critères.

Type de logement	Site intérieur code	Site extérieur code
Appartement A	Site A1	Site A2
Appartement B	Site B1	Site B2
Commerce	Site C1	Site C2



Localisation des sites



Site B2

## III.3 Résultats

### III.3.1. Validation des résultats

#### Vérification des blancs

Des tubes témoins, appelés « blancs », ont permis de contrôler la qualité des résultats de mesure :

- Des blancs « frigo », conservés au réfrigérateur de la réception des tubes à l'envoi au laboratoire.
- Des blancs « transport », qui ont suivi, sans être ouverts, le parcours des tubes lors de la pose, et ont été conservés au réfrigérateur avant et après la pose.

**Commentaires** : La quantité de dioxyde d'azote piégée par les blancs représente en moyenne 0,6% de la masse piégée par les tubes exposés sur site (maximum : 1,1). Les tubes n'ont donc pas été contaminés. Le transport n'a pas influé sur les résultats finals.

#### Vérification de la répétabilité des échantillonneurs passifs

Un éventuel défaut de répétabilité, dû à la préparation des tubes et/ou à l'analyse, peut être détecté par la multiplication de tubes sur un même site. Des doublons ont été installés sur le site intérieur B1 et le site extérieur A2.

L'écart relatif est calculé pour chaque tube selon la formule :

$$ER (\%) = ((M - m_i) / M) \times 100$$

Où M est la concentration moyenne de la série (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 $m_i$  est la concentration d'un tube (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

*Ecarts relatifs des tubes (en %) (concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Echantillons	Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Moyennes	Ecarts relatifs
Série 1 Du 9/10 au 23/10	Site A2 tube 1	44,3	53,5	± 17,1 %
	Site A2 tube 2	62,6		
Série 1 Du 9/10 au 23/10	Site B1 tube 1	19,6	18,7	± 4,8 %
	Site B1 tube 2	17,8		
Série 2 Du 23/10 au 06/11	Site A2 tube 1	60,1	55,8	± 7,7 %
	Site A2 tube 2	51,5		
Série 2 Du 23/10 au 06/11	Site B1 tube 1	20,3	20,6	± 1,7 %
	Site B1 tube 2	21,0		

**Commentaires** : Les écarts relatifs sont corrects, hormis pour les tubes de la première série du site extérieur A2. Cet écart sera pris en compte dans l'interprétation des résultats.

### **Représentativité des périodes de mesures**

Afin d'apprécier la représentativité de la période d'étude par rapport à l'ensemble de l'année, (la plupart des valeurs de référence étant relatives à une année civile), les concentrations moyennes mesurées **sur la période de la campagne** par les analyseurs des stations fixes sont comparées aux concentrations moyennes **annuelles** de ces stations.

	Courtrel	Chartres	ENSP	Halles	Laënnec
Moyenne des concentrations des analyseurs sur l'année 2003 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	18	19	24	42	41
Moyenne des concentrations des analyseurs sur la période de campagne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21	20	31	40	44
Concentrations annuelles/concentrations sur la période d'étude	0,86	0,95	0,77	1,05	0,93

Les concentrations en dioxyde d'azote déterminées sur la période de campagne sont supérieures aux niveaux moyens annuels, sauf aux Halles. Cette surestimation est logique en cette saison. Les niveaux de dioxyde d'azote sont en effet plus élevés en hiver en zone urbaine, en raison des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants, et des émissions plus élevées d'un trafic plus important en hiver, associé au fonctionnement des installations de chauffage des secteurs résidentiel et tertiaire.

### **Conclusion**

L'exactitude de l'analyse ne peut être vérifiée dans cette étude. Les résultats obtenus sur les différents points de la rue d'Antrain ne peuvent être comparés, aucune station de mesure n'y étant installée. Les tubes à diffusion Radiello ont néanmoins déjà fait leurs preuves, maintes fois utilisés et validés par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air et le LCSQA.

En définitive, au regard des données et des nombreuses études antérieures dont ils ont déjà fait l'objet, ces échantillonneurs passifs sont considérés comme relativement fiables.

### III.3.2 Interprétation

#### Résultats

	Site	Série 1	Série 2	Rapport intérieur/extérieur (I/E)
Site intérieur	A1	19,0	20,0	Série 1 : 0,36 Série 2 : 0,36
Doublon Site extérieur	A2	44,3	60,1	
	A2	62,6	51,5	53,5
Doublon Site intérieur	B1	19,6	20,3	Série 1 : 0,35 Série 2 : 0,66
	B1	17,8	21,0	
Site extérieur	B2	53,8	31,3	20,6
Site intérieur	C1	35,2	34,5	Série 1 : 0,74
Site extérieur	C2	47,0	44,1	Série 2 : 0,78

#### Rapport concentrations intérieures / Concentrations extérieures

Dans la littérature, le rapport I/E est généralement compris entre 0,5 et 0,95 pour l'habitat et varie selon la saison. Il est généralement plus élevé en été qu'en hiver, une meilleure ventilation faisant tendre les concentrations de l'air intérieur vers les niveaux de l'extérieur (Piechocki, 2003).

Dans cette étude, le rapport I/E est relativement faible pour les appartements A et B. Une faible ventilation par les fenêtres donnant sur la rue, en raison des gênes engendrées par l'ouverture des fenêtres (bruits et odeurs liés au trafic) peut l'expliquer.

#### Comparaison avec les bases de données existantes dans l'habitat

Les résultats de diverses études menées dans l'habitat sont synthétisés dans le tableau de la page suivante. Ces données ne sont pas vraiment comparables entre elles en raison des nombreuses différences de méthodologies, de conditions extérieures...

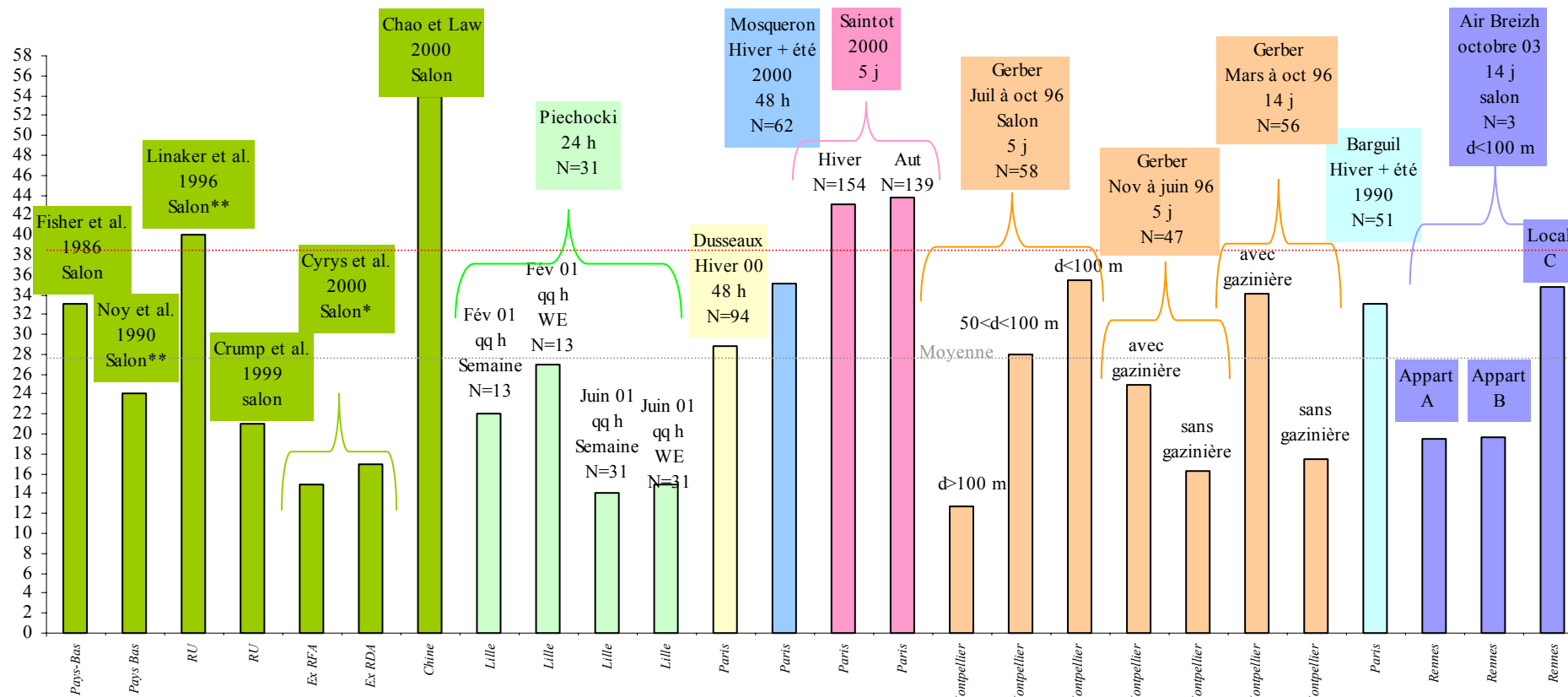
Les techniques de mesure varient en effet d'une étude à l'autre (analyseurs, tubes à diffusion active ou passive), tout comme la durée d'échantillonnage (variant de quelques heures à plusieurs jours), la saison (été ou hiver), le type de pièces faisant l'objet de prélèvement (salons ou autres).

L'absence de description des logements (emplacement, type de chauffage, de cuisinière,...), et des comportements des habitants (fumeurs ou non), c'est-à-dire de tous les paramètres susceptibles d'influer sur les concentrations en dioxyde d'azote d'une pièce, accentue la difficulté de comparer les résultats entre eux.

Ce tableau donne cependant une idée des ordres de grandeurs des concentrations rencontrées dans l'habitat et permet de situer les niveaux estimés sur les 3 sites de la rue d'Antrain.

**Commentaires :** Les concentrations en dioxyde d'azote des logements A1 et B1 seraient en dessous des niveaux moyens généralement mesurés dans l'habitat. Les concentrations du local C seraient légèrement supérieures à cette moyenne, mais toujours comprises dans la gamme des valeurs rencontrées. A noter que dans ce dernier cas, il s'agit d'un local commercial, alors que tous les autres sites sont des logements.

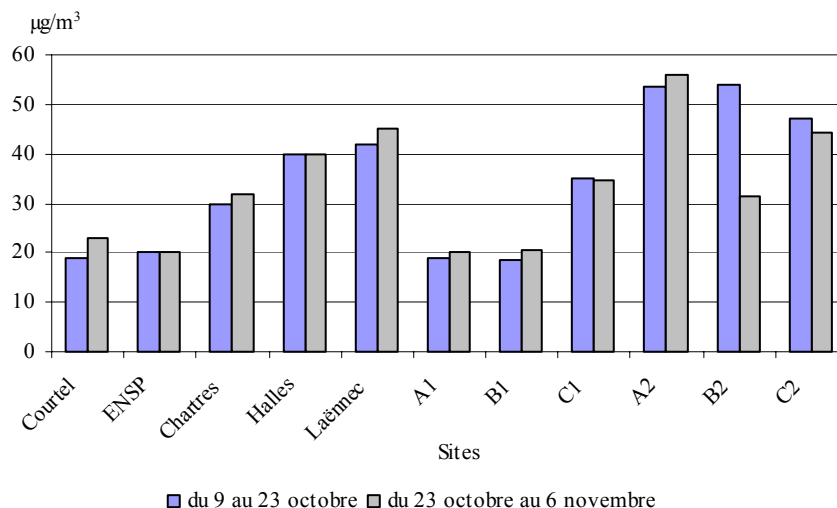
**Récapitulatif des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées dans différentes pièces de l'habitat et dans le local C de l'étude (Moyennes arithmétiques sauf indications)**



Sources : Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments, 2001 ; PIECHOCKI, 2003

(\*) : médiane      (\*\*) : moyenne géométrique

**Comparaison des résultats avec les concentrations moyennes dans l'air ambiant des stations rennaises sur la période d'étude**



- Les concentrations mesurées dans les 3 pièces de la rue d'Antrain (A1, B1 et C1) sont relativement faibles, du même ordre de grandeur que les niveaux des trois stations urbaines Courtel, ENSP et Chartres (valeurs comprises entre 19 et 32 µg/m<sup>3</sup> dans les stations urbaines et entre 19 et 35 µg/m<sup>3</sup> dans les locaux).
- Les concentrations mesurées dans la rue d'Antrain sont dans l'ensemble plus élevées que sur les deux stations trafic des Halles et Laënnec (moyennes de 48 µg/m<sup>3</sup> dans la rue d'Antrain et 42 µg/m<sup>3</sup> sur les stations de mesure).

**Commentaires :** A notre demande, les habitants n'ont pas changé leurs habitudes quotidiennes, notamment concernant l'aération des pièces dans lesquelles ont été effectués les échantillonnages. Ainsi, dans un des appartements, les fenêtres donnant sur la rue d'Antrain ne sont jamais ouvertes. L'aération se fait à partir d'une autre pièce ne donnant pas sur cette rue. Ces contraintes limitent le transfert de la pollution de la rue vers le logement.

**Respect des valeurs de référence**

• **Dans les locaux**

Les niveaux estimés dans les trois bâtiments sont bien inférieurs aux valeurs limites fixées pour l'air ambiant, et a fortiori aux valeurs limites d'exposition professionnelle beaucoup plus élevées.

• **Dans la rue d'Antrain**

**Au niveau de l'appartement A**, la concentration moyenne estimées sur les 2 séries est de 55 µg/m<sup>3</sup>, du même ordre de grandeur que la valeur limite de protection de la santé fixée à 54 µg/m<sup>3</sup> sur l'année 2003. A souligner cependant que les concentrations mesurées sur la période d'étude surestimerait les concentrations annuelles (voir page 11). Si un doute persiste sur les valeurs mesurées au niveau de ce logement (en raison de la répétabilité suspecte), il n'en demeure pas moins que l'ensemble de ces résultats reste supérieur à l'objectif de qualité de 40 µg/m<sup>3</sup>.

**Au niveau des sites B et C**, les concentrations moyennes respectivement égales à 42 et 45 µg/m<sup>3</sup>, respecteraient la valeur limite de 54 µg/m<sup>3</sup>, mais dépasseraient l'objectif de qualité annuel de 40 µg/m<sup>3</sup>.

## CONCLUSION

- **Sur la période d'étude**, l'exposition de la population à la pollution par le dioxyde d'azote pourrait être supérieure à l'objectif de qualité de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  **sur les 3 sites extérieurs de la rue d'Antrain**, et à la valeur limite de protection de la santé de  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au niveau du site A2.

Les concentrations de la rue pourraient être supérieures aux concentrations rencontrées sur les deux stations trafic des Halles et Laënnec. Air Breizh étudie à ce propos l'éventualité de déplacer une de ces stations trafic sur un site rennais plus exposé.

L'évaluation de la représentativité de la période d'étude a cependant démontré une tendance à surestimer les niveaux moyens annuels. Les concentrations moyennes de ces 3 sites extérieurs sur l'année entière seraient probablement inférieures aux concentrations correspondant à la période de campagne.

- Les concentrations mesurées **dans les bâtiments** sont en adéquation avec les valeurs susceptibles d'être mesurées dans un logement. Ces teneurs respectent très largement les valeurs limites d'exposition professionnelles, seules valeurs de référence dans les bâtiments. Les valeurs seuils relatives à l'environnement sont également respectées.

Cette différence entre les concentrations extérieures et intérieures peut s'expliquer par une ventilation limitée du côté de la rue d'Antrain, en raison des gênes de bruits et d'odeurs occasionnées par le trafic.

- Cette étude a cependant ses limites. Les tubes à diffusion fournissent des résultats moyens sur une période d'échantillonnage et non des concentrations en temps réel. Les pics de pollution ne sont donc pas décelés par cette technique.

Les résultats ne sont représentatifs que de la période étudiée. Des campagnes réalisées sur d'autres mois aboutiraient probablement à des résultats différents (réduction de la fréquence des bus, ouverture des fenêtres plus importante en été, conditions météorologiques différentes...).

Enfin, l'étude n'a porté que sur le dioxyde d'azote, un des traceurs de la pollution automobile. Il pourrait être intéressant d'étudier d'autres polluants, comme les poussières.

## **GLOSSAIRE**

<b>AASQA</b>	Association Agréée de surveillance de la qualité de l'air
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>COV</b>	Composé Organique Volatil
<b>DRIRE</b>	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
<b>LCSQA</b>	Laboratoire Central de Surveillance de la qualité de l'Air regroupant l'INERIS, l'Ecole des Mines de Douai et le Laboratoire National d'Essais
<b>NO</b>	Monoxyde d'azote
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>NO<sub>x</sub></b>	Oxydes d'azote : $NO_x = NO + NO_2$
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozone
<b>Objectif de qualité</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>PM10</b>	Poussières de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micro mètres
<b>PPA</b>	Plan de protection de l'Atmosphère
<b>Seuil d'alerte</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement à partir duquel des mesures d'urgences doivent être prises.
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>µg/m<sup>3</sup></b>	Microgrammes par mètre cube
<b>Valeurs limites</b>	Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADEME, Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote, 2002, 143 p.

APPA : site visité en 2004 : <http://www.appa-ds.comcdrom/dossiers/dos07elv.htm>

Barguil S., Le Moullec Y., Person A., et al., Chemical characterisation of indoor air quality in parisian homes. *Aerobiologia* 1990, Vol. 6, pp. 28-31.

Chao C.Y.H. et Law A., Study of personal exposure to nitrogen dioxide using passive samplers. *Building and Environment*, 2000, Vol. 35, pp. 545-553.

Crump D.R., Bland B.H., Mann H.S. et al., Evaluation de l'exposition des citoyens aux polluants d'origine automobile au cours de leurs déplacements dans l'agglomération parisienne. Rapport du programme PRIMEQUAL, Mai 1998, 120 p.

Cyrys J., Heinrich J., Richter K. et al., Sources and concentrations of indoor nitrogen dioxide in Hamburg (West Germany) and Erfurt (East Germany). *The science of the Total Environment*, 2000, Vol. 250, pp. 51-32.

Dusseaux M., Evaluation de l'exposition individuelle au dioxyde d'azote : étude auprès des internes en pharmacie de la région Ile-de-France. Mémoire du diplôme d'études spécialisées de pharmacie industrielle et biomédicale, Paris XI, 2000, 65 p.

Fischer P., Brunekreef B. et Boleij J.S.S., Indoor NO<sub>2</sub> pollution and personal exposure to NO<sub>2</sub> in two areas with different outdoor NO<sub>2</sub> pollution. *Environnement monitoring and assessment*, 1986, Vol.6, pp. 221-229.

Linaker C.H., Chauhan A.J., Inskip H. et al., Distribution and determinants of personal exposure to nitrogen dioxide in school children. *Occupational and Environmental medicine*, 1996, Vol.53, pp. 200-203.

Mosqueron L., Evaluation de l'exposition individuelle au dioxyde d'azote au sein d'une population parisienne du secteur tertiaire. Th. en pharmacie, Paris V, 2000, 88 p.

Mosqueron L., Nedellec V., Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments, 2001, 169 p.

Noy D., Brunekreef B., Bleij J.S.M. et al., The assessment of personal exposure to nitrogen dioxide in epidemiological studies. *Atmospheric Environment*, 1990, Vol. 24A, pp. 2903-2909.

Piechocki A., Nouvel échantillonneur passif pour la mesure de l'exposition des personnes au dioxyde d'azote, Th. Université des sciences et technologies de Lille, Ecole des Mines de Douai, 2003, 212 p.

Schwab M., Colome S.D., Spengler J.D. et al., Activity patterns applied to pollutant exposure assessment : data from a personal monitoring study in Los Angeles. *Toxicology and Industrial Health*, 1990, Vol. 6, pp. 517-532.

**Etude réalisée à la demande de la Ville de Rennes**

**Contact**  
**Bénédicte GUIRIEC**