

Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Etude réalisée à la Mairie de CAMBRAI
du 12 au 26 Février 2007**





Association Agréée pour la Surveillance
de la Qualité de l'Air en Nord - Pas de Calais
World Trade Center Lille
299, Boulevard de Leeds
59777 EURALILLE
Tél : 03.21.63.69.01
Fax : 03.21.01.57.26
etudes@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à l'intérieur et aux abords de la mairie de Cambrai du 12 au 26 Février 2007

Rapport d'étude N° 21-2007-SE

38 pages (hors couvertures)

Parution : Septembre 2007

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Peggy DESMETTRES	Isabelle COQUELLE	Caroline DOUGET
Fonction	Chargée d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Directrice du Service Etudes

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 21/2007/SE ».

Les données contenues dans ce document restant la propriété d'Atmo Nord - Pas de Calais peuvent être diffusées à d'autres destinataires.

Atmo Nord - Pas de Calais ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels l'association n'aura pas donné d'accord préalable.

Sommaire

Sommaire	2
Contexte et objectifs de l'étude	3
Organisation stratégique de l'étude	4
Situation géographique	4
Organisation des mesures de la qualité de l'air	4
Emissions connues.....	5
Technique utilisée.....	7
Polluants surveillés	8
Les oxydes d'azote (NOx)	8
Les Composés Organiques Volatils	8
Repères réglementaires	12
Recommandations de l'OMS	12
Valeurs réglementaires en air ambiant	13
Valeurs réglementaires en air intérieur et au travail	14
Résultats de mesures	16
Contexte météorologique et qualité de l'air ambiant.....	16
Exploitation des résultats	18
Conclusion	29
Annexes	31

Contexte et objectifs de l'étude

L'Hôtel de ville de Cambrai a été édifié en 1786 sur les plans de l'architecte parisien Antoine. Des personnes travaillant au sein de cet établissement ont ressenti des gênes répétées durant deux ans à la même période de l'année : mois de Décembre.

Le premier épisode a eu lieu en Décembre 2005 au sein du service informatique (1^{er} étage) et dans le cabinet du Maire (rez-de-chaussée). Cinq personnes de sexe et d'âge différents ont ressenti des maux de tête, une odeur âcre dans la bouche et des nausées. Une personne fragile asthmatique a d'ailleurs été également touchée par une irritation oculaire (yeux gonflés et très rouges).

Suite à ces plaintes, les pompiers et la société d'entretien du chauffage ELYO ont été sollicités et des mesures de CO, CO₂ et de recherches de fuites au niveau des conduits ont été entreprises. Les résultats des tests n'ont rien signalé de particulier. Les personnes incommodées ont bénéficié d'un examen clinique qui est resté normal. Aucune prise de sang n'a toutefois été réalisée.

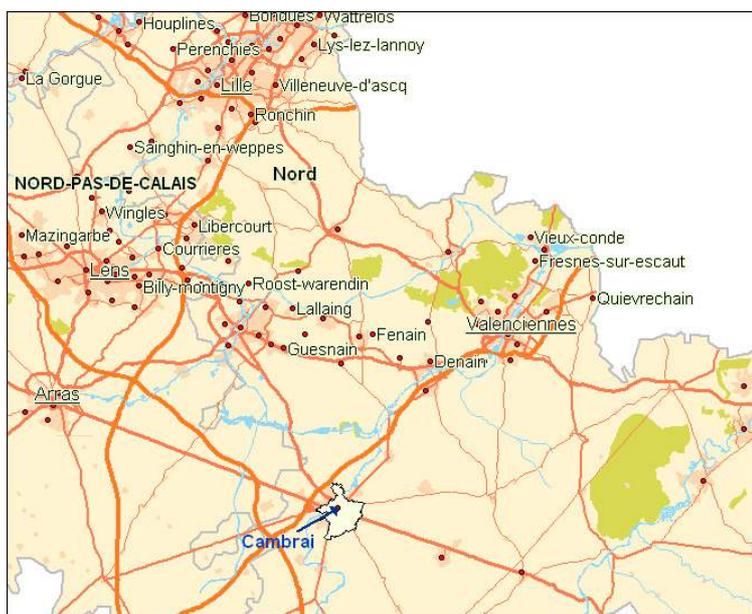
A l'époque, une éventuelle source de contamination a été supposée à l'égard de matériels informatiques et de leur carton d'emballage, stockés, dans le bureau du responsable informatique au 1^{er} étage.

Les 12 et 14 Décembre 2006, un deuxième épisode a occasionné de nouveaux symptômes mais est resté localisé, cette fois, au 1^{er} étage dans le service informatique. L'odeur âcre est restée persistante durant ces deux jours.

Monsieur GRARD de la DDASS du Nord, contacté le 14 Décembre, a conseillé de réaliser une vérification de la chaufferie, des WC et des canalisations. Une nouvelle vérification de la société ELYO ainsi sur des tests des siphons des WC, effectués, le même jour, n'ont pas permis de trouver l'origine de cet épisode.

Dans ce cadre, Monsieur LECLUSE, responsable du Service Environnement de la ville a sollicité l'Association Atmo Nord - Pas de Calais dans le but de réaliser une prestation de mesure de la qualité de l'air à l'intérieur des bureaux et d'identifier d'éventuelles sources de pollution.

Ce rapport présente les résultats des mesures réalisées du 12 au 26 Février 2007, à l'intérieur et aux abords de la mairie de Cambrai, ainsi qu'une comparaison avec les résultats d'études françaises.



Organisation stratégique de l'étude

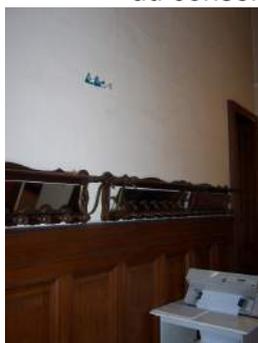
Situation géographique

La ville de Cambrai est le chef-lieu d'un arrondissement qui compte 115 communes, réparties sur 7 cantons. Elle compte 34 993 habitants.

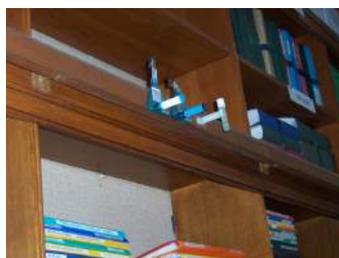
Organisation des mesures de la qualité de l'air

Les sites de mesure ont été répartis dans les bureaux du service informatique et du cabinet du Maire, où des gênes ont été ressenties. Deux points de mesure supplémentaires ont été installés en extérieur et dans un bureau témoin (où aucune gêne n'est ressentie ; ce point constituera la référence pour la comparaison des résultats). La localisation précise des différents sites de mesure est décrite ci-dessous.

- Au rez-de-chaussée : cabinet du Maire
- A l'étage : couloir, bureau du responsable informatique, bureau des techniciens et salle du conseil



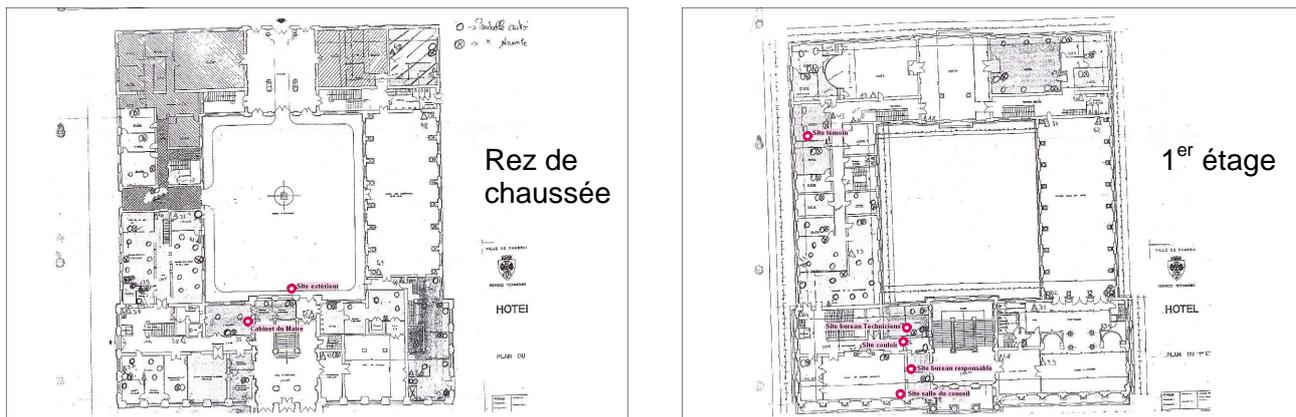
- Au sein d'un bureau dit « témoin »



- A l'extérieur : installé côté cour



Localisation des points de mesures (disponible au grand format en annexes).



Emissions connues

L'air intérieur pouvant être fortement influencé par les sources extérieures, il est important de connaître les émissions potentielles sur le secteur de Cambrai, afin de choisir les polluants à mesurer. L'ensemble des émissions est détaillé ci-dessous :

En air ambiant

➤ Emissions du trafic routier

De nombreux axes routiers traversent et passent à proximité de la commune de Cambrai, qui se présente donc comme un carrefour routier important. On compte trois autoroutes :

- A1 de Lille à Paris
- A2 de Paris à Bruxelles
- A26 de Calais à Reims

Quelques départementales et nationales traversent ou contournent la commune, impliquant un trafic chargé en centre-ville et notamment aux abords de l'hôtel de ville.

➤ Emissions industrielles

Seule l'industrie Messian Duran est présente sur la commune de Cambrai. C'est l'une des trois unités de production de la société CMD, dont la vocation est de concevoir et de réaliser la connexion la mieux adaptée entre un moteur et une machine. Messian Duran, dont l'activité est centrée sur l'engrenage et les réducteurs, fabrique : des réducteurs à arbres parallèles, des réducteurs planétaires et spéciaux, ainsi que des accouplements. Le bilan des émissions de la commune de Cambrai représente environ 0,24 % des émissions régionales et le bilan des émissions de Messian Duran correspond à 0,71 % des émissions de la commune (données 2005).

➤ Emissions domestiques

Le tableau ci-dessous regroupe les émissions des chauffages domestiques sur la commune de Cambrai (estimation 1999).

Polluants	COV (t/an)	NO _x (t/an)
Emissions	79	39
Part dans les émissions régionales (%)	0,91	0,96

Les émissions de la ville de Cambrai représentent moins de 1 % des émissions régionales.

En air intérieur

➤ Emissions des ambiances intérieures

Une visite réalisée, sur place, le 19 Décembre 2006 en présence du personnel concerné, des électriciens et de la société ELYO a permis d'établir les constats suivants :

Au rez-de-chaussée (cabinet du Maire), on note :

- la présence de matériaux en bois massifs non traités, en métal, en aggloméré (mur, mobilier), moquette, tapisseries murales, parquets
- la présence de photocopieurs installés à l'intérieur du bureau à proximité immédiate du personnel toute la journée
- la présence de fenêtres en bois d'origine double vitrage
- un taux de renouvellement d'air correct (concentrations de CO₂ inférieures à 1000 ppm)
- une température et une humidité relative un peu faibles (20°C – 38%) engendrant un air plutôt sec (en référence à la norme AFNOR XP X 43-401 / Cf. page 19)
- une ventilation naturelle et aération par l'ouverture des fenêtres
- un taux d'empoussièrement certain, du fait du nettoyage irrégulier des locaux

Au 1^{er} étage (service informatique), on note :

- la présence de matériaux en bois massifs non traités, en métal, en aggloméré (mur, mobilier), tapisseries murales, parquets posés sur un sol enduit de brai
- la présence de fenêtres en bois d'origine simple vitrage
- un taux de renouvellement d'air correct (concentrations de CO₂ inférieures à 1000 ppm)
- une température et une humidité relative un peu faibles (19°C – 37%) engendrant un air plutôt sec (en référence à la norme AFNOR XP X 43-401 / Cf. page 19)
- une ventilation naturelle et aération par l'ouverture des fenêtres
- un taux d'empoussièrement certain, du fait du nettoyage irrégulier des locaux
- un noircissement et un jaunissement des murs dans le bureau des techniciens témoin d'une ancienne activité tabagique

Le compte-rendu détaillé de la visite du 19/12/2006 figure en annexes.

Au vu de ces émissions et des observations faites lors de notre visite, trois familles ou composés seront mesurés, accompagnés des paramètres de confort :

➤ Mesure de **20 composés organiques volatils**. Ces composés entrent dans la fabrication des matériaux et produits de construction. Un tube passif sera installé sur sites et permettra la mesure qualitative des composés organiques volatils.

➤ Mesure du **dioxyde d'azote**. Ce composé est émis par les foyers de combustion, les procédés industriels et surtout la circulation automobile. La mesure permettra de vérifier qu'aucune émission importante de dioxyde d'azote liée à la chaufferie, située à proximité mais également de la circulation automobile n'est responsable des nuisances et en particulier de l'odeur « de brûlé » ressentie par les techniciens informatique.

➤ Mesure de **9 aldéhydes** sur 48 heures à l'aide de la méthode par tubes à diffusion passive. Le but de ces mesures étant de savoir si les produits d'usage courant tels que les colles, vernis, produits ménagers ainsi que les bois massifs, agglomérés et contreplaqués utilisés comme mobilier et/ou matériaux de construction émettent des aldéhydes et en quelles quantités.

➤ Mesures **thermo hygrométriques et de renouvellement d'air** par la mesure du CO₂. Ces facteurs physiques sont le plus souvent associés aux syndromes des bâtiments malsains et au sein de la Mairie de Cambrai, les premières mesures réalisées lors de la visite ont montré un air plutôt froid et sec.

Technique utilisée

Les mesures par prélèvements passifs (communément appelées « tubes passifs »)



Le principe général de cette méthode est basé sur la diffusion naturelle de l'air à travers une membrane. Le polluant est piégé par adsorption sur une cartouche ou par absorption sur des grilles imprégnées de solution.

Cette méthode est simple à mettre en œuvre puisqu'elle ne nécessite ni emplacement important ni alimentation électrique.

Une fois exposées, les cartouches sont envoyées au laboratoire qui fournit une valeur moyenne intégrée sur le nombre de jours d'exposition.

Ce moyen de prélèvement ne permet pas de mettre en évidence les pointes de pollution.

Les polluants COV (BTEX, aldéhydes, etc.) et NO₂ sont mesurés par cette méthode.



Les mesures automatiques

Les mesures des paramètres de confort sont effectuées par l'appareil **Q-Trak**. Il mesure simultanément le CO₂, la température et l'humidité et n'utilise qu'une seule sonde. Facile à utiliser, cet instrument fournit des mesures en temps réel et peut garder en mémoire les données sans intervention humaine pendant de longues périodes.



Polluants surveillés

Les sources de pollution de l'air intérieur et de l'air extérieur peuvent être différentes pour chaque famille de polluants mesurés. Le détail des sources par polluants et pour chaque ambiance est présenté ci-après.

Les oxydes d'azote (NOx)

Ils se forment à haute température. C'est une combinaison entre l'oxygène et l'azote présents dans l'air ou dans les combustibles. Là encore sont incriminés, les foyers de combustion, les procédés industriels et surtout la circulation automobile. L'installation de pots catalytiques réduit les émissions des véhicules mais l'augmentation du trafic et du nombre des voitures rend cette diminution insuffisante. Le dioxyde d'azote est un gaz agressif pulmonaire pouvant altérer la fonction respiratoire, voire augmenter chez les enfants la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

En air intérieur, le NO₂ est le traceur de la combustion. Il est émis principalement par le fonctionnement (avec combustion) des équipements de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire, l'utilisation des appareils de cuisson et la fumée de tabac. Le NO₂ provenant de l'extérieur pénètre en totalité à l'intérieur des bâtiments. Le rapport intérieur/extérieur des teneurs rencontrées permet alors de mettre en évidence l'influence d'éventuelles sources intérieures, même en cas d'air extérieur pollué.

Les Composés Organiques Volatils

Généralités et effets sur la santé

Pour la plupart, ce sont des hydrocarbures, qui proviennent du trafic routier (gaz d'échappement imbrûlés), de l'utilisation industrielle, professionnelle et domestique des solvants (peintures, vernis, colles, résines), et de l'évaporation à partir du stockage des hydrocarbures (stations services et centre de stockage). A l'heure actuelle, on connaît encore mal les effets des COV sur la santé pour des expositions chroniques (exposition prolongée, à de faibles quantités). Ces COV sont des irritants des voies aériennes (nez, gorge), des yeux mais aussi de la peau.

Certains COV sont cependant déjà bien connus :

- le benzène

L'impact du benzène sur l'homme dans l'air ambiant est un sujet complexe et encore très mal connu. Néanmoins, en atmosphère de travail, le benzène a été reconnu comme substance « toxique ».

Selon la durée d'exposition et la sensibilité de la personne, l'inhalation de benzène peut provoquer des troubles neuropsychiques : irritabilité, diminution des capacités d'attention et de mémorisation, syndrome dépressif, troubles du sommeil. Des troubles digestifs, tels que nausées, vomissements, peuvent être observés. De plus, le benzène est également connu pour avoir des propriétés cancérigènes (leucémie).

- le toluène

Tout comme le benzène, les effets du toluène sur l'homme sont difficiles à mettre en évidence et varient selon la sensibilité de l'individu, la concentration dans l'air et la durée d'exposition. Le toluène pourrait provoquer des troubles neuropsychiques (fatigue, confusion, manque de coordination des gestes, irritabilité...), des troubles digestifs (nausées...), des irritations oculaires, des altérations du système hormonal féminin et des cancers (leucémie).

- le formaldéhyde

Il favorise les allergies respiratoires. C'est un gaz irritant pour les muqueuses (yeux, nez et gorge) à partir d'un seuil de 100 µg/m³ (ce gaz ne dégageant dans ce cas aucune odeur).

- l'acétaldéhyde

C'est une substance cancérigène possible pour l'homme, dont l'odeur peut s'apparenter à celle d'un fruit, d'une pomme.

- l'acroléine

L'acroléine est un composé responsable d'irritations conjonctivales et respiratoires.

Les aldéhydes sont connus pour être odorants, mais leurs effets sur la santé ne sont pas totalement identifiés : à faible concentration ils peuvent être des irritants des voies respiratoires, et certains d'entre eux sont classés comme cancérigènes probables ou possibles.

Ils peuvent être source, dans l'habitation ou sur le lieu de travail, de gêne ou de malaise, créer des sensations d'inconfort, provoquer des nausées ou encore être responsables d'états de fatigue ou de somnolence.

Les aldéhydes

En air ambiant

Les aldéhydes sont classés parmi les composés organiques volatils (COV) présents dans l'atmosphère. Ils proviennent de sources naturelles, mais également de l'activité humaine : circulation automobile et grandes sources fixes émettent des aldéhydes au cours de la combustion incomplète de produits organiques. Ils sont également présents en temps que polluants secondaires dans le smog photochimique, issus de la photooxydation des COV sous l'effet du rayonnement solaire. Les principaux aldéhydes rencontrés dans l'air extérieur sont le formaldéhyde (HCHO), et l'acétaldéhyde (CH₃CHO).

En air intérieur

Aldéhydes recherchés	Sources intérieures connues
Formaldéhyde	Produits de construction et de décoration (bois collés, plaques de plâtre, mousses isolantes urée-formol, enduits préservateurs du bois, certains vernis pour parquet, certaines colles pour textiles muraux, laines d'isolation contenant un liant organique, etc.), mais également : résines, textiles, ameublement, fumée de tabac, produits nettoyants pour sol, cosmétiques, papier à copier sans carbone, émission de livres et magazines neufs, photocopieurs, etc. Le formaldéhyde est également très présent dans l'environnement, notamment issu de la photochimie.
Acétaldéhyde	Photochimie, fumée de tabac, photocopieurs, panneaux de bois brut et panneaux de particules. Il est notamment émis lors de la combustion (fumée de tabac et utilisation d'appareils de cuisson au gaz).
Acroléine	Issu de l'effluent automobile. Ses sources intérieures sont la fumée de tabac et les vapeurs libérées lors de la cuisson des graisses végétales et animales.
Propanal	Principalement issu de la fumée de tabac.
Butanal	Photocopieurs et imprimantes à tambours.
Benzaldéhyde	Peintures à phase solvant, parquets traités et photocopieurs.

Isopentanal	Parquet traité et panneaux de particules.
Pentanal	Livres et magazines neufs, panneaux de particules, peintures à phase solvant.
Hexanal	Panneaux de particules et de bois brut, produits de traitement du bois, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant.

Les autres COV

➤ En air ambiant

Les BTX (Benzène, Toluène et Xylènes) sont particulièrement suivis ; le benzène notamment, qui est introduit dans l'essence depuis quelques années en remplacement du plomb afin d'augmenter le pouvoir antidétonant de l'essence.

Les COV sont des composés, naturels ou non, qui s'évaporent plus ou moins facilement dans les conditions de température ambiantes, se mélangeant alors facilement à l'air.

➤ En air intérieur

Dans les ambiances intérieures, ils sont présents dans de nombreux produits : parfums, peintures, lasures, vernis, colles, mastics, produits d'entretien et de nettoyage, produits de préservation du bois (charpentes, meubles), etc.

Certains COV sont émis directement par les activités : peinture, bricolage, cuisine, etc. et persistent dans l'air pendant plusieurs heures à plusieurs jours, en fonction de leur nature, du renouvellement d'air de la pièce et de leur réactivité avec les matériaux en présence. Leur émission diminue avec le temps. Les ordinateurs et photocopieurs émettent des COV, contribuant ainsi à la dégradation de la qualité de l'air intérieur.

Tous les produits contenant des solvants diffusent des COV. Tous les produits odorants émettent des COV. Certains COV sont cependant inodores.

La concentration des COV à l'intérieur d'un bâtiment est très variable. Elle dépend de :

- la nature et le nombre de sources de COV,
- l'environnement extérieur
- la ventilation

BTX et autres COV recherchés	Sources intérieures connues
Benzène	Carburants, fumée de tabac, produits de bricolage, ameublement, matériaux de construction et éléments de décoration.
Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé et vapeurs d'essence.
Xylènes ((m+p) et o)	Peintures, vernis, colles et insecticides.
Ethylbenzène	Carburants et cires.
1,2,4-triméthylbenzène	Solvants pétroliers, carburants, goudrons et vernis.

1,4-dichlorobenzène	Produits de type antimite, désodorisant et insecticide. Sa présence dans l'environnement est uniquement anthropique.
Styrène	Matières plastiques, matériaux isolants, carburants et fumée de tabac.
n-décane	White-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, moquettes et tapis.
n-undécane	White-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois et nettoyeurs sol.
Cyclohexane	Colles et adhésifs utilisés pour : pose de moquettes, de plinthes murales, de revêtements de protection dans les escaliers, réparation d'objets divers, etc. mais aussi peintures et vernis.
Alpha-pinène	Désodorisants, parfums d'intérieur et produits d'entretien.
Limonène	Désodorisants, parfums d'intérieur, produits d'entretien, cires et nettoyeurs pour sol.
2-éthoxyéthanol	Peintures, laques, vernis et encres d'imprimerie.
2-butoxyéthanol	Peintures, vernis, traitement du bois, calfatage siliconé, fongicides et herbicides.
1-méthoxy-2-propanol	Laques, peintures, vernis, savons et cosmétiques.
Trichloroéthylène	Peintures, vernis, colles et dégraissant métaux.
Tétrachloroéthylène	Moquettes, tapis et nettoyage à sec.
2-éthyl-1-hexanol	Solvants aqueux.
n-butylacétate	Parquets et solvants.

Repères réglementaires

Pour l'interprétation des données en air extérieur, nous disposons de diverses réglementations et recommandations, présentées ci-dessous. Par contre, les valeurs guides de l'air intérieur sont en cours d'élaboration par un groupe de travail piloté par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail (AFSSET). Trois polluants sont actuellement étudiés en priorité : le formaldéhyde, le monoxyde de carbone et le radon. Pour la comparaison, nous disposons actuellement de quelques valeurs réglementaires en air intérieur, en exposition professionnelle (France) ou à l'étranger (Etats-Unis).

Recommandations de l'OMS

Le bureau européen de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a élaboré, avec l'aide de spécialistes, des recommandations sur la qualité de l'air.

●●Le tableau suivant regroupe les différents seuils recommandés (valeurs à ne pas dépasser) pour les polluants (Données 1999 - Source : Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva 2000)

Seuils	Sur 1h	Sur 8h	Sur 24h	Sur la semaine	Sur l'année
Poussières PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	25	-	10
Poussières PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	50	-	20
Dioxyde de soufre SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	500 (pour 10 minutes)	-	20	-	50
Dioxyde d'azote NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	-	-	-	40
Ozone O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	100	-	-	-
Monoxyde de carbone CO (mg/m^3)	30	10	-	-	-
Plomb Pb (ng/m^3)	-	-	-	-	500
Manganèse Mn (ng/m^3)	-	-	-	-	150
Cadmium Cd (ng/m^3)	-	-	-	-	5
Toluène (mg/m^3)	1 (pour 30 minutes)	-	-	0,26	-
Formaldéhyde (mg/m^3)	0,1 (pour 30 minutes)	-	-	-	-
Acétaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	-	50

Valeurs réglementaires en air ambiant

Les valeurs réglementaires (seuils, objectifs, valeurs limites...) sont définies au niveau européen dans des directives, puis elles sont déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

L'**objectif de qualité** est un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base de 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.

La **valeur limite** est un 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.

(Source : Article L. 221-1 du Code de l'Environnement)

● Le tableau suivant regroupe les valeurs pour chaque polluant réglementé :

Polluant	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	
dioxyde de soufre (SO ₂)	50 µg/m ³ (objectif de qualité)	125 µg/m ³ (- de 3 jours/an ou Percentile 99.2)	350 µg/m ³ (- de 24 heures/an ou Percentile 99.7))	-
dioxyde d'azote (NO ₂)	46 µg/m ³ (valeur limite) 40 µg/m ³ (objectif de qualité)	-	200 µg/m ³ (- de 175 heures/an ou Percentile 98) 230 µg/m ³ (- de 18 heures/an ou Percentile 99.8)	-
poussières (PM10)	40 µg/m ³ (valeur limite) 30 µg/m ³ (objectif de qualité)	50 µg/m ³ (- de 35 jours/an ou Percentile 90.4)	-	-
monoxyde de carbone (CO)	-	-	-	moyenne glissante sur 8 heures : 10 mg/m ³
ozone (O ₃)	-	65 µg/m ³ (protection de la végétation)	200 µg/m ³ (protection de la végétation)	110 µg/m ³ Sur 8 heures (objectif de qualité)

Polluant	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	
composés organiques volatils (benzène,...)	pour le benzène : 9 µg/m ³ (valeur limite) 2 µg/m ³ (objectif de qualité)	-	-	-
plomb (Pb)	0,9 µg/m ³ (valeur limite) 0,25 µg/m ³ (objectif de qualité)	-	-	-
cadmium (Cd)	5 ng/m ³	-	-	-
arsenic (As)	6 ng/m ³	-	-	-
nickel (Ni)	20 ng/m ³	-	-	-
benzo(a)pyrène	1 ng/m ³	-	-	-

Valeurs réglementaires en air intérieur et au travail

Polluant	Pays	Règlementation	Valeurs réglementaires
Acroléine	France	Valeurs limites dans l'air des locaux de travail (INRS)	VLE : 250 µg/m ³
	Etats-Unis	Valeurs Toxicologiques de Référence	Exposition courte durée : 0,2 µg/m ³ (OEHHA) Exposition longue durée : 0,02 µg/m ³ (US-EPA)
Formaldéhyde	France	INRS	VLE : 1 230 µg/m ³ VME : 610 µg/m ³
	Etats-Unis	Valeurs d'expositions proposées par l'ATSDR ⁽¹⁾	Exposition courte durée : 50 µg/m ³ Exposition longue durée : 10 µg/m ³
Benzène	France	INRS	VME : 3 250 µg/m ³
Cyclohexane	France	INRS	VLE : 1 300 mg/m ³ VME : 1 050 mg/m ³
1-méthoxy-2-propanol	France	INRS	VLE : 568 mg/m ³ VME : 375 mg/m ³
Trichloroéthylène	France	INRS	VLE : 1 080 mg/m ³ VME : 405 mg/m ³
2-éthoxyéthanol	France	INRS	VME : 19 mg/m ³

Toluène	France	INRS	VLE : 550 mg/m ³ VME : 375 mg/m ³
Ethylbenzène	France	INRS	VLE : 884 mg/m ³ VME : 442 mg/m ³
(m+p) et o-xylènes	France	INRS	VLE : 442 mg/m ³ VME : 221 mg/m ³
Styrène	France	INRS	VME : 215 mg/m ³
2-butoxyéthanol	France	INRS	VLE : 147,6 mg/m ³ VME : 9 800 µg/m ³
1,2,4-triméthylbenzène	France	INRS	VME : 100 mg/m ³
1,4-dichlorobenzène	France	INRS	VLE : 306 mg/m ³ VME : 4 500 µg/m ³

⁽¹⁾ Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Résultats de mesures

Contexte météorologique et qualité de l'air ambiant

La qualité de l'air ambiant a un impact sur la qualité de l'air intérieur, en raison de transferts possibles entre les deux atmosphères. Un air ambiant pollué aura donc des répercussions sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments. Afin d'identifier les périodes plus ou moins favorables à la dispersion de la pollution extérieure, il est important d'étudier les données météorologiques et de les mettre en parallèle avec les mesures effectuées sur les polluants. Toutes les données détaillées utilisées pour l'interprétation des données de la campagne sont déclinées en annexes.

Température °C	Moyenne :	6,4
	Minimum :	0,6
	Maximum :	10,9
Vent m/s	Vitesse moyenne :	2,2
	Minimum :	0
	Maximum :	7,9
Humidité relative %	Moyenne :	79

Les données météorologiques sont issues de la station de Valenciennes.

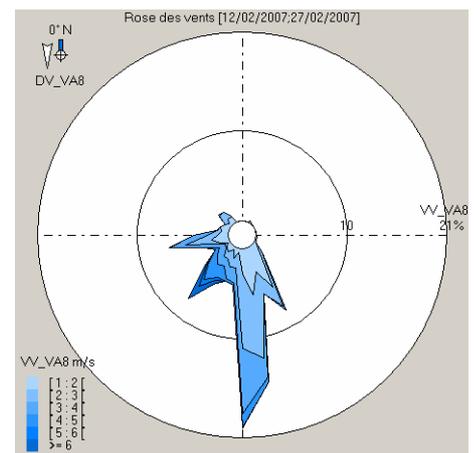
Les conditions climatiques observées durant la campagne ont été variables, alternant passages nuageux, pluvieux et périodes bien ensoleillées. Quelques matinées brumeuses ont été notées les 18 et 19 Février, accompagnées d'un vent faible voire nul. Ces facteurs météorologiques combinés entraînent une stagnation des masses d'air et une accumulation dans l'atmosphère, des polluants et en particulier les poussières.

Les températures n'ont pas subi de variations importantes, à l'exception des variations diurnes habituelles et sont restées le plus souvent comprises entre 5 et 10 °C.

En ce qui concerne l'humidité relative, une seule journée (16/02/2007) a connu des niveaux différents du reste de la quinzaine. L'air fut plus sec, l'humidité relative avoisinant les 50%. Aucune incidence sur la qualité de l'air n'a été, a priori, ressentie.

La direction de vent majoritairement représentée fut le sud. D'autres directions telles que Sud-Ouest, Ouest Sud-Ouest et Sud Sud-Est ont été également rencontrées.

A l'exception de deux journées en Février, les conditions météorologiques ont été favorables à une bonne dispersion de la pollution.



L'indice Atmo est un indicateur journalier de la qualité de l'air qui a été développé par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) et par l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). Cet indice journalier permet de traduire, sur une échelle de 1 (très bon) à 10 (très mauvais), la qualité de l'air d'une agglomération urbaine de plus de 100 000 habitants (plus l'indice est élevé, plus la qualité de l'air est mauvaise).

L'indice Atmo est élaboré à partir des concentrations journalières de 4 polluants indicateurs de la pollution atmosphérique : le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les poussières en suspension. Un sous-indice, pour chacun de ces 4 polluants, permet de caractériser le niveau moyen de pollution auquel est exposée la population. C'est le maximum de ces 4 sous-indices qui détermine l'indice Atmo.

Les concentrations mesurées par les stations, pour la période du 12 au 26 Février 2007, ont donné les indices Atmo suivants :

Indice Atmo	Ss Indice SO ₂	Ss Indice NO ₂	Ss Indice O ₃	Ss Indice PM10	ATMO Global
12/02/2007	1	1	3	2	3
13/02/2007	1	2	3	3	3
14/02/2007	1	2	2	2	2
15/02/2007	1	3	3	3	3
16/02/2007	1	3	3	2	3
17/02/2007	1	3	2	3	3
18/02/2007	1	2	1	6	6
19/02/2007	1	2	1	5	5
20/02/2007	1	2	2	4	4
21/02/2007	1	4	3	4	4
22/02/2007	1	1	2	2	2
23/02/2007	1	2	3	3	3
24/02/2007	1	1	3	2	3
25/02/2007	1	1	4	2	4
26/02/2007	1	3	2	2	3

Au regard de l'indice Atmo calculé pour la ville de Cambrai et en lien avec des mauvaises conditions de dispersion, la qualité de l'air s'est effectivement dégradée les 18 et 19 Février 2007 et a été qualifiée de moyenne à médiocre en raison d'une augmentation des taux de poussières en suspension.

Exploitation des résultats

La campagne de mesures s'est déroulée du 12 au 26 Février 2007. Les résultats des concentrations sont exprimées en microgrammes par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou en ppm (parties par million). Les valeurs sont rendues, pour l'ensemble du rapport, à un chiffre après la virgule.

Concernant les prélèvements de dioxyde d'azote (NO_2), un incident au sein du laboratoire n'a pas permis de réaliser l'analyse des tubes exposés. De ce fait, Atmo Nord – Pas de Calais propose de reconduire une nouvelle série de mesures en période hivernale.

Validation des échantillons

- Suivi des blancs

Des échantillonneurs blancs ou témoins, dont la cartouche adsorbante n'est pas ôtée de sa fiole de verre, sont conservés dans le réfrigérateur ou dans la glacière au cours des tournées pose - ramassage. Ce test des blancs permet de vérifier la qualité du conditionnement des échantillons, ainsi que leur tenue à la conservation, et que les cartouches n'ont subi aucune pollution involontaire.

La valeur du blanc est restée la plupart du temps inférieure à $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avec une valeur maximale de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ notée pour le formaldéhyde. Ces faibles valeurs mesurées prouvent que les cartouches n'ont subi aucune pollution, tant pendant leur conditionnement que pendant leur transport.

- Suivi des doublons, répétabilité

Pendant la période de mesure, un site a été triplé afin d'estimer la répétabilité de la mesure. Cette répétabilité est évaluée à l'aide de l'écart type standardisé CV% calculé à partir des valeurs de chaque paire de tubes : les calculs sont détaillés en annexes pour chaque polluant.

$$CV\% = \frac{\text{Ecart - type}}{\text{Moyenne}} \times 100$$

CV (%)	Formaldéhyde	Acéaldéhyde	Propanal	Butanal	Benzaldéhyde	Isopentanal
	0,9	0,2	8,7	35,7	12,9	50,8
CV (%)	Pentanal	Hexanal	Benzène	Cyclohexane	1-méthoxy-2-propanol	Trichloroéthylène
	0,0	4,1	12,1	9,8	24,1	10,2
CV (%)	2-éthoxyéthanol	Toluène	n-butyl acétate	Tétrachloroéthylène	Ethylbenzène	(m+p)-xylènes
	45,8	14,5	10,2	13,5	15,6	11,9
CV (%)	Styrène	o-xylène	2-butoxyéthanol	Alpha-pinène	1,2,4-triméthylbenzène	n-décane
	0,0	13,0	57,8	50,8	13,6	4,6
CV (%)	1,4-dichlorobenzène	2-éthyl-1-hexanol	Limonène	n-undécane		
	4,8	35,2	38,0	34,8		

Les données des répliquats (3 tubes posés en parallèle dans le bureau du responsable informatique) ont permis de valider les données. En effet, comparés à ceux relevés dans la campagne OQAI (données en annexe 4 du rapport de l'OQAI sur la campagne nationale Logements), les coefficients de variation calculés pour les répliquats sont du même ordre de grandeur. Cette comparaison a permis également de valider les deux premiers répliquats et d'exclure le troisième, présentant des valeurs non corrélées aux deux autres pour certains composés. Les valeurs en COV et aldéhydes rendues pour le bureau du responsable informatique correspondent ainsi à la moyenne de deux prélèvements.

Résultats chiffrés

L'ensemble des résultats des mesures est présenté en annexes.

- Les paramètres de confort

Les paramètres de température et d'humidité sont des facteurs importants d'influence dans les émissions des composés organiques volatils. La mesure des paramètres de confort a été continue pendant toute la durée de l'étude (un enregistrement pour chaque semaine de mesure). Les données ont été recueillies à l'aide d'un appareil de type Q-Trak Plus de TSI, sur un pas de temps d'une minute, branché sur secteur dans le bureau du responsable informatique.



En raison d'une microcoupure, une intervention le 16 Février a permis de récupérer les données en mémoire, et de relancer l'enregistrement.

Afin d'éviter que ce désagrément se reproduise, l'appareil a été déplacé, toujours au sein du bureau du responsable informatique :

- dans une localisation plus centrale
- sur une autre prise secteur
- mais toujours branché sur le même réseau électrique (pas d'onduleur en place, qui permettrait d'éviter ces microcoupures de courant)



Les valeurs moyennes relevées sont présentées dans le tableau suivant :

Semaine de mesure	Température (°C)	Humidité Relative (%)	Dioxyde de carbone (ppm)
Du 12 au 19/02/07	19,4	41,1	388
Du 19 au 26/02/07	19,9	32,8	426

Comparaison aux valeurs réglementaires

Selon la norme AFNOR XP X 43-401 (audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels-1998), il est conseillé de maintenir une humidité relative entre 40 et 60% et d'avoir une température de l'ordre de 22°C.

Dans les locaux à pollution non spécifique, la teneur ambiante en CO₂ ne doit pas dépasser le seuil de 1 000 ppm, et au-delà de 2 000 ppm, il y a un risque de somnolence.

On constate que les teneurs en dioxyde de carbone sont largement inférieures au seuil de 1 000 ppm, ce qui traduit un taux de renouvellement de l'air correct au sein des bureaux. Par contre, au regard de la température et de l'humidité, l'air intérieur est un peu froid et sec. Ces caractéristiques sont susceptibles d'engendrer une sensation de sécheresse de la gorge et des yeux.

Etude	Période	Lieu	Température (°C)	Humidité Relative (%)	Dioxyde de carbone (ppm)
LHVP-DDASS-CIRE	2004-2005	mairie	17,7-20,8	29-35	Données non disponibles
Atmo Nord - Pas de Calais	Mai 2007	bureaux	21,2	43,2	495
Etude Paris-Lyon-Montpellier	Hiver	bureaux	21,7-24,1	30-38	Pas de donnée

Le peu de données disponibles ainsi que les disparités des études, en terme de prélèvement, saisonnalité, contexte architectural des bâtiments, etc. ne permet pas de réaliser une comparaison objective et sont fournies à titre indicatif.

Comparées aux mesures réalisées dans les bureaux en France, les valeurs d'humidité relative en Mairie de Cambrai sont du même ordre de grandeur. Par contre, cette comparaison permet de confirmer, pour la température, les valeurs un peu froides mesurées.

- Les Composés Organiques Volatils (COV)

↳ Les aldéhydes

Les aldéhydes sont une famille de COV, avec pour composé majeur, le formaldéhyde, gaz odorant et irritant, classé cancérigène pour l'homme (classe 1) par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), depuis Juin 2004.

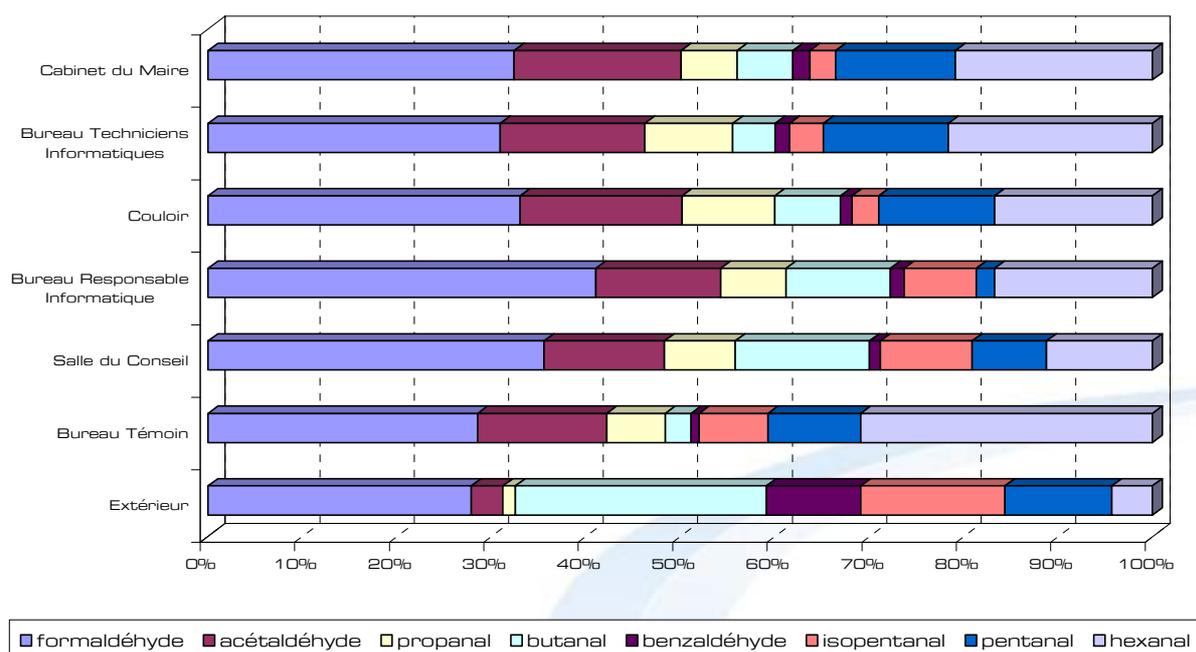
Résultats

L'ensemble des résultats est présenté en annexes.

Sur les 9 aldéhydes recherchés, seule l'acroléine a été mesurée à des niveaux identiques pour tous les points de mesure, du fait d'une teneur faible ($< 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), correspondant au seuil de détection analytique. Par conséquent, ce composé n'a pas été repris dans l'analyse descriptive des aldéhydes. En Mairie de Cambrai, les principales sources d'émission d'acroléine ne sont pas présentes, ce qui explique les faibles teneurs relevées lors des mesures.

Les profils d'exposition aux aldéhydes rencontrés en Mairie de Cambrai sont conformes aux ambiances intérieures : le formaldéhyde et l'acétaldéhyde sont les deux composés les plus présents dans la composition en aldéhydes de l'air ambiant étudié.

Profils d'exposition aux aldéhydes

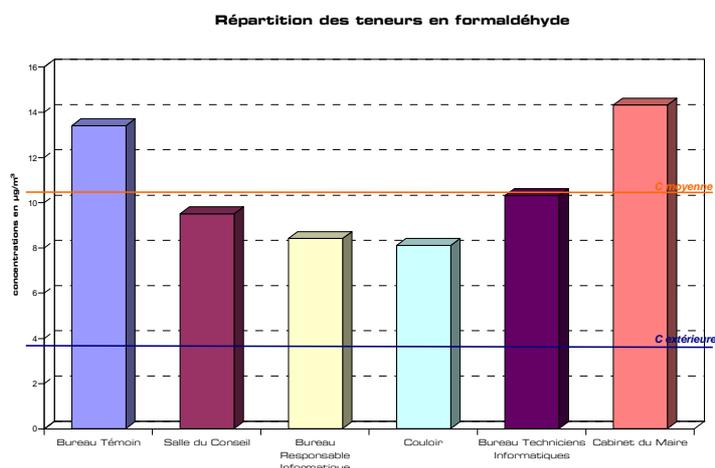


En effet, dans le cadre de l'étude, on observe pour ces 2 composés une composition de l'ordre de :

- 30 % en air extérieur
- > 40 % pour chacun des sites intérieurs (jusqu'à 54 % dans le bureau du responsable informatique)

A l'intérieur, l'amplitude des teneurs est restée faible pour ces 2 composés, entre 8,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 14,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde, et entre 2,7 et 7,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'acétaldéhyde.

Le formaldéhyde est présent, pour l'ensemble des points de mesure, dans des teneurs de 1,9 fois (couloir) à 3,4 fois (cabinet du Maire) supérieures à la concentration extérieure (4,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



La concentration moyenne en formaldéhyde relevée en Mairie (10,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée dans deux pièces : le cabinet du Maire (14,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et le bureau témoin (13,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La concentration minimale est relevée dans le couloir du service informatique (8,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les émissions intérieures en formaldéhyde, notamment par les bois

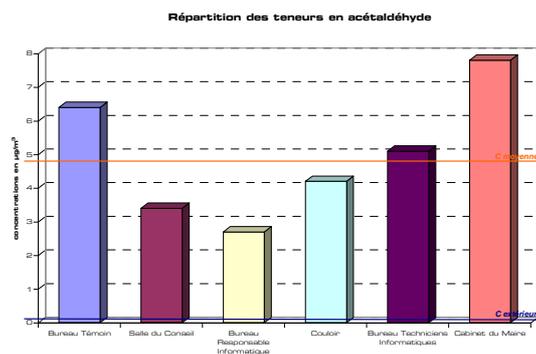
agglomérés et collés, mais également les nombreuses autres sources intérieures :

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

L'acétaldéhyde est présent, pour l'ensemble des points de mesure, dans des teneurs de 5,4 fois (bureau du responsable informatique) à 15,6 fois (cabinet du Maire) supérieures à la concentration extérieure (0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La concentration moyenne en acétaldéhyde relevée en Mairie (4,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée dans trois pièces : de nouveau le cabinet du Maire (7,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et le bureau témoin (6,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mais également le bureau des techniciens informatique (5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

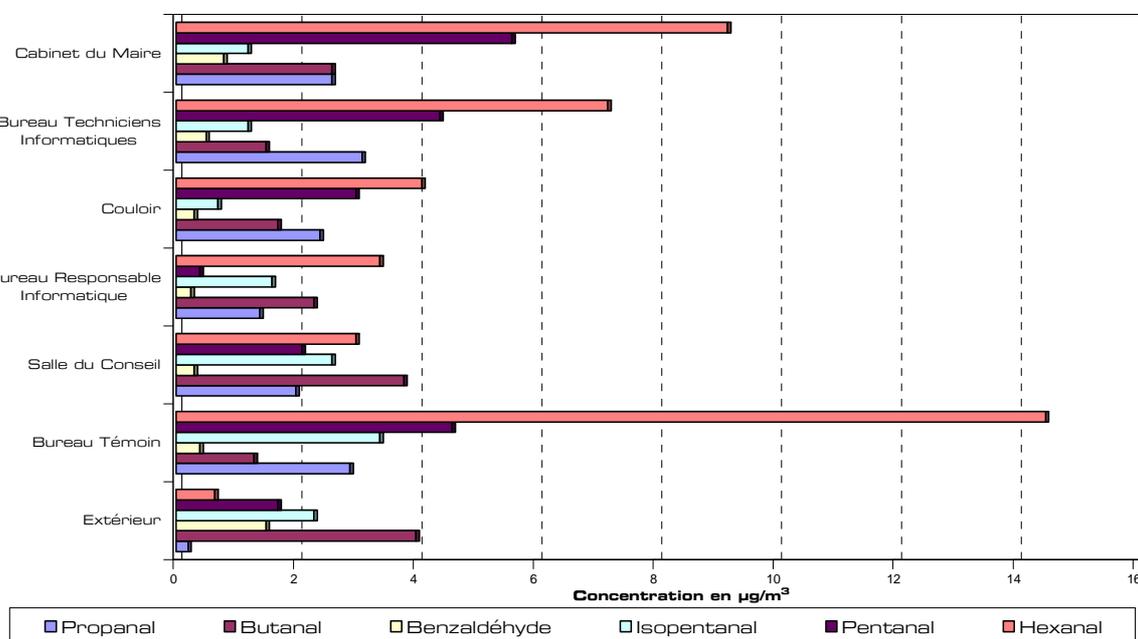
La concentration minimale est relevée dans le bureau du responsable informatique (2,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), et la concentration maximale de nouveau dans le cabinet du Maire (7,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



L'acétaldéhyde et le formaldéhyde sont les 2 composés les plus présents dans les ambiances intérieures, du fait des nombreuses sources intérieures possibles. Il est donc normal, lors de la mesure des aldéhydes, de les mesurer dans les teneurs les plus importantes.

Contrairement aux deux autres composés précédemment étudiés, les autres aldéhydes ne présentent pas une répartition homogène des teneurs, pour chaque site de mesure. On note une présence forte de certains composés tels que l'hexanal et le pentanal. Pour chaque site, les polluants présentant des concentrations ou profils différents seront plus particulièrement étudiés.

Répartition des teneurs pour les autres aldéhydes



Les teneurs les plus élevées, pour la majorité de ces composés, sont relevées dans le bureau témoin, puis le cabinet du Maire, et enfin dans le bureau des techniciens informatique.

Excepté pour le bureau du responsable informatique, le pentanal est mesuré en quantité plus importante à l'intérieur qu'à l'extérieur, ce qui laisse supposer la présence de sources intérieures.

L'hexanal est retrouvé dans des teneurs importantes, au sein du bureau témoin, sa présence étant très certainement due aux nombreuses étagères en bois tapissant les murs.

Le propanal, trouvant ses sources spécifiquement en air intérieur (fumée de tabac), est relevé plus abondamment dans le bureau témoin et le bureau des techniciens informatique. La présence de fumeurs, actuelle ou ancienne, pouvant alors tendre à expliquer ces teneurs (imprégnation des revêtements et relargage continu par les matériaux).

Pour le butanal, il existe un gradient de concentration de l'extérieur vers l'intérieur (de la rue vers la cour intérieure). Cette différence pourrait être liée au comportement physico-chimique de ce composé dans l'atmosphère ou au coefficient de transfert entre les deux ambiances.

Pour le benzaldéhyde, les mesures intérieures sont plus élevées qu'en extérieur.

Le butanal est retrouvé en quantités importantes dans le cabinet du Maire et dans le bureau des techniciens informatique, à relier avec la présence et l'usage des imprimantes et photocopieurs à proximité.

L'isopentanal est retrouvé majoritairement dans le bureau témoin et la salle du conseil, avec des concentrations plus élevées qu'en air ambiant.

Comparaison aux valeurs réglementaires

On constate que toutes les mesures en air intérieur sont globalement supérieures à celles de l'air extérieur. Ce constat est conforme à celui déjà réalisé dans d'autres études menées dans l'habitat et s'explique par le fait que, pour certains composés, la pollution extérieure transférée à l'intérieur, est associée à la pollution issue d'émissions de l'intérieur. Le risque de surconcentration de ces polluants, liée au confinement est alors certain.

Les concentrations en formaldéhyde relevées ne dépassent pas les valeurs limites françaises en exposition professionnelle, ni la recommandation de l'OMS sur 30 minutes.

Comparaison aux données « bureaux » existantes

		Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$								
Etude	Lieu	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Acroléine	Propanal	Butanal	Benzaldéhyde	Isopentanal	Pentanal	Hexanal
INERIS ¹	Bureau	30 à 60	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
LHVP – DDASS et CIRE ²	Mairie	max : 19	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
ASPA ³	Bibliothèque	68 à 70	6	NM	3	12	NM	NM	NM	NM
Atmo Nord – Pas de Calais (Mai 2007)	Bureaux de Lille et Béthune	15,1 à 23,3	5,5 à 11,2	0,7 à 2,5	1,7 à 8,2	2,6 à 10,0	0,2 à 1,3	0,7 à 18,8	4,1 à 9,4	5,4 à 29,9
Etude BASE (Etats-Unis)	56 immeubles de bureaux	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	0,8 à 12
Etude sur Paris et Lyon ⁴	Bureaux	33 à 503	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM

Globalement, les teneurs observées en mairie de Cambrai sont inférieures, voire du même ordre de grandeur, notamment pour le benzaldéhyde, l'isopentanal, le pentanal et l'hexanal. Il semblerait, au vu de cette constatation, que les concentrations d'aldéhydes à l'intérieur reflètent une ambiance de travail de bureaux habituelle.

Les autres COV

Résultats

L'ensemble des résultats est présenté en annexes.

Les Composés Organiques Volatils (COV) les plus recherchés en air intérieur sont, comme dans la surveillance de l'air extérieur : le benzène, le toluène et les xylènes ((m+p) et o-xylènes), regroupés sous le terme « BTX ».

¹ Rapport d'étude du 21/12/04 : « Exposition par inhalation au formaldéhyde dans l'air »

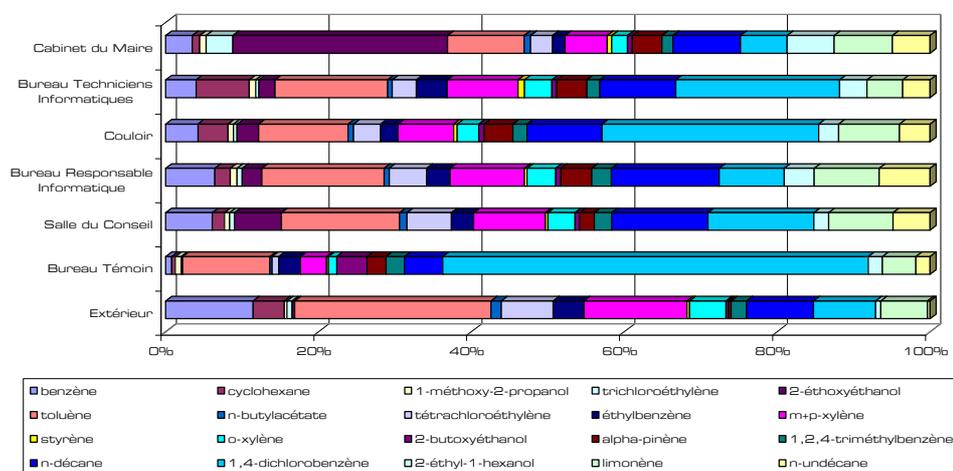
² Rapport d'investigation – Août 2006 - « une épidémie de syndromes des bâtiments malsains parmi le personnel de la Mairie de Villejuif (2004 – 2005) »

³ Suivi de la qualité de l'air en atmosphère intérieure dans les locaux de l'INSA Bibliothèque (Juin 2006)

⁴ Ginestet, Ribot *et al.* (2003)

Au total, sur les 20 COV recherchés, tous ont été mis en évidence, avec une présence plus ou moins importante de certains composés.
Les ambiances des différents lieux de mesure sont les suivantes :

Profils d'exposition aux Composés Organiques Volatils



Dans l'air extérieur, on retrouve bien la prédominance des composés surveillés réglementairement : benzène, toluène, (m+p)-xylènes et o-xylène, ainsi que l'absence de composés spécifiques des environnements intérieurs : 2 éthers de glycol (1-méthoxy-2-propanol et 2-éthoxyéthanol), styrène, 2-butoxyéthanol, alpha-pinène et n-undécane. Cette tendance extérieure se distingue nettement des observations faites pour les 6 points de mesure intérieurs.

Dans les locaux de la Mairie, on distingue des profils d'exposition différenciés :

1 - par bureau

Les profils d'exposition dans le bureau du responsable informatique et dans la salle du conseil sont cependant très proches (pièces attenantes et communicantes).

2 - par étage

Les 4 profils observés au 1^{er} étage (salle du conseil et service informatique : responsable, techniciens et couloir) sont assez proches, mais très différents de celui du point de mesure en rez-de-chaussée (cabinet du Maire).

3 - par bâtiment

Le profil du bureau témoin ne ressemble à aucun des 5 profils observés dans le bâtiment ayant fait l'objet de plaintes.

On note également la prédominance de certains composés :

- **1,4 dichlorobenzène** pour le bureau témoin, le couloir situé entre les 2 bureaux du service informatique et le bureau des techniciens informatique
- **2-éthoxyéthanol** pour le cabinet du Maire

Analyses par familles de composés

BTX (Benzène, Toluène, Xylènes)

Les teneurs en benzène sont très proches de celles relevées en extérieur ($1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Elles sont :

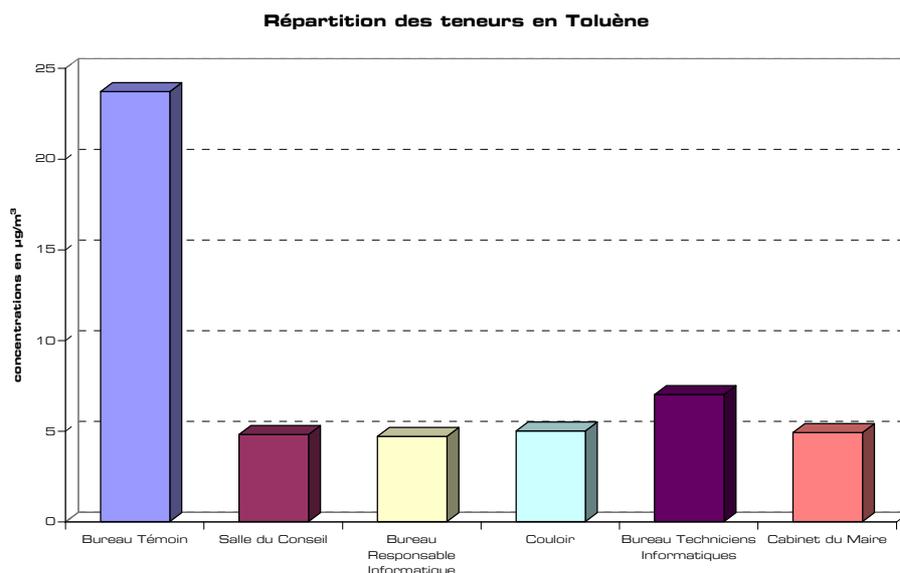
- plus faibles dans le bureau témoin ($1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- similaires dans le cabinet du Maire
- légèrement plus élevées dans le service informatique (4 points de mesure)

Plusieurs hypothèses, liées aux propriétés de transfert du benzène (taux de pénétration de 100% de l'extérieur vers l'intérieur) pourraient expliquer sa présence en air intérieur : circulation automobile et fumée de tabac antérieure.

Le toluène est présent, pour l'ensemble des points de mesure, dans des teneurs de 1,2 fois (bureau du responsable informatique) à 6,2 fois (bureau témoin) supérieures à la concentration extérieure ($3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La concentration moyenne en toluène relevée en Mairie ($8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée uniquement dans le bureau témoin, à une teneur très élevée de $23,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentration minimale est relevée dans le bureau du responsable informatique ($4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces constats mettent en évidence une source de contamination au toluène, liée aux équipements intérieurs.



Les valeurs relevées en **xylènes** sont les suivantes :

Localisation	Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Valeur en (m+p)-xylènes	Valeur en o-xylène	Teneur en xylènes
Extérieur	2.0	0.7	2.7
Bureau Témoin	7.1	2.2	9.3
Salle du Conseil	2.9	1.1	4.0
Bureau du Responsable Informatique	2.9	1.1	4.0
Couloir	3.1	1.2	4.3
Bureau des techniciens informatique	4.4	1.7	6.1
Cabinet du Maire	2.7	1.0	3.7

Les **xylènes** sont présents, pour l'ensemble des points de mesure, dans des teneurs de 1,4 fois (cabinet du Maire) à 3,4 fois (bureau témoin) supérieures à la concentration extérieure.

La concentration moyenne en xylènes relevée en Mairie ($5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée dans deux pièces : le bureau des techniciens informatique ($6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et le bureau témoin ($9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La concentration minimale est relevée dans le cabinet du Maire et la concentration maximale dans le bureau témoin.

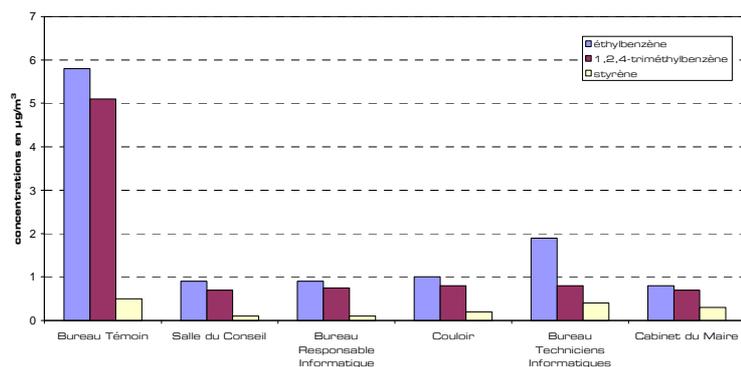
Il existe une exposition élevée en toluène et xylènes dans le bureau témoin.

Pour ces mêmes composés, seul le bureau des techniciens informatique présente des teneurs plus élevées que dans les autres locaux de plainte.

Des sources similaires peuvent être mise en cause pour ces 2 bureaux.

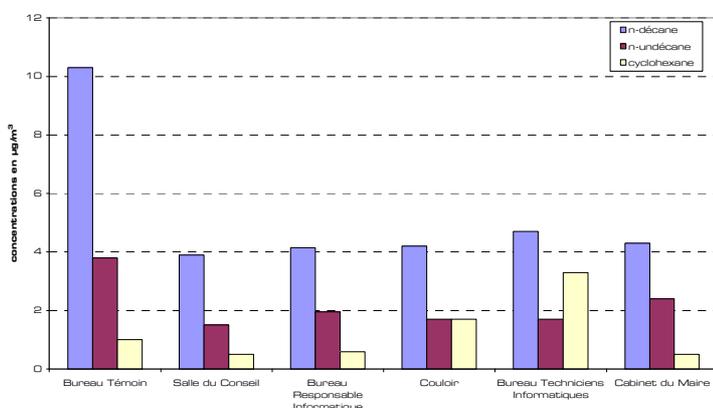
Autres Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques

Teneurs en Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques



Les teneurs intérieures sont toutes plus élevées que les valeurs extérieures et les taux les plus importants sont relevés dans le bureau témoin. Pour les autres points de mesure, les teneurs sont faibles et très similaires.

Teneurs en Hydrocarbures Aliphatiques



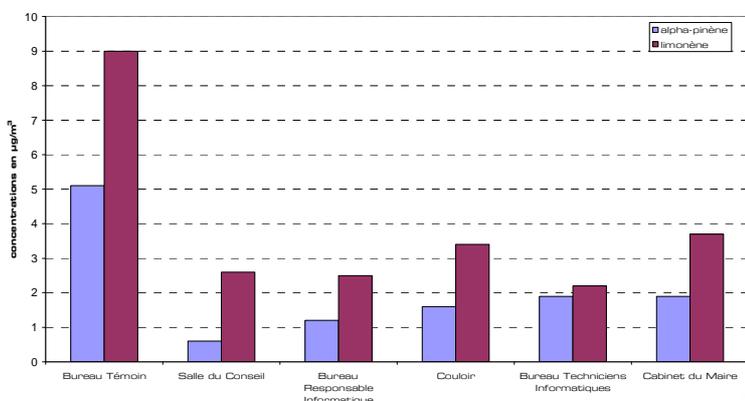
Hydrocarbures aliphatiques

Le n-décane et le n-undécane sont présents dans des teneurs intérieures toutes plus élevées qu'à l'extérieur. Ce n'est pas le cas du cyclohexane, retrouvé dans des teneurs inférieures (salle du conseil et cabinet du Maire), ou similaires (bureau du responsable informatique). Pour le bureau témoin, le couloir et surtout le bureau des techniciens informatique, les concentrations relevées sont bien supérieures à celles des autres points de mesure.

Le bureau témoin présente les teneurs les plus importantes en n-décane et en n-undécane. Les locaux du service informatique présentent, et plus spécifiquement pour le bureau des techniciens informatique, une exposition spécifique au cyclohexane, à relier très certainement aux réparations fréquentes d'équipements informatiques divers.

Terpènes

Teneurs en Terpènes



Les teneurs en terpènes observées sont spécifiques des ambiances intérieures : elles sont beaucoup plus élevées que les teneurs extérieures.

Le bureau témoin présente les valeurs les plus élevées pour les 2 composés recherchés.

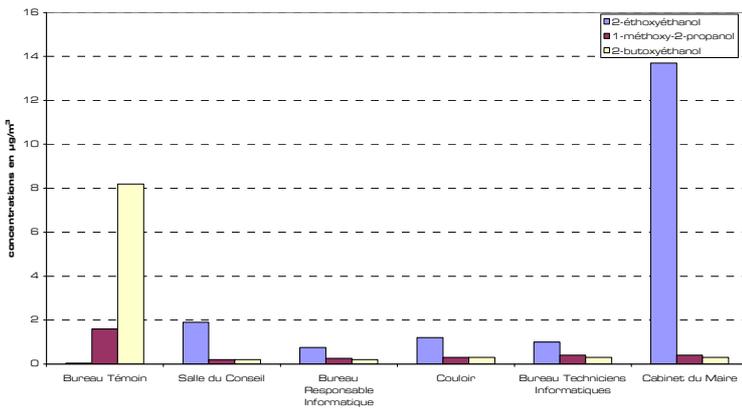
Les teneurs sont assez similaires pour les services, avec quelques distinctions dans les bureaux où une gêne a été ressentie :

- en alpha-pinène : bureau des techniciens informatique
- en limonène : cabinet du Maire

Les produits désodorisants et comportements des salariés pourraient expliquer ces teneurs.

Ethers de glycol

Teneurs en éthers de glycol

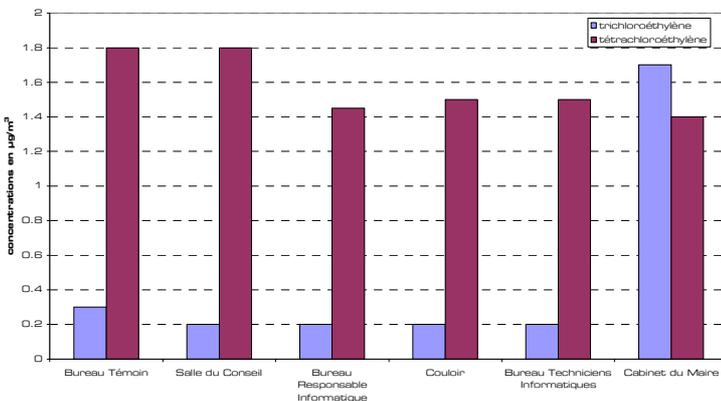


Les teneurs en éthers de glycol sont spécifiques des locaux de la Mairie (non relevées dans l'air extérieur).

Les teneurs sont très basses dans l'ensemble. Le bureau témoin et le cabinet du Maire présentent cependant des teneurs importantes, respectivement en 2-butoxyéthanol et en 2-éthoxyéthanol. Les sources étant principalement les peintures, laques, vernis et encres d'imprimantes, la mise en évidence pourrait être liée à la présence d'imprimantes.

Hydrocarbures halogénés

Teneurs en Hydrocarbures halogénés

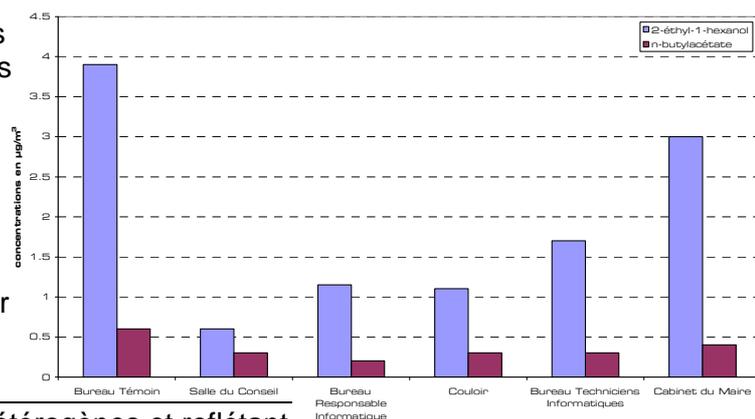


Le 1,4-dichlorobenzène présente une teneur excessive dans le bureau témoin ($115 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Le couloir et le bureau des techniciens font ensuite état de teneurs 10 fois plus faibles.

On observe une teneur importante en trichloroéthylène dans le cabinet du Maire. La tendance est plus homogène en tétrachloroéthylène, légèrement plus élevée dans le bureau témoin et la salle du conseil.

Autres COV

Teneurs en Autres COV



Le 2-éthyl-1-hexanol est présent, pour l'ensemble des points de mesure, dans des teneurs de 6 fois (salle du conseil) à 39 fois (bureau témoin) supérieures à la concentration extérieure ($0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les valeurs les plus importantes pour ce composé ont été relevées dans le bureau témoin et le Cabinet du Maire. Les teneurs en n-butylacétate sont globalement très faibles et relativement proches des teneurs relevées dans l'air extérieur.

Contrairement aux mesures d'aldéhydes, très hétérogènes et reflétant l'exposition habituelle d'un espace clos, le bureau témoin ressort nettement en terme d'exposition aux COV. Pour la plupart d'entre eux, ce bureau présente les valeurs maximales relevées, pour 2 raisons :

- soit il est mal ou pas ventilé,
- soit l'aménagement de la pièce (mobilier) et le comportement des occupants (utilisation de produits désodorisants) constitueraient des sources d'émission des différents COV mis en évidence.

➤ Comparaison aux valeurs réglementaires

En comparaison des valeurs réglementaires pour la surveillance de la qualité de l'air intérieur, l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³ de benzène dans l'air, ainsi que la valeur limite fixée à 8 µg/m³ sur une année, ne seraient pas atteints.

➤ Comparaison aux données « bureaux » existantes

Concentrations (en µg/m ³)										
Etude	Lieu	Benzène	Cyclohexane	1-méthoxy-2-propanol	Trichloroéthylène	2-éthoxyéthanol	toluène	n-butyl acétate	tétrachloroéthylène	éthylbenzène
LHVP – DDASS et CIRE ⁵	Mairie	NM	NM	NM	NM	NM	max : 33	NM	NM	NM
ORAMIP (du 29-12-05 au 05-01-06)	Locaux de la maison communale de GAILLARD	1.7 à 2.3	NM	NM	NM	NM	4.9 à 9.0	NM	NM	1.2 à 2.2
Etude BASE (Etats-Unis)	56 immeubles de bureaux	0.6 à 17	NM	NM	NM	NM	1.6 à 360	NM	NM	NM
EXPOLIS (Milan)	45 bureaux	9.8 (4,2-36,1)	NM	NM	NM	NM	37.3 (14,5-192,3)	NM	NM	NM

(m+p)-xylènes	o-xylène	styrène	2-butoxyéthanol	Alpha-pinène	1,2,4-triméthylbenzène	n-décane	1,4-dichlorobenzène	2-éthyl-1-hexanol	limonène	n-undécane
NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
3.9 à 6.6	1.4 à 2.5	0.7 à 1.5	3.4 à 8.1	3.6 à 4.0	NM	NM	NM	4.8 à 20.8	4.1 à 18.7	NM
0.8 à 96	NM	NM	0.7 à 78	NM	NM	NM	NM	NM	0.3 à 140	0.6 à 58
21.7 (8,4-96,3)	6.4 (2,0-32,2)	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM

A l'exception du 2-éthyl-1-hexanol, des xylènes, du styrène et du benzène, on remarque que le bureau témoin relève des concentrations de COV égales aux maxima relevés dans les autres études. Pour les autres bureaux, les teneurs sont toujours inférieures à celles relevées dans les études présentées.

⁵ Rapport d'investigation – Août 2006 - « une épidémie de syndromes des bâtiments malsains parmi le personnel de la Mairie de Villejuif (2004 – 2005) »

Conclusion

A la demande de la Mairie de Cambrai, et suite à des gênes ressenties par les salariés des services informatique et du cabinet du Maire, Atmo Nord – Pas de Calais a réalisé, du 12 au 26 Février 2007, des mesures de la qualité de l'air. Durant cette campagne, les composés organiques volatils (COV) et les aldéhydes ont pu être étudiés, ainsi que des paramètres de confort : température, humidité relative et dioxyde de carbone (CO₂). Les conditions météorologiques rencontrées durant cette campagne ont été, à l'exception de deux journées en Février, favorables à une bonne dispersion de la pollution. Il est très probable que l'air ambiant, globalement non pollué durant cette période, aura eu un impact limité sur la qualité de l'air intérieur de la mairie de Cambrai.

Dans le domaine de l'air intérieur, il n'existe pas encore de valeurs réglementaires, comme pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant. L'analyse proposée dans le présent rapport a comparé les résultats relevés en Mairie avec les valeurs guides existantes au moment de l'étude, sur des temps d'exposition variables, ainsi qu'aux données relevées dans la littérature, dont des études menées par d'autres AASQA (Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air) sur des profils de bâtiments présentant des manifestations similaires.

Les teneurs d'aldéhydes (notamment formaldéhyde et acétaldéhyde) sont homogènes, pour chaque site étudié. Pour ces composés, des sources intérieures ont été confirmées pour la mairie de Cambrai, avec cependant des teneurs faibles, habituellement rencontrées dans les bureaux. Par contre, pour les autres COV, à l'exception de ceux rencontrés préférentiellement en air extérieur (BTEX), le bureau témoin se détache des autres bureaux par des valeurs plus élevées.

En l'état actuel des investigations et au vu de ces résultats, nous pouvons rejeter que les manifestations physiologiques des salariés du service informatique soient en lien direct avec les polluants recherchés. En effet, le bureau du responsable informatique, où la gêne ressentie est la plus forte, ne relève pas de concentrations élevées par rapport aux autres bureaux. Il semblerait, que les symptômes ressentis soient facteurs des concentrations observées, mais également de la sensibilité individuelle du personnel.

Nous vous rappelons par ailleurs que ces mesures ont été réalisées à posteriori de l'épisode de plainte. Il conviendra dans ce cadre de se rapprocher des services compétents pour les questions d'ordre sanitaire (médecine du travail et CHSCT), afin de veiller à la santé des employés. Les résultats du présent rapport pourront être étudiés dans le but de préconiser les solutions adaptées au poste de travail.

Actuellement, l'aération quotidienne est nécessaire : elle permet d'éliminer l'excès d'humidité (favorisant notamment le développement de moisissures et de nuisibles tels que les blattes) et de diluer les pollutions intérieures (confinement de ces pollutions et cumuls de leurs concentrations en cas de mauvaise ventilation et de manque d'aération du bâtiment).

Nous vous conseillons par ailleurs de maintenir des conditions de température aux environs de 22 °C et une humidité relative entre 40 et 60 % (mi se en place d'une mesure régulière à l'aide d'un appareil de type thermo-hygromètre et d'une installation d'un ou plusieurs saturateurs, en cas d'air trop sec) et de ne pas coller le mobilier contre les radiateurs. Un suivi continu (tenue

d'un cahier), tout au long de l'année, permettra de repérer au mieux les périodes de gêne ressenties.

Une aération spécifique est également préconisée lors de réparations informatiques. La solution idéale serait de mettre en place un local spécifique, à distance des bureaux, bien ventilé, qui permettrait de limiter l'exposition quotidienne sur une longue durée.

Pour les bureaux « fumeurs », anciens (bureau des techniciens informatique) ou actuels (cabinet du Maire), il conviendrait d'opérer un nettoyage complet :

- suppression des moquettes au sol,
- nettoyage des revêtements (murs et plafond) à l'eau,
- pose d'une peinture naturelle, non émissive.

Il conviendra par ailleurs d'augmenter la fréquence de nettoyage du sol de l'ensemble des bureaux :

- à l'eau claire afin de retenir plus facilement les poussières et de limiter ainsi leur remise en suspension (les poussières en suspension peuvent provoquer des difficultés respiratoires chez les personnes fragiles, notamment chez l'enfant, et certaines d'entre elles ont des propriétés mutagènes ou cancérigènes),
- avec une utilisation raisonnée de produits d'entretien (privilégier les produits naturels peu émissifs).

A l'avenir, en cas de travaux (utilisation de colles, pose de peintures ou de revêtements, etc.), le travail devra être réalisé dans une zone de travaux correctement ventilée, de préférence l'été, afin de limiter :

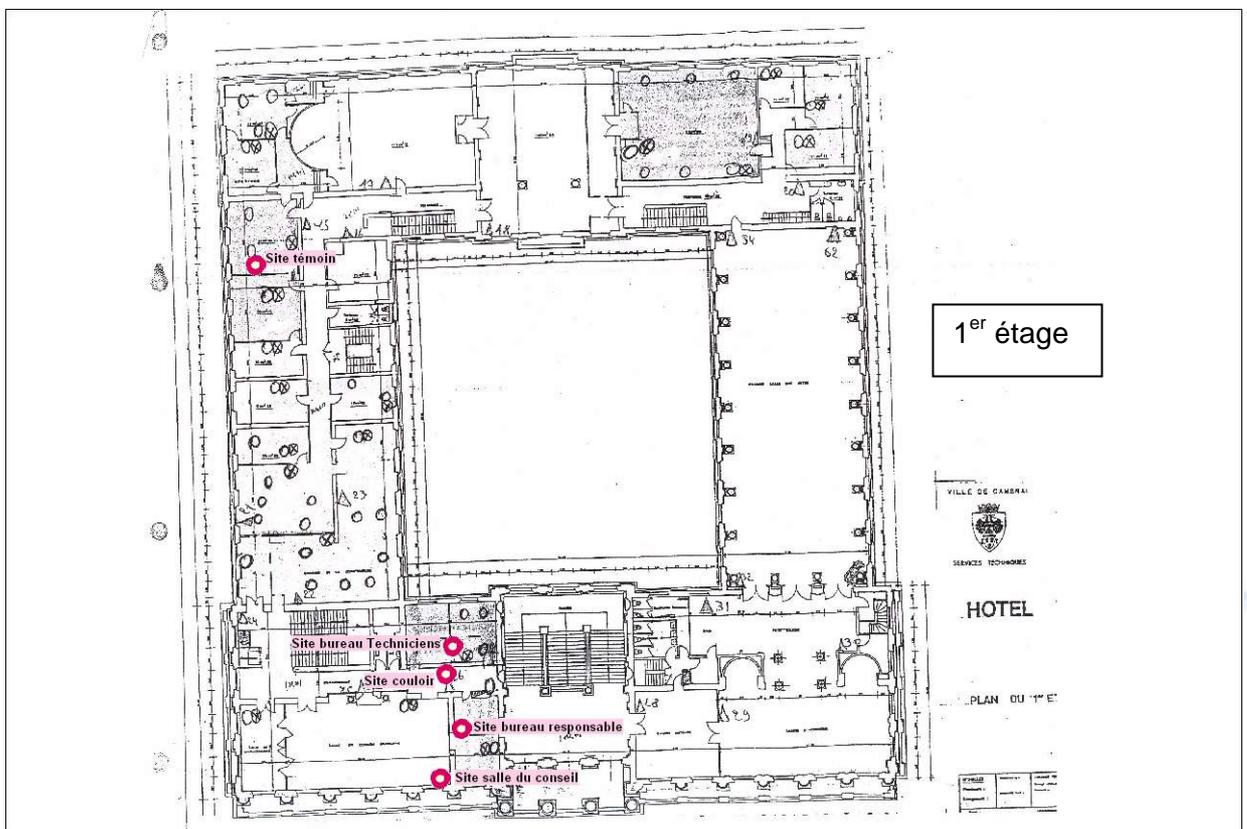
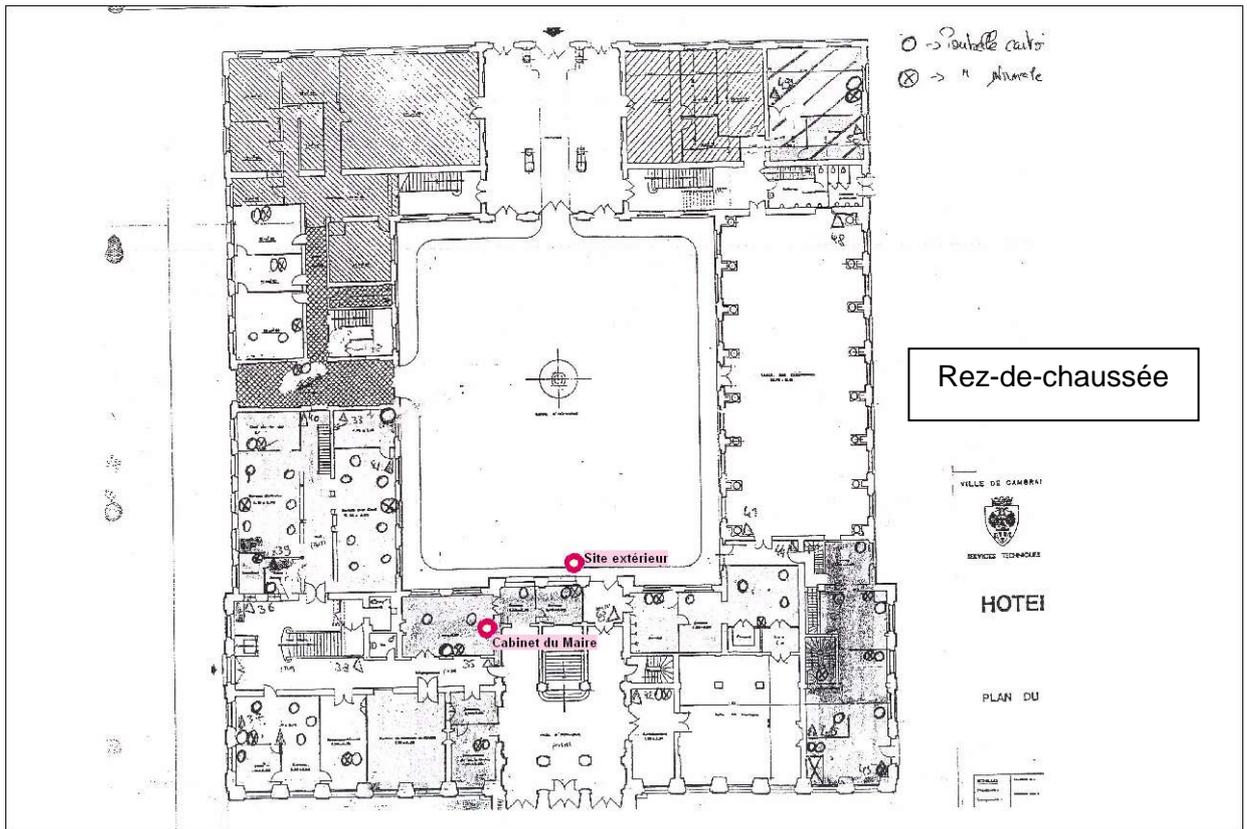
- l'exposition directe lors des travaux (employés du service technique),
- l'exposition ultérieure des employés travaillant dans les bureaux ayant fait l'objet des travaux.

Il sera par ailleurs nécessaire de bien ventiler en permanence, tous les jours, tout le mois suivant les travaux.

Annexes

1. – Cartes de localisation des sites
2. – Compte-rendu de visite
3. – Données météorologiques
4. – Exploitation des résultats
 - suivi des doublons, répétabilité
 - résultats chiffrés

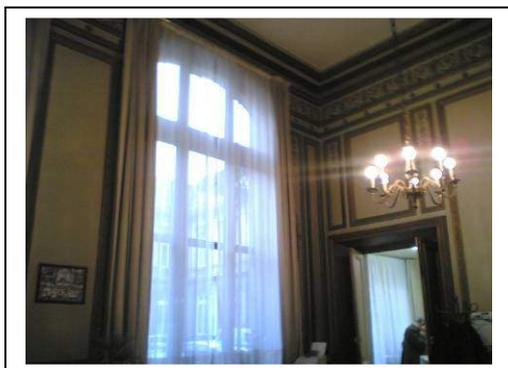
Cartes de localisation des sites



Compte-rendu des observations relevées lors de la visite du 19/12/2006

1 – un bureau en RdC (Cabinet du Maire)

Gênes ressenties en 2005



Revêtements et équipements :

sol : moquette collée sur un plancher massif

murs : moulures bois, peinture, tissu

plafond : peinture

meubles : massif, aggloméré, métal

A NOTER la présence de :

- photocopieur (1)
- plantes
- rideaux / tentures
- radiateur (chauffage central gaz)

2 – deux bureaux au 1^{er} étage (service informatique)

Gênes ressenties en 2005 et 2006

=> **Bureau du responsable informatique :**



Revêtements et équipements :

sol : plancher massif

murs : peinture et bois

plafond : peinture

meublier : massif et métal

A NOTER la présence de :

- plantes
- rideaux
- radiateur (chauffage central gaz)

=> **Bureau des techniciens :**



Revêtements et équipements :

sol : plancher massif sur sous couche en brai

murs : en crépi, jauni et noirâtre (activité tabagique antérieure)

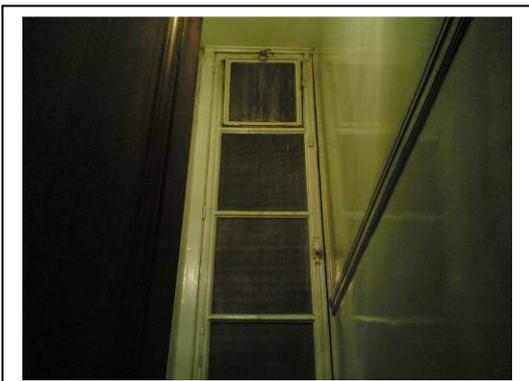
plafond : dalles de polystyrène

meublier : métal et aggloméré

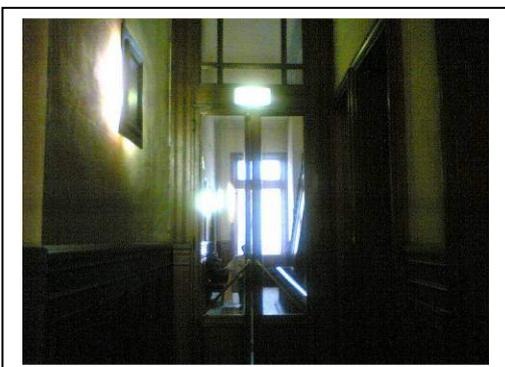
A NOTER la présence de :

- rideaux
- radiateur (chauffage central gaz)
- dalles de polystyrène au plafond
- nombreux ordinateurs (production de chaleur)

=> Couloir entre les deux bureaux :



1 – Présence d'un WC, avec fenêtre donnant sur les conduits de chauffage et d'aération.



2 – Présence du poste électrique dans le couloir, de nombreux matériaux en bois massif, odeur forte de poussières.

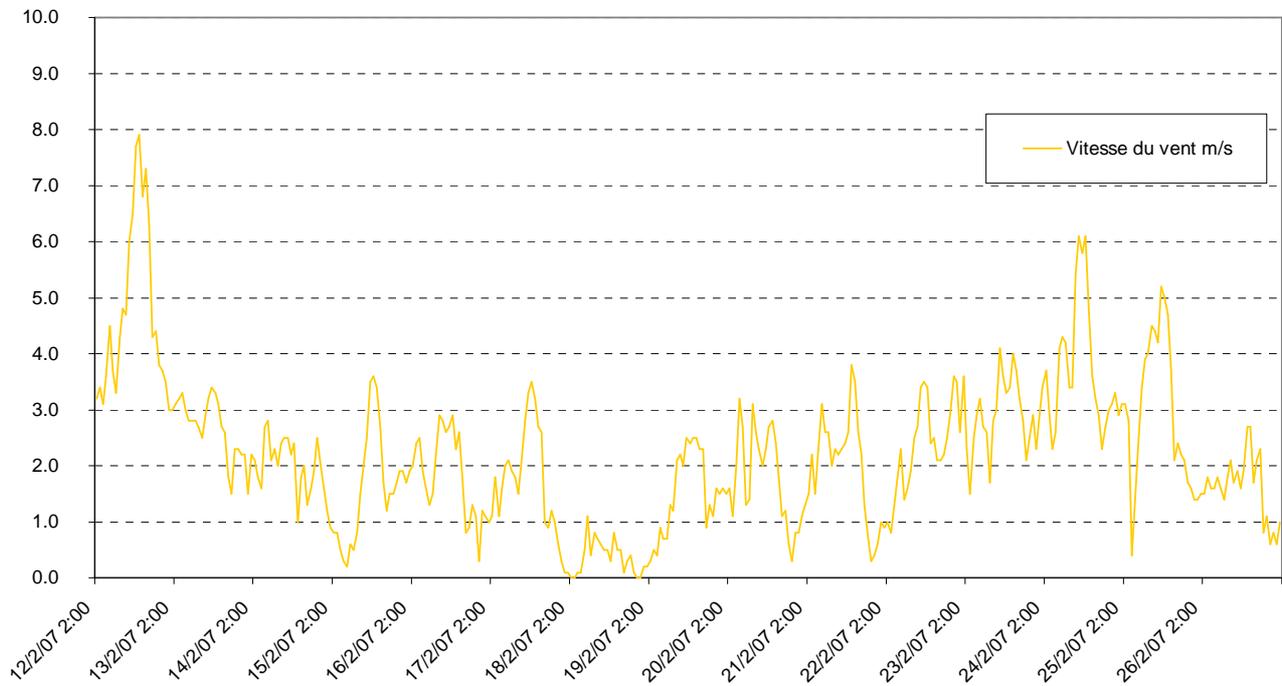


A noter :

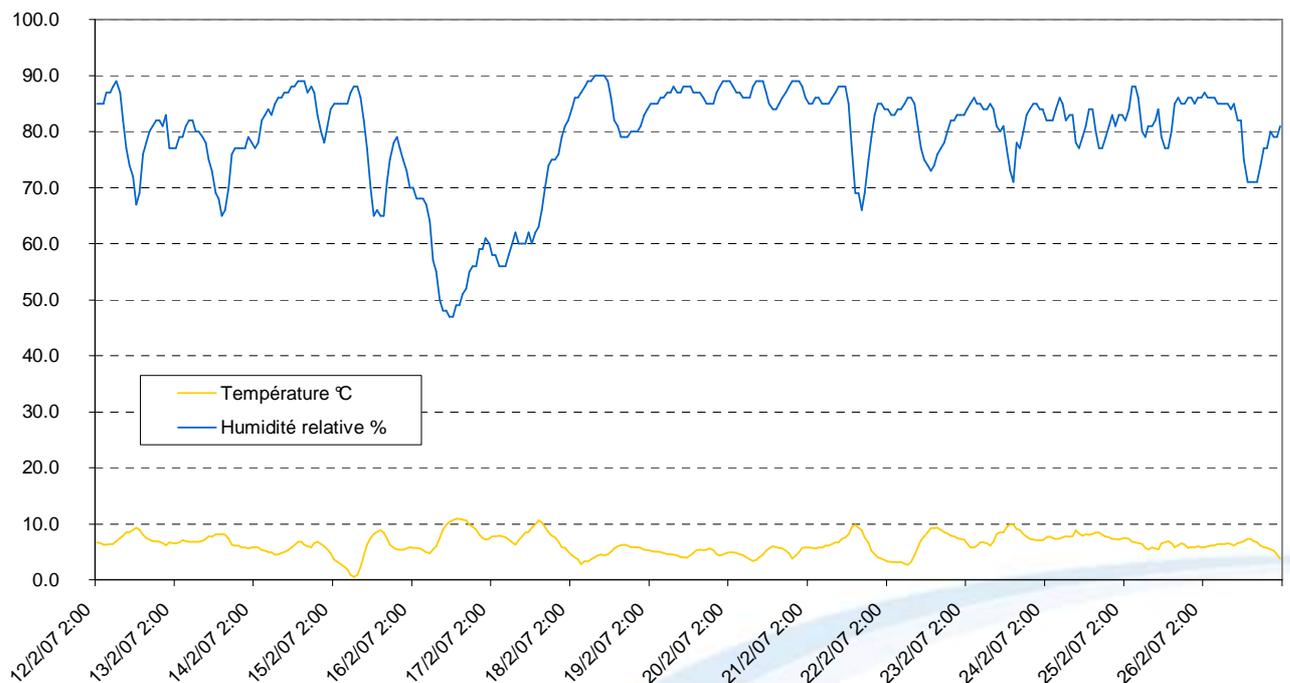
=> Les techniciens se plaignent parfois d'odeurs d'imbrûlés en provenance de l'extérieur (rejets de la chaufferie de la salle de spectacle – Palais des grottes – située à proximité).

Données météorologiques

Vitesse du vent



Températures et Humidité relative



Exploitation des résultats

Suivi des doublons, répétabilité

Aldéhydes

	Concentrations en µg/m ³								
	formaldéhyde	acétaldéhyde	acroléine	propanal	butanal	benzaldéhyde	isopentanal	pentanal	hexanal
Bureau Responsable Informatique	8.3	2.7	< 0.4	1.5	2.8	0.3	2.1	< 0.8	3.3
Bureau Responsable Informatique	8.4	2.7	< 0.4	1.3	1.7	0.3	1.0	< 0.8	3.5
Bureau Responsable Informatique	6.3	3.3	< 0.4	1.8	2.1	< 0.3	0.5	2.7	3.8
Moyenne	8.4	2.7	pas de donnée	1.4	2.3	0.3	1.6	0.4	3.4
Ecart-type	0.1	0.0	pas de donnée	0.1	0.8	0.0	0.8	0.0	0.1
CV (%)	0.9	0.2	pas de donnée	8.7	34.8	12.9	47.9	0.0	4.1
CV OQAI (%)	03-12	5-21	0-32	pas de donnée	5-17				

Légende : 3ème réplicat exclu (présentant des valeurs non corrélées aux 2 précédents)

Autres COV

	Concentrations en µg/m ³																			
	benzène	cyclohexane	1-méthoxy-2-propanol	trichloroéthylène	2-éthoxyéthanol	toluène	n-butyl acétate	tétrachloroéthylène	éthylbenzène	(m+p)-xylénes	styrène	o-xylène	2-butoxyéthanol	alpha-pinène	1,2,4-triméthylbenzène	n-décane	1,4-dichlorobenzène	2-éthyl-1-hexanol	limonène	n-undécane
Bureau Responsable Informatique	1.8	0.6	0.3	0.2	1.0	4.7	0.2	1.5	0.9	2.9	0.1	1.1	0.3	1.6	0.8	4.2	2.6	1.5	3.4	2.6
Bureau Responsable Informatique	2.0	0.6	0.2	0.2	0.5	4.7	0.2	1.4	0.9	2.8	0.1	1.1	0.1	0.8	0.7	4.1	2.4	0.8	1.6	1.3
Bureau Responsable Informatique	1.6	0.5	0.2	0.2	0.5	3.6	0.2	1.1	0.7	2.3	0.1	0.9	0.1	0.6	0.6	3.8	2.4	0.9	2.2	1.7
Moyenne	1.8	0.6	0.2	0.2	0.7	4.3	0.2	1.3	0.8	2.7	0.1	1.0	0.2	1.0	0.7	4.1	2.5	1.1	2.4	1.9
Ecart-type	0.2	0.1	0.1	0.0	0.3	0.6	0.0	0.2	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2	0.1	0.4	0.9	0.6
CV (%)	12.1	9.8	24.1	10.2	45.8	14.5	10.2	13.5	15.6	11.9	0.0	13.0	57.8	50.8	13.6	4.6	4.8	35.2	38.0	34.8
CV OQAI (%)	8-36	pas de donnée	11-33	30-90	pas de donnée	4-22	pas de donnée	5-73	4-48	8-37	11-339	8-122	15-139	pas de donnée	11-77	5-86	10-212	pas de donnée	pas de donnée	16-123

Légende : 3ème réplicat exclu (présentant des valeurs non corrélées aux 2 précédents)

Résultats chiffrés

Aldéhydes

	Concentrations en µg/m ³																
	formaldéhyde	Ratio I/E	acétaldéhyde	Ratio I/E	propanal	Ratio I/E	butanal	Ratio I/E	benzaldéhyde	Ratio I/E	isopentanal	Ratio I/E	pentanal	Ratio I/E	hexanal	Ratio I/E	
Extérieur	4.2	-	0.5	-	0.2	-	4.0	-	0.15	-	2.3	-	1.7	-	0.7	-	
Bureau témoin	13.4	3.2	6.4	12.8	2.9	14.5	1.3	0.3	0.4	2.7	3.4	1.5	4.6	2.7	14.5	20.7	
Salle du conseil	9.5	2.3	3.4	6.8	2.0	10.0	3.8	1.0	0.3	2.0	2.6	1.1	2.1	1.2	3.0	4.3	
Bureau responsable informatique	8.4	2.0	2.7	5.4	1.4	7.0	2.3	0.6	0.3	2.0	1.6	0.7	0.4	0.2	3.4	4.9	
Couloir	8.1	1.9	4.2	8.4	2.4	12.0	1.7	0.4	0.3	2.0	0.7	0.3	3.0	1.8	4.1	5.9	
Bureau techniciens informatique	10.3	2.5	5.1	10.2	3.1	15.5	1.5	0.4	0.5	3.3	1.2	0.5	4.4	2.6	7.2	10.3	
Cabinet du Maire	14.3	3.4	7.8	15.6	2.6	13.0	2.6	0.7	0.8	5.3	1.2	0.5	5.6	3.3	9.2	13.1	
Cmoyenne Int	10.7	-	4.9	-	2.4	-	2.2	-	0.4	-	1.8	-	3.4	-	6.9	-	
Cmin Int	8.1	-	2.7	-	1.4	-	1.3	-	0.3	-	0.7	-	0.4	-	3.0	-	
Cmax Int	14.3	-	7.8	-	3.1	-	3.8	-	0.8	-	3.4	-	5.6	-	14.5	-	
OOAI (Campagne Nationale Logements)	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	
médiane	19.6	1.9	11.6	1.3	pas de donnée	13.6	0.5										
min	1.3	< 0.6	1.8	< 0.3	pas de donnée	1.6	< 0.1										
max	86.3	15.4	94.6	12.4	pas de donnée	368.5	7.7										

Légende : valeur maximale relevée

Autres COV

	Concentrations en µg/m ³																			
	benzène	Ratio I/E	cyclohexane	Ratio I/E	1-méthoxy-2-propanol	Ratio I/E	trichloroéthylène	Ratio I/E	2-éthoxyéthano	Ratio I/E	toluène	Ratio I/E	n-butylacétate	Ratio I/E	tétrachloroéthylène	Ratio I/E	éthylbenzène	Ratio I/E	(m+p)-xylènes	Ratio I/E
Extérieur	1.7	-	0.6	-	0.05	-	0.1	-	0.05	-	3.8	-	0.2	-	1.0	-	0.6	-	2.0	-
Bureau témoin	1.6	0.9	1.0	1.7	1.6	32.0	0.3	3.0	0.05	1.0	23.7	6.2	0.6	3.0	1.8	1.8	5.8	9.7	7.1	3.6
Salle du conseil	1.9	1.1	0.5	0.8	0.2	4.0	0.2	2.0	1.9	38.0	4.8	1.3	0.3	1.5	1.9	1.8	0.9	1.5	2.9	1.5
Bureau responsable informatique	1.9	1.1	0.6	1.0	0.3	6.0	0.2	2.0	0.8	15.0	4.7	1.2	0.2	1.0	1.5	1.5	0.9	1.5	2.9	1.5
Couloir	1.8	1.1	1.7	2.8	0.3	6.0	0.2	2.0	1.2	24.0	5.0	1.3	0.3	1.5	1.5	1.5	1.0	1.7	3.1	1.6
Bureau techniciens informatique	1.9	1.1	3.3	5.5	0.4	8.0	0.2	2.0	1.0	20.0	7.0	1.8	0.3	1.5	1.5	1.5	1.9	3.2	4.4	2.2
Cabinet du Maire	1.7	1.0	0.5	0.8	0.4	8.0	1.7	17.0	13.7	274.0	4.9	1.3	0.4	2.0	1.4	1.4	0.8	1.3	2.7	1.4
Cmoyenne Int	1.8	-	1.3	-	0.5	-	0.5	-	3.1	-	8.4	-	0.4	-	1.6	-	1.9	-	3.8	-
Cmin Int	1.6	-	0.5	-	0.2	-	0.2	-	0.05	-	4.7	-	0.2	-	1.4	-	0.8	-	2.7	-
Cmax Int	1.9	-	3.3	-	1.6	-	1.7	-	13.7	-	23.7	-	0.6	-	1.8	-	5.8	-	7.1	-
OOAI (Campagne Nationale Logements)	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT
médiane	2.1	< 1.1	pas de donnée	pas de donnée	1.9	< 0.5	1	< 1	pas de donnée	pas de donnée	12.2	3.5	pas de donnée	pas de donnée	1.4	< 1.2	2.3	1	5.6	2.4
min	< 0.4	< 0.4	pas de donnée	pas de donnée	< 0.5	< 0.5	< 0.4	< 0.4	pas de donnée	pas de donnée	1.5	< 0.4	pas de donnée	pas de donnée	< 0.4	< 0.4	< 0.3	< 0.3	< 1.5	< 0.5
max	22.8	7.0	pas de donnée	pas de donnée	170.1	3.4	4 087.2	38.7	pas de donnée	pas de donnée	414.2	107.2	pas de donnée	pas de donnée	684.3	17.7	85.3	20.5	232.8	46.5

	Concentrations en µg/m ³																			
	styrène	Ratio I/E	o-xylène	Ratio I/E	2-butoxyéthano	Ratio I/E	alpha-pinène	Ratio I/E	1,2,4-triméthylbenzène	Ratio I/E	n-décane	Ratio I/E	1,4-dichlorobenzène	Ratio I/E	2-éthyl-1-hexanol	Ratio I/E	limonène	Ratio I/E	n-undécane	Ratio I/E
Extérieur	0.05	-	0.7	-	0.05	-	0.05	-	0.3	-	1.3	-	1.2	-	0.1	-	0.9	-	0.05	-
Bureau témoin	0.5	10.0	2.2	3.1	8.2	164.0	5.1	102.0	5.1	17.0	10.3	7.9	115.0	95.8	3.8	39.0	9.0	10.0	3.8	76.0
Salle du conseil	0.1	2.0	1.1	1.6	0.2	4.0	0.6	12.0	0.7	2.3	3.9	3.0	4.3	3.6	0.6	6.0	2.6	2.9	1.5	30.0
Bureau responsable informatique	0.1	2.0	1.1	1.6	0.2	4.0	1.2	24.0	0.8	2.7	4.2	3.2	2.5	2.1	1.2	11.5	2.5	2.8	2.0	39.0
Couloir	0.2	4.0	1.2	1.7	0.3	6.0	1.6	32.0	0.8	2.7	4.2	3.2	12.1	10.1	1.1	11.0	3.4	3.8	1.7	34.0
Bureau techniciens informatique	0.4	8.0	1.7	2.4	0.3	6.0	1.9	38.0	0.8	2.7	4.7	3.6	10.2	8.5	1.7	17.0	2.2	2.4	1.7	34.0
Cabinet du Maire	0.3	6.0	1.0	1.4	0.3	6.0	1.9	38.0	0.7	2.3	4.3	3.3	3.0	2.5	3.0	30.0	3.7	4.1	2.4	48.0
Cmoyenne Int	0.3	-	1.4	-	1.6	-	2.1	-	1.5	-	5.3	-	24.5	-	1.9	-	3.9	-	2.2	-
Cmin Int	0.1	-	1.0	-	0.2	-	0.6	-	0.7	-	3.9	-	2.5	-	0.6	-	2.2	-	1.5	-
Cmax Int	0.5	-	2.2	-	8.2	-	5.1	-	5.1	-	10.3	-	115.0	-	3.9	-	9.0	-	3.8	-
OOAI (Campagne Nationale Logements)	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT
médiane	1	0.4	2.3	1.1	1.6	< 0.4	pas de donnée	pas de donnée	4.1	1.4	5.3	1.9	4.2	1.8	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	6.2	1.8
min	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.2	< 0.4	< 0.4	pas de donnée	pas de donnée	< 0.03	< 0.03	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	< 0.5	< 0.5
max	35.1	2.7	112.3	17.7	60.6	4.6	pas de donnée	pas de donnée	111.7	14.6	1 774.1	43.4	4 809.80	52.1	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	502.1	52.0

Légende : valeur maximale relevée

QUATRE SERVICES SUR QUATRE SITES



GRAVELINES

ADMINISTRATIF ET FINANCIER/RESSOURCES HUMAINES

Rue du Pont de pierre - B.P. 78
59820 GRAVELINES

administration@atmo-npdc.fr ou finances@atmo-npdc.fr



VALENCIENNES

COMMUNICATION

Zone d'activités de Prouvy-Rouvignies - B.P. 800
59309 VALENCIENNES Cedex

contact@atmo-npdc.fr



BÉTHUNE

ÉTUDES/RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

Centre Jean-monnet
Avenue de Paris
62400 BÉTHUNE

etudes@atmo-npdc.fr



LILLE

TECHNIQUE ET MÉTROLOGIE

189, boulevard de la Liberté
59000 LILLE Cedex

technique@atmo-npdc.fr

World Trade Center Lille
299, boulevard de Leeds
59777 EURAILLIE
<http://www.atmo-npdc.fr>

N°Azur 0 810 10 59 62

PRIX D'APPEL LOCAL

N°Azur FAX 0 810 11 59 62

PRIX D'APPEL LOCAL

