

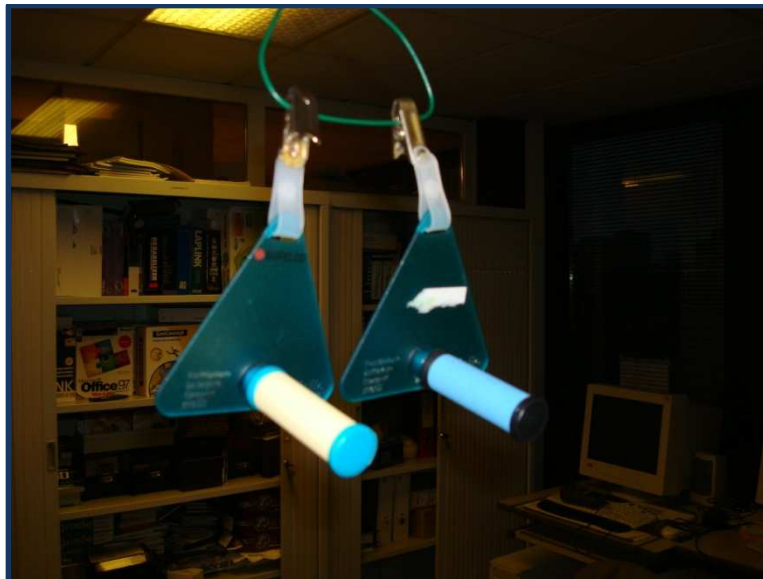


Surveillance de la qualité de l'air en Lorraine Nord

ETUDE AIR INTERIEUR :

**Evaluation de la qualité de l'air dans les locaux et les
logements du personnel du réseau**

ATMO LORRAINE NORD



Rapport d'étude

- Décembre 2008 -



Atmo Lorraine Nord est née de la fusion entre l'association AERFOM (Association pour l'exploitation du Réseau de mesure de la qualité de l'air des vallées de la Fensch, de l'Orne et de la Moselle) et l'association ESPOL (Association pour l'exploitation du réseau de mesure de la qualité de l'Air en Moselle-Est). Ces deux associations ont été créées respectivement en 1977 et en 1980 dans le but de surveiller la qualité de l'air à proximité de zones industrielles. Suite à l'évolution de la réglementation en décembre 1996 avec la loi sur l'air et l'utilisation

rationnelle de l'énergie, la surveillance de la qualité de l'air s'est étendue aux zones urbaines, périurbaines et rurales.

Un premier rapprochement des deux structures s'était opéré le 1^{er} février 2005 par la réalisation d'une charte de collaboration. Cette charte a permis la mise en place d'un Conseil Scientifique commun aux deux structures, la réalisation de projets sur le territoire et le partage de personnel.

En avril 2007, les deux conseils d'administration ont décidé de réaliser le rapprochement entre les deux associations pour donner naissance à une nouvelle structure : **Atmo Lorraine Nord**.

Atmo Lorraine Nord, de part son agrément, a en charge la surveillance de la qualité de l'air pour le département de la Moselle (excepté l'arrondissement de Sarrebourg), l'arrondissement de Briey et les cantons de Dieulouard et Pont-à-Mousson en Meurthe-et-Moselle.

Atmo Lorraine Nord est une association à but non lucratif régie par la loi locale du 19 avril 1908.

Les principales missions d'**Atmo Lorraine Nord** sont :

➤ **Surveiller**

Le réseau assure une surveillance en continu dans 27 communes à l'aide de 34 stations de mesure, soit un parc de 132 analyseurs. Au quotidien, 13 personnes veillent au bon fonctionnement du réseau.



Outre les mesures en continu, d'autres méthodes de mesure dites « discontinues » permettent de surveiller la qualité de l'air sur la zone de compétence de l'association : laboratoire mobile, tubes passifs et canisters, etc...



➤ **Informier**

Atmo Lorraine réalise différents supports de communication pour expliquer la problématique de la qualité de l'air et diffuser les données mesurées.

➤ **Alerter**

Dans le cadre des arrêtés préfectoraux **N°2004-AG/2-297 en date du 9 juillet 2004 (Moselle)**, **N°2004/38/SIDPC (Meurthe-et-Moselle)** pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et l'ozone et de l'**arrêté interdépartemental n°2008-1682 du 10 juillet 2008** pour les particules en suspension PM₁₀, le réseau Atmo Lorraine Nord informe, en cas de dépassement de seuils d'information et de recommandation et/ou d'alerte de ces composés, les personnes mentionnées dans ces arrêtés.

➤ **Etudier**



Pour les zones où des stations fixes de mesure ne sont pas implantées mais qui nécessitent malgré tout un suivi de la qualité de l'air, des moyens mobiles sont utilisés.

Ces différentes mesures exigent une interprétation des résultats d'un point de vue réglementaire mais également dans la recherche d'une origine des polluants mesurés en s'appuyant des mesures des paramètres météorologiques.





SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
Partie I : étude dans les logements du personnel Atmo Lorraine Nord.....	6
1. Réglementation	6
2. Mode opératoire	7
3. Résultats	7
3.1. Validation des données	7
3.2. Résultats des mesures BTEX.....	8
3.3. Résultats des mesures aldéhydes.....	11
4. Discussion	12
Partie II : étude dans les locaux Atmo Lorraine Nord	15
1. Réglementation	15
2. Mode opératoire	15
3. Résultats	15
3.1. Validation des données	15
3.2. Résultats des mesures BTEX.....	16
3.3. Résultats des mesures aldéhydes.....	17
4. Discussion	18
Partie III : évaluation des émissions d’ozone à proximité d’un photocopieur	20
1. Réglementation	20
2. Mode opératoire	20
2.1. 28 novembre 2008: premières mesures automatiques d’ozone	20
2.2. 9 décembre 2008 : mesures de COV par canister	21
2.3. 12 décembre 2008 : nouvelles mesures automatiques d’ozone.....	21
3. Résultats	22
3.1. Résultats des mesures d’ozone du 28 novembre 2008.....	22
3.2. Résultats des mesures COV du 9 décembre 2008.....	22
3.3. Résultats des mesures d’ozone du 12/12/2008.....	24
4. Discussion	26
CONCLUSION.....	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28
Annexe : effets sanitaires dominants des composés surveillés dans les logements et bureaux	

TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux :

Tableau I : réglementation COV en air ambiant et air intérieur.....	6
Tableau II : codification des logements	7
Tableau III : nombre de tubes passifs utilisés pour l'étude I	7
Tableau IV : résultats des blancs pour les BTEX.....	7
Tableau V : résultats des mesures pour les BTEX dans les logements	8
Tableau VI : rapport entre les concentrations de BTEX en air intérieur et en air ambiant.....	8
Tableau VII : résultats des mesures d'aldéhydes dans les logements	11
Tableau VIII : nombre de tubes passifs utilisés pour l'étude II.....	15
Tableau IX : résultats des blancs pour les BTEX.....	15
Tableau X : résultats des mesures des BTEX dans les bureaux.....	16
Tableau XI : rapport entre les concentrations de BTEX en air intérieur et en air ambiant.....	16
Tableau XII : résultats des mesures d'aldéhydes dans les bureaux.....	17
Tableau XIII : réglementation de l'ozone en air ambiant et air intérieur.....	20

Figures :

Figure 1 : concentrations en benzène dans les logements.....	9
Figure 2 : concentrations en toluène dans les logements.....	10
Figure 3 : concentrations en éthylbenzène dans les logements	10
Figure 4 : concentrations en xylènes dans les logements	10
Figure 5 : concentrations en aldéhydes dans les logements	11
Figure 6 : concentrations en BTEX dans les bureaux.....	17
Figure 7 : concentrations en formaldéhyde dans les bureaux	18
Figure 8 : concentrations en COV à proximité d'un photocopieur.....	23
Figure 9 : comparaison des mesures par canister avec les valeurs médiane de l'étude LHVP-LHSP de 2001-2001	23
Figure 10 : évolution des concentrations d'ozone au cours de forts tirages	25

INTRODUCTION

Dans le cadre des nouvelles missions qui sont confiées aux associations de surveillance de la qualité de l'air, nous retrouvons la problématique « air intérieur ». La qualité de l'air intérieur est une des priorités fortes des orientations issues du Grenelle de l'environnement. Les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) doivent ainsi développer la surveillance de la qualité de l'air dans les espaces clos des lieux publics. Dans ce contexte, le réseau Atmo Lorraine Nord a souhaité, en guise d'introduction à cette nouvelle mission, réaliser différentes études sur la problématique « air intérieur » en collaboration avec le personnel du réseau.



Tout d'abord, des mesures de la qualité de l'air ont été effectuées dans des logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord. Les polluants mesurés grâce à des tubes passifs sont les composés organiques volatils avec notamment le benzène et les aldéhydes.

Ensuite, des mesures similaires à celles réalisées dans les logements, ont été effectuées dans trois pièces de travail choisies en fonction de leur fréquentation souvent fréquentées par le personnel du réseau Atmo Lorraine Nord.

Enfin, pour répondre à diverses interrogations sur la relation entre l'odeur d'ozone perçue par le personnel lors de l'utilisation intensive d'un photocopieur sur de brèves périodes, des mesures d'ozone avec un analyseur automatique ont été réalisées dans le poste central de Metz.

Chaque étude fera l'objet d'une partie du rapport dans laquelle seront présentés les matériels utilisés, les méthodes de mesures définies et les résultats dont l'interprétation est basée sur la comparaison de données obtenues essentiellement par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) lors de la campagne nationale de logements de 2003 à 2005. Toute partie sera conclue par une discussion dans laquelle seront repris les informations complémentaires sur les sites de mesures obtenues suite à l'élaboration d'un questionnaire.

Partie I : étude dans les logements du personnel Atmo Lorraine Nord

L'objectif lié à la partie I est d'évaluer les niveaux de composés organiques volatils, dont le benzène et le formaldéhyde, avec des tubes passifs dans des logements de personnes travaillant à Atmo Lorraine Nord. Ces niveaux seront comparés à des résultats émanant de l'étude nationale logement menée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur en 2003-2005. Un questionnaire a été développé par le service étude afin d'obtenir des informations complémentaires sur les lieux où étaient réalisées les mesures ce qui permettrait de définir d'éventuelles relations entre les niveaux des composés mesurés et l'environnement du site.

1. Réglementation

Le tableau suivant indique les valeurs réglementaires à respecter pour les principaux composés organiques volatils en air ambiant et en air intérieur. Les niveaux à respecter en air intérieur sont plus élevés que ceux destinés au respect de la santé en air ambiant.

Tableau I : réglementation COV en air ambiant et air intérieur

Air ambiant				
Benzène	Valeur limite	Moyenne annuelle	7 µg/m ³ en 2008	Directive 2008/50/CE et arrêté préfectoral N°2004-AG/2 -297
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	2 µg/m ³	
Air intérieur				
Formaldéhyde	Valeur limite d'exposition à court terme	2 heures	50 µg/m ³	Valeurs guide de l'AFSSET* en juillet 2007
	Valeur limite moyenne d'exposition	Exposition long terme	10 µg/m ³	
Benzène	Valeur guide pour exposition long terme	Durée d'exposition > 1 an pour des effets hématologiques non cancérogènes	10 µg/m ³	Valeurs guide de l'AFSSET* en mai 2008
		Durée d'exposition « vie entière » pour des effets hématologiques cancérogènes (risque de 10 ⁻⁵)	2 µg/m ³	
	Valeur guide pour exposition intermédiaire	Durée d'exposition d'un an pour des effets hématologiques non cancérogènes (effets cumulatifs du benzène)	20 µg/m ³	
	Valeur guide court terme	Durée d'exposition en moyenne sur 14 jours pour des effets hématologiques non cancérogènes (effets cumulatifs du benzène)	30 µg/m ³	

*AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

Parmi les autres composés mesurés lors de l'étude, l'Institut National de la Recherche pour la Santé (INRS), dans le cadre de l'exposition au travail, a défini des seuils (valeur limite d'exposition, valeur moyenne d'exposition) qui sont présentés dans les fiches toxicologiques de l'INRS sur le site www.inrs.fr. Par ailleurs, ces fiches présentent les effets sur la santé des composés surveillés. En annexe, sont présentés les principaux effets sanitaires des composés surveillés au cours de l'étude.

2. Mode opératoire

6 logements ont fait l'objet de mesures de la qualité de l'air. Pour l'ensemble de ces logements, l'évaluation a été réalisée dans la **chambre à coucher**. Des mesures supplémentaires ont été réalisées dans le **salon** de deux logements.

Une **codification** a été développée pour que les personnes qui ont participé à l'étude puissent identifier les résultats des mesures effectuées dans leur logement :

Tableau II : codification des logements

Personnes concernées par l'étude	Mesure dans une chambre à coucher	Mesure dans le salon
D	X	
C	X	
A	X	X
F	X	
B	X	X
E	X	

Les mesures se sont effectuées en décembre 2008, au cours de la semaine 51.

La durée d'exposition des tubes passifs pour la mesure des composés organiques volatils et des aldéhydes était de **48 heures**.

Tableau III : nombre de tubes passifs utilisés pour l'étude I

Le tableau ci-contre indique le nombre de tubes utilisés par famille de composés pour réaliser les mesures dans les logements :

Nombre de tubes par pièce	1, soit 8 au total
Nombre de triplicat	1 (soit 2 tubes en plus dans une pièce)
Nombre de blancs	1
Nombre de mesures en air ambiant	1
TOTAL	12

3. Résultats

3.1. Validation des données

- Mesures BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)

Un blanc a été réalisé au cours de la campagne de mesure. Le résultat obtenu pour le benzène est légèrement supérieur à la limite de quantification ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tableau IV : résultats des blancs pour les BTEX

Cette valeur a été soustraite aux résultats de benzène de l'étude. Il en a été de même pour les autres composés organiques volatils dont les valeurs de blancs étaient supérieures ou égales à la limite de quantification.

Polluant	Valeur du blanc en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzène	0,4
Toluène	0,3
Ethylbenzène	0,4
Xylènes	0,4

Un triplicat a été effectué pendant la campagne de mesure. Les valeurs obtenues sur les trois tubes donnent un écart relatif très satisfaisant avec un coefficient de variation de 1,1%.

Ces tests ont permis de valider les résultats obtenus.

- Mesures aldéhydes

Un blanc a été réalisé au cours de la campagne de mesure. Le résultat obtenu pour le formaldéhyde est légèrement supérieur à la limite de quantification ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Cette valeur a été soustraite aux résultats obtenus avec les tubes exposés. Les valeurs de blancs obtenues pour les autres aldéhydes sont toutes inférieures à la limite de quantification.

Un triplicat a également été effectué pendant la campagne de mesure pour les mesures d'aldéhydes afin d'en apprécier la reproductibilité. En comparant les valeurs de formaldéhyde, nous obtenons un coefficient de variation de 7,2 %, valeur satisfaisante d'écart relatif entre les mesures.

Ces tests ont permis de valider les résultats obtenus.

3.2. Résultats des mesures BTEX

- **Tableaux des résultats**

Le tableau suivant présente les résultats des mesures de BTEX effectuées dans les logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord :

Tableau V : résultats des mesures pour les BTEX dans les logements

Participant	Lieu de prélèvement	Concentration en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en éthylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en xylènes* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A	chambre	4,6	16,7	4,5	23,4
A	salon	4,7	16,3	4,1	21,7
B	chambre	2,6	10,2	1,7	4,2
B	salon	2,3	7,2	0,9	3,9
C	chambre	3,8	10,5	6,8	31,1
D	chambre	9,1	54,1	12,4	57,4
E	chambre	9,3	30	8,5	35,4
F	chambre	3,4	38,5	5,3	26,3

*Les concentrations en m+p-xylène et en ortho-xylène ont été additionnées afin d'obtenir la concentration en xylènes.

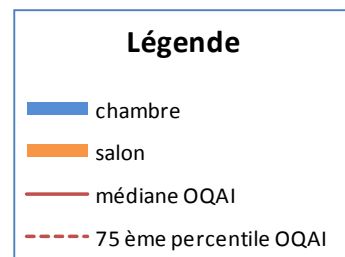
Tableau VI : rapport entre les concentrations de BTEX en air intérieur et en air ambiant

Pendant la campagne de mesure, une mesure en air ambiant sur un site urbain de fond a été réalisée. Les valeurs mesurées en air ambiant pour les BTEX sont, dans le cadre de l'étude, toujours inférieures aux mesures effectuées en air intérieur. Pour le benzène, les rapports moyens entre les concentrations mesurées en air intérieur et la concentration mesurée en air ambiant varient de 3 à 12.

Polluant	Rapport [Air intérieur]/[air ambiant]
Benzène	3 à 12
Toluène	3 à 22
Ethylbenzène	1 à 10
Xylènes	1 à 10

- **Graphiques**

Les résultats obtenus dans les logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord sont comparés à ceux obtenus lors de la campagne nationale logement de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) effectuée dans 567 logements français de 2003 à 2005 (KIRCHNER et al., 2006).

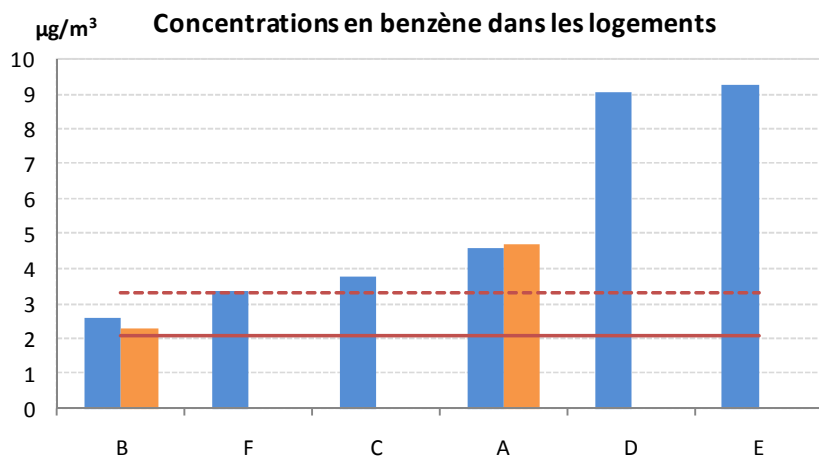


Pour les figures numérotées de 1 à 4, la légende est la suivante :

La **médiane** correspond à la valeur obtenue pour le 284^{ème} logement nationale logement de l'OQAI lorsque l'on classe, par ordre croissant, les logements en fonction de la concentration du composé suivi. Cette valeur permet de positionner les logements les uns par rapport aux autres.

Le **percentile 75** correspond à la valeur obtenue pour le 425^{ème} logement lorsque l'on classe, par ordre croissant, les logements en fonction de la concentration du composé suivi. Cette valeur permet de connaître les niveaux plus élevés rencontrés dans le dernier quart des logements.

Les concentrations de benzène mesurées dans l'ensemble des logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord sont supérieures à la valeur médiane obtenue lors de la campagne nationale logement de l'OQAI. Hormis le logement B,



tous les autres logements, toute pièce confondue, sont au-dessus de la valeur du 3^{ème} quartile (percentile 75) obtenue lors de la campagne nationale de l'OQAI. Pour les logements D et E, de fortes concentrations en benzène ont été mesurées. A titre de comparaison, sur 567 logements, moins de 30 logements ont présenté une valeur supérieure en benzène à 7,2 µg/m³ (percentile 95).

Figure 1 : concentrations en benzène dans les logements

Pour le toluène, les logements B et C présentent des concentrations inférieures à la médiane. Le logement A, à la fois dans la chambre et dans le salon, se situe entre la valeur médiane et le percentile 75. Les autres logements sont au-dessus de la valeur de percentile 75.

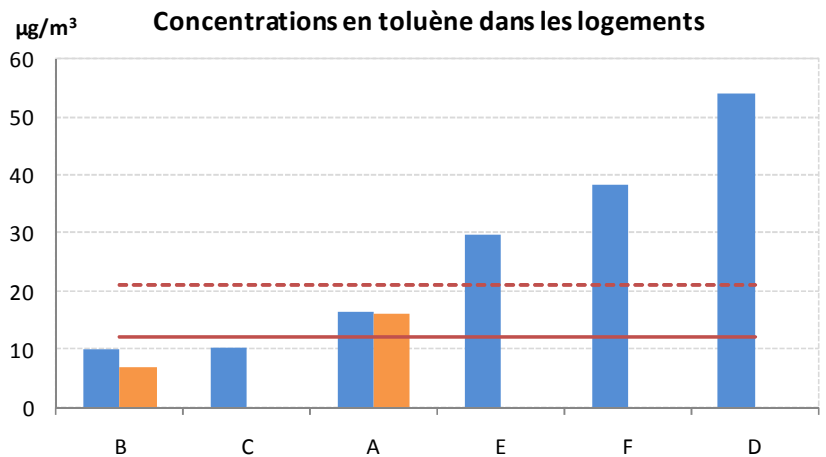
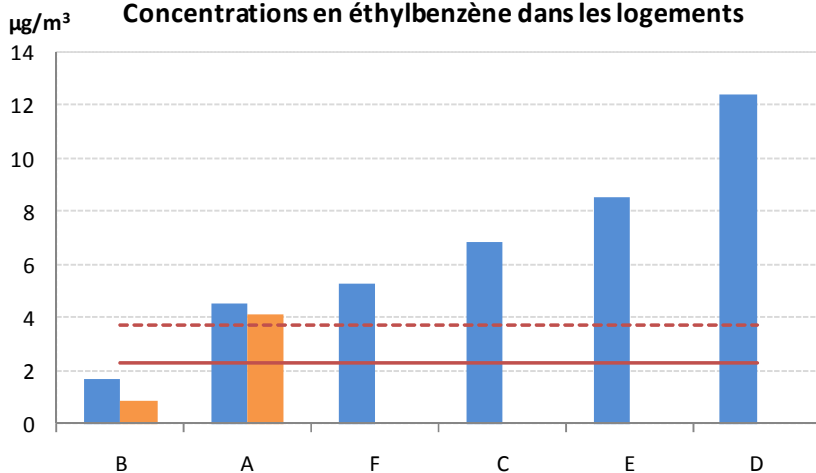


Figure 2 : concentrations en toluène dans les logements

Concentrations en éthylbenzène dans les logements



Pour l'éthylbenzène et les xylènes, l'ordre croissant des concentrations mesurées dans les logements, indépendamment de la pièce, est similaire.

Figure 3 : concentrations en éthylbenzène dans les logements

Seul, le logement B se situe en dessous de la valeur médiane de ces deux composés surveillés. Tous les autres logements se situent au-dessus de la valeur du percentile 75 obtenue lors de la campagne nationale logement. Le logement D présente les valeurs les plus élevées pour l'éthylbenzène et les xylènes.

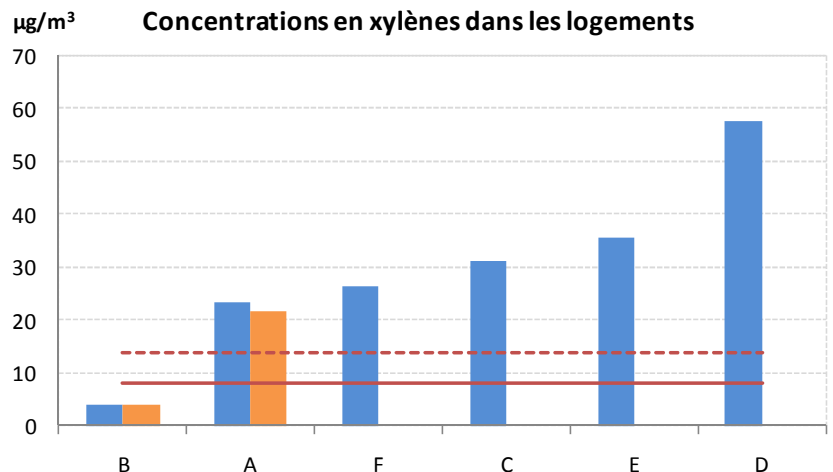


Figure 4 : concentrations en xylènes dans les logements

Parmi les BTEX mesurés au cours de l'étude, les composés majoritaires sont les xylènes puis le toluène.

3.3. Résultats des mesures aldéhydes

- **Tableau des résultats**

Le tableau suivant présente les résultats des mesures d'aldéhydes effectuées dans les logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord.

Tableau VII : résultats des mesures d'aldéhydes dans les logements

Site	Pièce	Formaldéhyde	Propionaldéhyde	Butyraldéhyde	Valéraldéhyde
A	chambre	39,0	6,0	18,3	5,2
A	salon	34,8	6,9	14,5	5,0
B	chambre	26,4	6,6	14,3	12,1
B	salon	12,7	3,5	7,0	4,2
C	chambre	23,0	4,1	9,0	3,9
D	chambre	36,2	5,2	10,9	5,5
E	chambre	23,1	5,2	< LQ*	2,8
F	chambre	20,6	2,4	7,7	3,2

* LQ = limite de quantification

Pendant la campagne de mesure, un prélèvement en air ambiant a été réalisé. Les valeurs mesurées sont beaucoup plus faibles en air ambiant qu'en air intérieur. Pour le formaldéhyde, les concentrations sont, au minimum, cinq fois inférieures en air ambiant. Les autres composés n'ont pas été détectés dans l'air ambiant.

- **Graphique**

Les données obtenues dans les logements du personnel sont également comparées à celles de la campagne nationale logement de l'OQAI effectuée dans 567 logements français de 2003 à 2005.

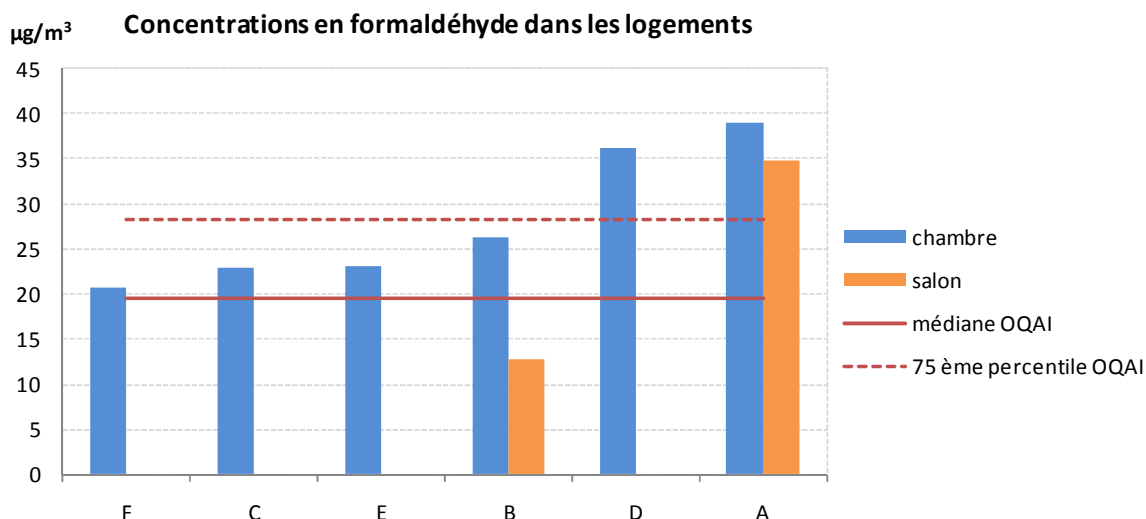


Figure 5 : concentrations en aldéhydes dans les logements

Toutes les pièces surveillées, hormis le salon du logement B, présentent des concentrations supérieures à la valeur médiane. Pour les logements A et D, les concentrations mesurées en formaldéhyde se situent aux alentours du 90^{ème} percentile.

Sur l'ensemble des aldéhydes mesurés, le formaldéhyde est le composé majoritaire.

Les résultats en aldéhydes, autres que le formaldéhyde, dont les résultats sont présentés dans le tableau VII, seront explicités dans le paragraphe suivant.

4. Discussion

Les résultats présentés dans la partie 3 sont, à présent, interprétés avec les informations obtenues grâce au questionnaire développé pour l'étude par le réseau Atmo Lorraine Nord. L'objectif de cette discussion n'est pas d'identifier précisément des relations entre les valeurs mesurées et une source émissive particulière car le nombre restreint de pièces surveillées ne permet pas une telle approche. Pour autant, certains rapprochements ont pu être envisagés.

Aération des pièces : l'aération des pièces joue un rôle très important dans la qualité de l'air intérieur. Les pièces des logements où l'aération est la plus importante (au minimum cinq à dix minutes par jour), présentent des niveaux moindres en concentrations de polluants. Les personnes qui aèrent leur logement sont, par ailleurs, toutes chauffées au gaz.

Système de chauffage : dans les logements où le chauffage principal est exclusivement au fioul, des valeurs élevées pour les BTEX ont été mesurées. Pour un chauffage réparti entre le fioul et le bois, des concentrations plus faibles en benzène, toluène et xylène sont observables. Enfin, les concentrations de benzène les plus faibles ont été mesurées dans les logements où le système de chauffage était le gaz.

Emissions de véhicules : les concentrations élevées de toluène et de benzène dans certains logements laissent présager une émission lors de combustion. Les niveaux, plus élevés que la moyenne, d'éthylbenzène dans les logements D et E s'apparenteraient à une origine d'émission automobile. La campagne nationale logement réalisée par l'OQAI a montré que la valeur médiane en éthylbenzène dans les garages était de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comparée à $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les logements. (OQAI, 2006).

Si le garage est communicant avec le logement, les émissions liées au(x) véhicule(s), peuvent contribuer à l'augmentation des concentrations des composés décrits ci-dessus. Il en est de même si le logement est à proximité d'axes routiers.

Rapport de concentrations en BTX : les rapports de concentrations entre le benzène, le toluène et les xylènes, donnent les résultats suivants :

- En grande majorité, les concentrations en toluène sont trois fois plus élevées que celles du benzène.
- Deux logements présentent toutefois des rapports toluène/benzène plus élevés. Dans la chambre du logement F, une concentration de $38,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en toluène a été mesurée. L'origine de ce niveau de concentration en toluène est certainement à rechercher dans l'application ou l'utilisation de produits émissifs tels que **la peinture, des encres, du vernis ou de la colle** pour lesquels le toluène est utilisé comme solvant (KIRSCHNER et al., 2004). La chambre du logement D présente, quant à elle, 6 fois plus de toluène que de benzène. Les concentrations mesurées en composés organiques volatils dans cette chambre sont importantes. Diverses sources d'émissions sont certainement à l'origine de ces concentrations.
- Les rapports entre les concentrations de toluène et de xylènes sont majoritairement aux alentours de 1.

Isolation des bâtiments : les plus faibles concentrations ont été mesurées dans un logement se trouvant dans un bâtiment où l'isolation a été réalisée à l'extérieur.

La laine de verre, utilisée pour l'isolation des murs et des combles dans trois logements de l'étude, peut être émissive de formaldéhyde. Ce dernier rentre dans la composition des liants des matériaux.

Age des bâtiments : dans les habitations neuves, les concentrations globales en composés organiques volatiles sont souvent plus importantes que celles mesurées dans des habitations anciennes. A partir de deux ans d'ancienneté, les niveaux de composés que l'on retrouve dans une habitation sont similaires aux niveaux mesurés dans les habitations anciennes (MORISKE et al., 1998)

Niveaux de formaldéhyde : d'une manière générale, le formaldéhyde est présent dans l'ensemble des logements. Il a une multitude de sources, d'où la difficulté de définir une source particulière fortement émettrice. Les concentrations en formaldéhyde peuvent varier en fonction de l'âge du matériel ainsi que des conditions de température et d'humidité relative observées dans une pièce.

Les concentrations de formaldéhyde dans l'air peuvent ainsi :

- Varier en fonction du revêtement des panneaux de particules
- Augmenter avec la chaleur et la présence d'humidité
- Augmenter avec la mise en marche du chauffage et la diminution de la ventilation
- Diminuer avec l'âge du matériau (matériau pouvant émettre du formaldéhyde pendant plusieurs années après son installation).

Les murs des pièces présentant les plus fortes concentrations en formaldéhyde étaient recouvertes de **papiers peints**. Parmi les papiers peints présentant le plus d'inconvénients en termes de qualité de l'air, nous retrouvons les **papiers vinyliques**. En effet, pour rendre le vinyle souple, il est nécessaire d'utiliser des produits chimiques comme les phtalates ou le formaldéhyde (ASPA, 2007).

Origine du benzaldéhyde: le benzaldéhyde a été mesuré à des concentrations bien moindres que le formaldéhyde (concentrations de l'ordre de 1 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Le maxima (2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a été mesuré dans une chambre où le revêtement de sol était un **parquet flottant**. Ce matériau est connu pour émettre du benzaldéhyde.

Différences de concentrations entre les salons et les chambres : dans les deux logements concernés, les concentrations de formaldéhyde sont légèrement supérieures dans la chambre à coucher que dans le salon. Dans les deux chambres à coucher nous retrouvons des **meubles en bois agglomérés** et un revêtement de sol en **parquet** qui peuvent expliquer cette différence.

D'autres composés non mesurés : d'autres composés chimiques sont également présents dans les logements, en plus de ceux mesurés pendant l'étude, sans oublier les composés biologiques et physiques. Nous avons ainsi les poils d'animaux pour lesquels certaines personnes sont allergiques, les particules émises lors de combustion ou le radon émis naturellement par le sol. Pour ce composé, en fonction de la structure géologique du sol et de l'activité qui y règne, les émissions seront plus ou moins importantes.

Partie II : étude dans les locaux Atmo Lorraine Nord

L'objectif lié à la partie II est d'évaluer les niveaux de composés organiques volatils avec des tubes passifs dans les bureaux les plus fréquentées par le personnel du réseau Atmo Lorraine Nord. Ces niveaux seront comparés à des résultats émanant d'études dans les bureaux menées par différents organismes et pour lesquelles l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a fait un inventaire en 2004 (MOSQUERON et NEDELLEC, 2004). Une comparaison avec des données obtenues lors d'une étude menée par le réseau Atmo-Nord-Pas-de-Calais dans ses bureaux, sera également réalisée pour les aldéhydes.

1. Réglementation

La réglementation pour les composés organiques volatils est identique à celle présentée dans la partie I.

2. Mode opératoire

Les pièces surveillées, au nombre de **3**, sont :

- Le poste central des locaux de Metz
- La pièce où se situe les bureaux de Damien, Christophe et Bérénice
- La pièce où se situe les bureaux de Frédéric, Stéphane et Sandra



Les mesures ont été effectuées en décembre 2009, au cours de la semaine 49.

La durée d'exposition des tubes passifs pour la mesure des composés organiques volatils était de **48 heures**.

Tableau VIII : nombre de tubes passifs utilisés pour l'étude II

Le tableau suivant indique le nombre de tubes utilisés par famille de composés pour réaliser les mesures dans les bureaux :

Nombre de tubes par pièce	1, soit 3 au total
Nombre de blancs	1
Nombre de mesures en air ambiant	1
TOTAL	5

3. Résultats

3.1. Validation des données

- Mesures BTEX

Tableau IX : résultats des blancs pour les BTEX

Polluant	Valeur du blanc en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzène	0,3
Toluène	0,3
Ethylbenzène	0,3
Xylènes	0,3

Un blanc a été réalisé au cours de la campagne de mesure. Les résultats obtenus pour les BTEX sont légèrement supérieurs à la limite de quantification. De ce fait, leur valeur de blanc a été soustraite aux résultats.

- Mesures aldéhydes

Un blanc a été réalisé au cours de la campagne de mesure. Le résultat obtenu pour le formaldéhyde est légèrement supérieur à la limite de quantification ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De ce fait, la valeur de blanc a été soustraite aux résultats.

3.2. Résultats des mesures BTEX

- **Tableaux des résultats**

Le tableau suivant présente les résultats des mesures de BTEX effectuées dans les bureaux du réseau Atmo Lorraine Nord.

Tableau X : résultats des mesures des BTEX dans les bureaux

Lieu de prélèvement	Concentration en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en éthylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en xylènes* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bureau technicien Metz	1,9	3,0	1,5	2,8
Poste Central l'Hôpital	2,6	6,7	0,9	3,5
Poste Central Metz	2,8	4,2	2,6	4,9

**Les concentrations en m+p-xylène et en ortho-xylène ont été additionnées afin d'obtenir la concentration en xylènes.*

Tableau XI : rapport entre les concentrations de BTEX en air intérieur et en air ambiant

Pendant la campagne de mesure, un prélèvement en air ambiant a été réalisé. Les valeurs mesurées sont, dans l'ensemble, légèrement supérieures aux valeurs mesurées dans les bureaux du réseau Atmo Lorraine Nord.

Polluant	Rapport [Air intérieur]/[air ambiant]
Benzène	1,4 à 2
Toluène	1,3 à 2,9
Ethylbenzène	0,6 à 1,9
Xylènes	1 à 1,8

Les rapports des concentrations air intérieur (bureaux) /air ambiant sont nettement moins élevés que ceux obtenus lors de l'étude sur les logements.

- **Graphiques**

Les résultats obtenus dans les bureaux sont comparées à ceux d'une étude effectuée par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) et le Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique (LHSP) de l'Université de pharmacie de Paris V en 2000-2001 dans des bureaux parisiens (MOSQUERON et NEDELLEC, 2004). Les mesures de BTEX dans les bureaux parisiens ont été effectuées grâce à des prélèvements actifs pendant 8 heures assurant une meilleure incertitude sur les résultats obtenus.

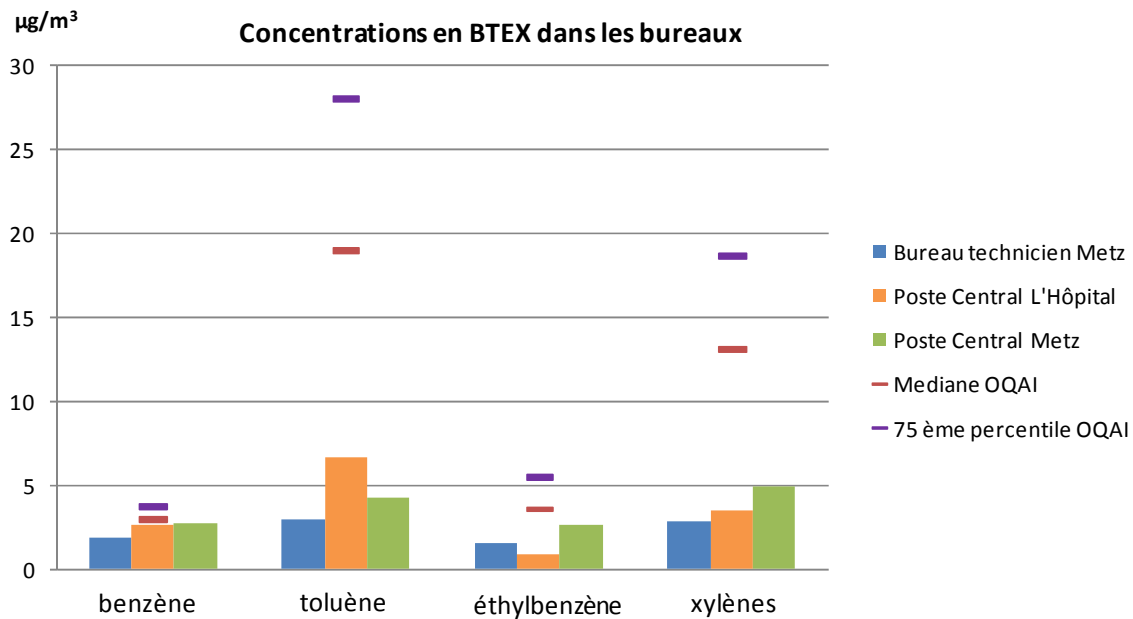


Figure 6 : concentrations en BTEX dans les bureaux

La figure 6 présente l'ensemble des mesures de BTEX effectuées dans les bureaux du réseau Atmo Lorraine Nord. Pour chaque composé, les concentrations sont en-dessous de la valeur médiane obtenue lors de la campagne réalisée dans les bureaux parisiens.

3.3. Résultats des mesures aldéhydes

- **Tableau des résultats**

Le tableau suivant présente les résultats des mesures d'aldéhydes effectuées dans les bureaux du réseau Atmo Lorraine Nord.

Tableau XII : résultats des mesures d'aldéhydes dans les bureaux

Pièce	Formaldéhyde	Propionaldéhyde	Butyraldéhyde	Valéraldéhyde
Poste central Metz	6,4	1,5	4,0	1,5
Poste central L'Hôpital	7,5	2,5	4,2	1,9
Bureau technicien Metz	7,7	1,7	4,3	1,5

Pendant la campagne de mesure, un prélèvement en air ambiant a été réalisé. Les valeurs mesurées en formaldéhyde sont 2,5 à 3 fois inférieures à celles mesurées dans les bureaux. Les autres composés n'ont pas été détectés dans l'air ambiant.

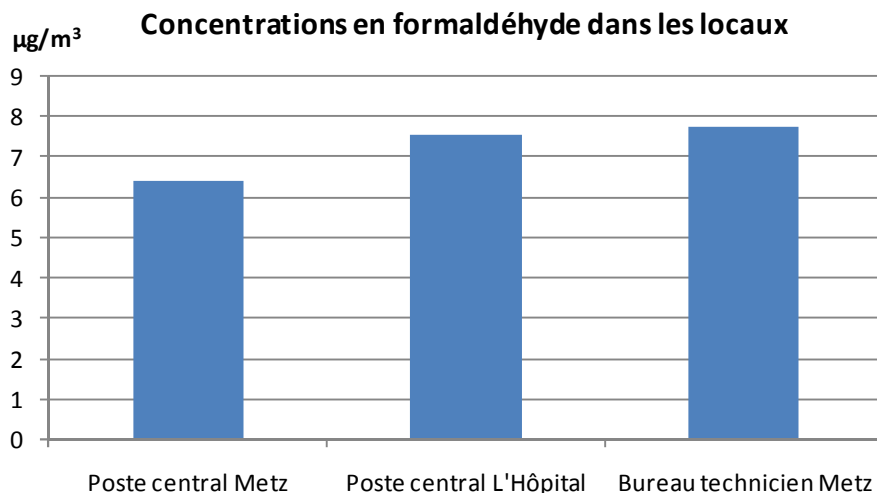
- **Graphique**

Par souci de représentativité des données obtenues sur les concentrations rencontrées en formaldéhyde dans les bureaux, nous n'avons pas pu obtenir une valeur médiane ou un percentile 75 comme pour les données BTEX.

Toutefois, à titre d'information, une étude, effectuée par EDF (Electricité de France) et le CETIAT (Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques) en 2001-2002 dans 3 bureaux parisiens, indiquée une médiane de $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et un percentile 75 de $269 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde. Les mesures d'aldéhydes dans les bureaux parisiens étaient effectuées grâce à des prélèvements actifs pendant 8 heures.

Les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les trois bureaux du réseau Atmo Lorraine Nord sont similaires et sont en-dessous de la valeur de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figure 7 : concentrations en formaldéhyde dans les bureaux



Une comparaison des résultats obtenus avec l'étude menée par le personnel du réseau Atmo Nord-Pas-de-Calais dans ses bureaux montre que la concentration moyenne relevée en formaldéhyde dans les bureaux de Lille et de Béthune était de $19,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Atmo Nord-Pas-de-Calais, 2008). La concentration minimale relevée était de $15,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et la concentration maximale était de $23,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux mesurés dans les locaux du réseau Atmo Lorraine Nord sont plus faibles (de moitié par rapport aux bureaux de Lille et Béthune).

4. Discussion

Différences de concentrations entre les bureaux et les logements : les résultats obtenus dans les bureaux sont, par rapport aux résultats de la partie I pour les logements, plus faibles pour l'ensemble des composés mesurés. Pour les BTEX, nous retrouvons des valeurs similaires à celles observées dans le logement A.

Les composés majoritaires dans les logements sont les xylènes puis le toluène. Dans les bureaux du réseau Atmo Lorraine nord, cette tendance ne s'observe pas. Pour les xylènes, cela peut s'expliquer par une utilisation moins soutenue de produits contenant des xylènes, comme les peintures, les vernis ou des colles.

Certains bureaux présentent des volumes importants, notamment avec une hauteur de plafond d'au moins 5 mètres, qui permettent de diluer les concentrations de composés dans ces pièces. Toutefois, d'autres paramètres auraient pu inverser cette tendance, comme les matériaux émissifs des bureaux, la présence de photocopieurs ou encore le manque d'aération des pièces.

Matériaux émissifs des bureaux : les matériaux rencontrés dans les bureaux, de part les résultats obtenus, semblent moins émissifs de composés organiques volatils. L'ancienneté des bâtiments et des matériaux pourrait, en partie, expliquer les résultats. Pour autant, l'application de moquettes comme revêtement de sol et de mur dans chaque bureau de Metz pourrait engendrer l'émission de composés organiques volatils. Les mesures ont été effectuées au cours de l'hiver. Il se peut qu'au cours de l'été, avec des températures plus importantes dans les locaux, la moquette puisse diffuser une quantité plus importante de COV dans l'air. La moquette est également un revêtement propice à l'accumulation de particules et de polluants biologiques tels que les acariens.

Les pièces où des mesures ont été effectuées, ne présentent que peu de mobiliers et, pour l'essentiel, les matériaux de fabrication sont le métal et le plastique.

Présence de photocopieurs : un photocopieur est présent dans le poste central de Metz et dans la pièce où se situent les bureaux de Sandra, Stéphane et Frédéric. Un photocopieur, lors de fonctionnements intensifs, émet de l'ozone qui, par réaction chimique avec certains matériaux de construction et de revêtements (plâtre, contreplaqué, moquettes) peut produire du formaldéhyde (Moriske et al. 1998). Les résultats obtenus ne montrent, toutefois, aucune différence de concentrations en formaldéhyde entre une pièce avec un photocopieur et une pièce sans photocopieur.

Une aération faible des pièces : les pièces ayant fait l'objet de mesures sont que très rarement aérées. Un effort peut être fait en ce sens afin d'améliorer les conditions de travail du personnel Atmo Lorraine Nord.

Partie III : évaluation des émissions d’ozone à proximité d’un photocopieur

L’objectif principal de l’étude n°3 était de réaliser des mesures d’ozone à proximité d’un photocopieur lors de séries d’impressions à tirage croissant.

1. Réglementation

Le tableau suivant indique les valeurs réglementaires à respecter pour l’ozone en air ambiant et en air intérieur. Les niveaux à respecter en air intérieur sont plus élevés que ceux destinés au respect de la santé en air ambiant.

Tableau XIII : réglementation de l’ozone en air ambiant et air intérieur

Air ambiant			
Valeur cible	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	120 µg/m ³ **	Directive 2008/50/CE et arrêté préfectoral N°2004-AG/2 - 297
Seuil d’information et de recommandation	Moyenne horaire	180 µg/m ³	
Seuil d’alerte	Moyenne horaire dépassée pendant trois heures consécutives*	1 ^{er} seuil: 240 µg/m ³	
	Moyenne horaire dépassée pendant trois heures consécutives*	2 ^{ème} seuil: 300 µg/m ³	
	Moyenne horaire	3 ^{ème} seuil: 360 µg/m ³	
Air intérieur			
Valeur limite d’exposition à court terme	Moyenne 15 minutes	400 µg/m ³	Ministère du travail
Valeur limite de moyenne d’exposition	Moyenne 8 heures	200 µg/m ³	

* Le dépassement doit être observé sur deux stations représentatives de la même zone à moins de trois heures d’intervalle

** à ne pas dépasser plus de 25 fois en moyenne sur 3 ans

2. Mode opératoire

2.1. 28 novembre 2008: premières mesures automatiques d’ozone

Les premiers essais de mesures d’ozone à proximité du photocopieur avec des analyseurs automatiques ont été réalisés le **28 novembre 2008** au poste central de Metz.

Deux analyseurs automatiques d’ozone, avec les lignes de prélèvements disposées à différents endroits du photocopieur, ont été utilisés.

Suite aux résultats des premières mesures à proximité du photocopieur, présentées dans la partie 3.1, de nouveaux tests ont été définis.

2.2.9 décembre 2008 : mesures de COV par canister

Lors des mesures d'ozone effectuées le 28 novembre 2008, aucune variation significative des concentrations n'a été perçue. Pour autant, une odeur similaire à celle de l'ozone était ressentie aux abords du photocopieur. Une piste envisagée pour expliquer l'odeur était l'émission de composés suite au chauffage des encres utilisées pour l'impression des photocopies. Pour répondre à cette hypothèse, des prélèvements avec des canisters ont été réalisés.

Test 1 : deux prélèvements en instantané avec des canisters en proximité du photocopieur ont été effectués dont l'un hors période de tirages et l'autre lors d'une forte période de tirages.

2.3. 12 décembre 2008 : nouvelles mesures automatiques d'ozone

Les émissions d'ozone par le photocopieur semblent être négligeables, même lors d'une impression de 250 pages. Pour autant, une campagne similaire menée par le réseau Atmo Nord-Pas-de-Calais avait montrée des concentrations d'ozone allant jusqu'à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de très forts tirages (Fédération Atmo, 2008). Différentes hypothèses pourraient expliquer cette différence :

- Le personnel du réseau Atmo Nord-Pas-de-Calais réalisait des photocopies uniquement au niveau du photocopieur (pas d'envoi d'impression par ordinateur). *Nous avons effectué majoritairement des impressions via l'envoi par ordinateur.*
- Le personnel du réseau Atmo Nord-Pas-de-Calais réalisait de très forts tirages (plus de 500 copies). *Le plus gros tirage effectué par Atmo Lorraine Nord était de 250 copies.*
- Leur photocopieur n'était pas équipé de filtres ozone. *Le photocopieur utilisé pendant l'étude est équipé d'un filtre d'ozone.*

Test 2: comme la position du filtre d'ozone sur le photocopieur nous est connue, nous avons envisagé de réaliser des tests de présence/absence pour observer son efficacité. Les tirages effectués ont été croissants comme lors des premiers essais. Par rapport à l'utilisation du photocopieur, des impressions exclusivement via l'envoi par ordinateur ont été réalisées.

3. Résultats

3.1. Résultats des mesures d'ozone du 28 novembre 2008

- Hors utilisation du photocopieur :
 - Les concentrations d'ozone dans le poste central se situent entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sachant que la limite de détection pour l'ozone est de l'ordre de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ADEME, 2001).
- Avec l'utilisation du photocopieur :
 - Lors de faibles tirages (0 à 50 copies), les concentrations d'ozone n'ont pas varié.
 - Lors de forts tirages (environ 250 copies), les concentrations d'ozone n'ont que très faiblement varié, avec une augmentation qui ne dépassait pas les 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Par ailleurs, juste après cette augmentation, un effet inverse semblait s'observer avec une diminution des concentrations d'ozone comme si l'ozone était détruit.
 - Dès les faibles tirages, une odeur similaire à celle de l'ozone a été perçue autour du photocopieur.
- Au cours des essais :
 - Les deux analyseurs ont réagi de la même manière avec des niveaux de concentrations identiques.
 - Les lignes de prélèvements ont été disposées à différents endroits du photocopieur.
 - Une alternance d'impressions envoyées par ordinateur et réalisées directement au niveau du photocopieur a été effectuée. Aucune différence n'a pu être observée au niveau des analyseurs.

3.2. Résultats des mesures COV du 9 décembre 2008

La figure 8 de la page suivante présente le résultat de deux prélèvements par canister effectués pour l'un, avant l'utilisation du photocopieur et, pour le second, après la réalisation d'un fort tirage (plus de 200 photocopies). La forte odeur perçue le 28 novembre 2008 était perceptible dans le poste central.

2008-12-16_Résultats de mesures COV par canister
à proximité du photocopieur du poste central

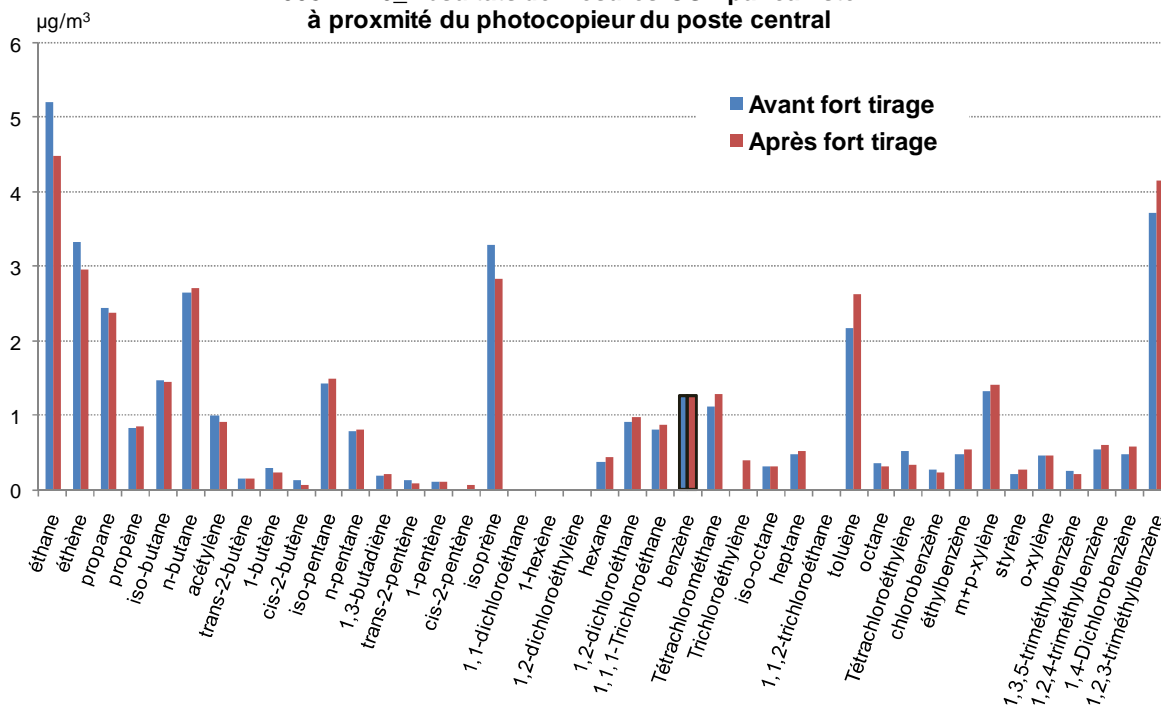


Figure 8 : concentrations en COV à proximité d'un photocopieur

Par comparaison de chaque composé, nous pouvons observer une similitude des résultats entre les deux prélèvements. En effet, les plus grandes variations constatées sont obtenues avec l'éthane, l'isoprène ou l'éthène avec une différence de 0,5 µg/m³ environ. Pour le benzène, la moyenne mesurée instantanément dans le poste central est de 1,27 µg/m³.

De ces résultats, nous pouvons conclure qu'aucun des composés mesurés avec les canister n'est à l'origine de la forte odeur perçue lors des tests avec le photocopieur. Par ailleurs, lors de l'analyse des canisters, la chromatographie en phase gazeuse a été couplée à la spectrophotométrie de masse afin d'identifier un éventuel pic non répertorié dans la liste des composés précurseurs d'ozone. Aucun pic particulier n'a été recensé.

A titre d'information, les résultats des prélèvements avec les canisters sont comparés à ceux obtenus lors d'une étude effectuée par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) et le Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique (LHSP) de l'Université de pharmacie de Paris V en 2000-2001 dans des bureaux parisiens (MOSQUERON, NEDELLEC, 2004).

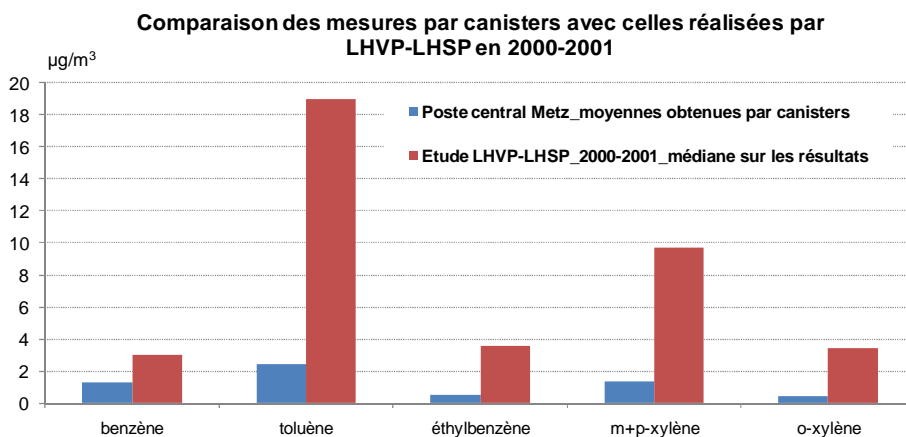


Figure 9 : comparaison des mesures par canister avec les valeurs médiane de l'étude LHVP-LHSP de 2001-2001

Les mesures de BTEX dans les bureaux parisiens ont été effectuées grâce à des prélèvements actifs pendant 8 heures. Seuls, les composés communs aux deux études sont présentés sur la figure 9.

Pour l'ensemble des composés, les mesures effectuées avec les canisters dans le poste central de Metz présentent des concentrations inférieures à la médiane du composé suivi.

Pour le toluène, les concentrations mesurées sont très inférieures à celles que l'on peut observer, en général, dans les bureaux.

3.3. Résultats des mesures d'ozone du 12/12/2008

Après une recherche sur l'appareil, nous avons constaté la présence d'un filtre ozone sur le photocopieur. Pour observer l'efficacité du filtre, nous avons effectué des mesures avec le filtre puis sans le filtre en réalisant des tirages similaires.

Avant le début des tests, le niveau de concentrations d'ozone dans le poste central se situait entre 1 et 2 ppb soit 2 à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La ligne de prélèvement a été disposée à proximité de la grille d'évacuation de l'air chauffée par le photocopieur, près du bureau d'un technicien. A noter, par ailleurs, que l'évacuation de l'air du photocopieur s'établit en direction du bureau du technicien.

▪ Avec le filtre ozone présent dans le photocopieur :

Un tirage de 220 pages A4 a été effectué pendant une durée de 5 minutes environ. Les résultats obtenus sont les suivants :

- Maximum : 15 ppb soit 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Moyenne : 12 ppb soit 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

▪ Sans filtre ozone présent dans le photocopieur :

Après une période au cours de laquelle les concentrations d'ozone sont revenues au niveau de fond de la pièce, nous avons enlevé le filtre puis réalisé des mesures similaires à celles effectuées précédemment.

Deux tirages successifs de 85 pages puis de 220 pages ont ainsi été effectués. Les résultats obtenus sont les suivants :

- Maximum : 105 ppb soit 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Moyenne : elle a progressé au cours des tirages selon le graphique de la page suivante (figure 10).

Evolution des concentrations d'ozone en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au cours des tirages avec le photocopieur sans filtre ozone

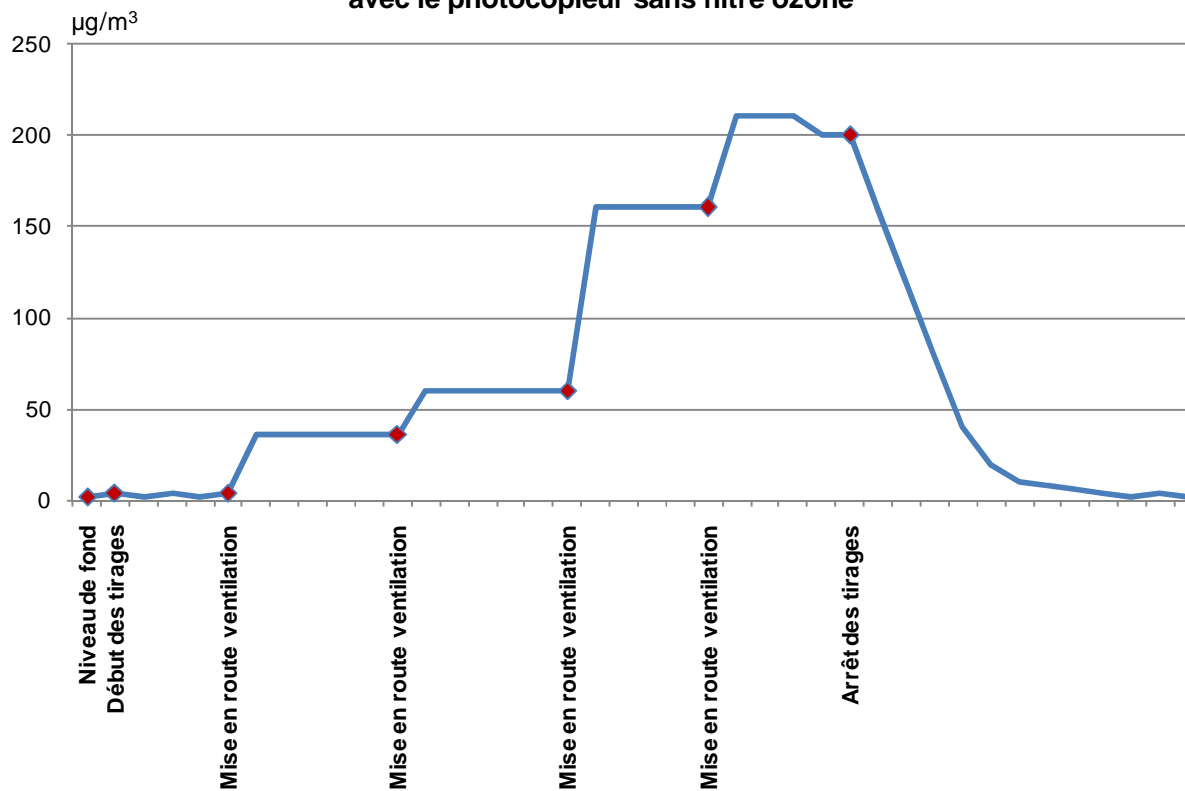


Figure 10 : évolution des concentrations d'ozone au cours de forts tirages

Sans le filtre, les concentrations en ozone ont augmenté de façon croissante tout au long du tirage.

Des paliers de concentrations ont été atteints successivement au cours du tirage. Ces paliers coïncident avec la mise en route de la ventilation à l'intérieur du photocopieur pour expulser l'air chauffé. Après chaque ventilation, les concentrations en ozone ont rapidement augmenté. L'hypothèse d'un cumul de molécules d'ozone dans les conduites d'aération du photocopieur est à considérer.

Les niveaux atteints au bout de 5 minutes de tirage sont très élevés. La valeur maximale, en lecture instantanée sur l'analyseur, était supérieure à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au bout de dix minutes, les concentrations ont rapidement chuté pour revenir au niveau de fond de la pièce. Le brassage de la pièce par la climatisation associée à la destruction rapide des molécules d'ozone par réaction avec certaines surfaces de contact et d'autres composés comme les COV, expliquent, en grande partie, cette rapide diminution des concentrations.

4. Discussion

Les essais sur le filtre ozone du photocopieur ont permis de montrer son efficacité sur la destruction de l'ozone produit lors de forts tirages.

Les maxima obtenus avec le filtre sont environ 6 fois moins élevés que ceux mesurés sans la présence du filtre. Sans filtre, les niveaux atteints au bout de 300 pages sont très élevés avec des maxima supérieurs à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur quelques secondes.

Dès qu'un tirage s'arrête, les concentrations en ozone chutent rapidement dans le poste central

Le test n°2 a mis en évidence la saturation du filtre d'ozone lors de grands tirages. Bien que les concentrations soient restées acceptables pour un tirage de 5 minutes, il se pose la question de l'évolution des concentrations en ozone lors de tirages qui peuvent durer au minimum 30 minutes. Par la suite, un test pourrait être mené lors de grands tirages effectués notamment pour la communication ou la préparation d'un conseil d'administration.

Différentes recommandations d'utilisation du photocopieur peuvent être faites dès à présent :

- Remplacement du filtre ozone tous les six mois (recommandation constructeur)
- Aération intense de la pièce (fenêtres ouvertes) lors de forts tirages
- Disposition du photocopieur à modifier par rapport, en premier lieu, au bureau d'un technicien directement touché par les émissions d'ozone du photocopieur

CONCLUSION

Suite à une volonté du réseau Atmo Lorraine Nord de développer son domaine de compétences dans le domaine de l'air intérieur, différentes études sur ce sujet ont été réalisées en décembre 2008.

Les lieux de mesures, à savoir les bureaux et les logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord, ont été choisis afin de déterminer les niveaux moyens en composés organiques auxquels chaque personne pouvait être exposée au cours d'une journée.

Au regard des résultats, les concentrations les plus élevées en composés organiques volatils, notamment benzène et formaldéhyde, ont été mesurées dans les logements. Une concentration moyenne de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en formaldéhyde a été mesurée sur l'ensemble des pièces des logements surveillés, soit près de quatre fois supérieure à la concentration mesurée dans les bureaux du personnel Atmo Lorraine Nord ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Au sein même de l'étude sur les logements, des niveaux très contrastés ont pu être observés pour certains composés organiques volatils comme le benzène pour lequel les concentrations s'échelonnaient de $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Plusieurs paramètres pourraient expliquer ces différences telles que le système de chauffage du logement, les revêtements sol/mur/plafond où encore la durée de l'aération du logement. Pour observer ce dernier paramètre d'un point de vue analytique, il serait nécessaire, lors de prochaines études, d'intégrer la mesure des paramètres dits de « confort », à savoir les concentrations en dioxyde de carbone, l'humidité relative et la température.

L'étude menée sur les émissions d'ozone d'un photocopieur a permis de montrer la nécessité d'équiper l'appareil d'un filtre d'ozone. Ce dernier, bien qu'une phase de saturation puisse s'observer lors de grands tirages, permet de limiter les émissions d'ozone d'un photocopieur.

Des mesures ultérieures de composés pourront être effectuées dans les logements du personnel du réseau Atmo Lorraine Nord, en adéquation avec les choix des participants de l'étude, si ces derniers effectuaient des mesures correctives pouvant améliorer sensiblement la qualité de l'air de leur logement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADEME, 2001, Règles et recommandations en matière de validation des données, critères d'agrégation et de paramètres statistiques, 43 p.

ASPA, août 2007, Le formaldéhyde, un poison domestique ?, rapport ASPA 07082301-ID

ATMO Nord-Pas-de-Calais, mars 2008, Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à l'intérieur des bureaux d'Atmo Nord – Pas de Calais du 14 au 16 Mai 2007, Rapport d'étude N°24/2007/SE

Fédération ATMO, 2008, ATMO - revue officielle de la fédération nationale des Associations Agréées de la Surveillance de la Qualité de l'Air, p.27

KIRCHNER S., ARENES J-F., COCHET C., DERBEZ M., DUBOUDIN C., ELIAS P., GREGOIRE A., JEDOR B., LUCAS J-P., PASQUIER N., PIGNERET M., RAMALHO O., novembre 2006, Observatoire de la qualité de l'air Intérieur - campagne nationale logement, Etat de la qualité de l'air dans les logements français, rapport final DDS/SB-2006-57

KIRCHNER S., BOUCHET J-A., CARDINAL A., COLLIGNAN B., DESMETTRE P., DERBEZ M., GAUVIN S., GOLLIOT F., SKODA-SCHMOLL C., PIETROWSKI D., RIBERON J., LECLERC N., O'KELLY P., PASQUIER N., RAMALHO O., VILLENAVE J-G, juillet 2004, Observatoire de la qualité de l'air Intérieur - campagne pilote 90 logements et 9 écoles, rapport synthétique DD/SB

MORISKE H.-J., EBERT G., KONIECZY L., MENK G., ET SCHÖNDUBE M., 1998, Concentrations and decay rates of ozone in indoor air in dependence on building and surface materials. Toxicol. Letters 96-79: 319-323

MOSQUERON L., NEDELLEC V., novembre 2004, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments : Actualisation des données sur la période 2001-2004, rapport DDD/SB-2004-044

Site de l'Institut National de la Recherche pour la Santé : www.inrs.fr

ANNEXE : effets sanitaires dominants des composés surveillés dans les logements et bureaux

Substances	Effets sanitaires dominants		
	Aigus	Chroniques	Classement des cancérogènes selon le CIRC*
Acétaldéhyde	Irritations des yeux, tractus respiratoire	Cancer nasal, larynx	2B
Formaldéhyde	Effet sur la respiration	Cancer rhinopharynx	1
Benzène	Troubles neurologiques, somnolence	Leucémie	1
Ethylbenzène	Irritant cutané et muqueux	Développement d'anomalies neurologiques fonctionnelles (syndrome psycho-organique)	2B
Toluène	Neurologiques	Neurologiques	3
Xylènes	Neurologiques	Neurologiques	3

Les 5 catégories du *Centre International de Recherche sur le Cancer :

Groupe	Descriptif
1	l'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme
2A	l'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme
2B	l'agent (ou le mélange) est un cancérogène possible pour l'homme
3	l'agent (ou le mélange) ne peut être classé du point de vue de sa cancérogénicité pour l'homme
4	l'agent (ou le mélange) est probablement non cancérogène pour l'homme. Ce groupe ne contient qu'une seule substance