

MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR DANS LE GROUPE SCOLAIRE PASTEUR

Résultats de la période hivernale
Niort (Deux-Sèvres)
2010



Sommaire

CONTEXTE : UNE MONTÉE EN PUISSANCE DE LA PROBLÉMATIQUE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR.....	3
OBJECTIF : ÉVALUER LA QUALITÉ DE L'AIR À L'INTÉRIEUR DES LOCAUX DE L'ÉCOLE PASTEUR.....	3
DES MOYENS DE MESURE DÉPLOYÉS SUR DEUX PÉRIODES.....	4
RÉSULTATS DE LA PÉRIODE HIVERNALE.....	12
1 - Les composés organiques volatils (Cov).....	12
2 - Les aldéhydes.....	16
CONCLUSION.....	19
ANNEXE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LES COV ET LES ALDÉHYDES.....	20
ANNEXE 2 : VALEURS GUIDES ET DE GESTION POUR LES CONTAMINANTS CHIMIQUES EN AIR INTÉRIEUR.....	23
ANNEXE 3 : RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'AIR POUR LES COV ET LES ALDÉHYDES (OMS).....	25
ANNEXE 4 : VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE POUR LES COV ET LES ALDÉHYDES (INRS).....	26
ANNEXE 5 : RÉSULTATS DES BLANCS DE TERRAIN PENDANT LA PÉRIODE HIVERNALE.....	27
ANNEXE 6 : RÉSULTATS DES RÉPLICATS PENDANT LA PÉRIODE HIVERNALE.....	28

ATMO Poitou-Charentes se dégage de toute responsabilité quant à une utilisation ultérieure de ses données par un tiers. Elle rappelle que toute utilisation partielle ou totale de ses données doit faire mention de la source, à savoir ATMO Poitou-Charentes.

Contexte : une montée en puissance de la problématique de la qualité de l'air intérieur

La pollution ne concerne pas seulement l'air des villes, mais aussi celui des habitations, des lieux de travail, des moyens de transport, de tous les lieux clos, dans lesquels nous passons de 80 à 90% de notre temps. En effet, l'environnement intérieur est un univers dynamique comportant un grand nombre de polluants chimiques gazeux ou particulaires, d'allergènes et de biocontaminants. Les concentrations qui varient dans le temps et dans l'espace sont influencées par des sources d'émissions continues, ou discontinues, respectivement dues aux matériaux de construction et aux activités humaines. Plusieurs paramètres peuvent ensuite interférer : les conditions de température, d'humidité et de ventilation, les risques de contamination par des micro-organismes ainsi que les échanges entre l'air extérieur et l'air intérieur.

A l'intérieur des locaux, les installations de combustion par exemple peuvent émettre des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, des aldéhydes, des hydrocarbures aromatiques (Cov) ou aromatiques polycycliques (HAP)... Les matériaux utilisés à l'intérieur des locaux sont également une source très importante de pollution : ces substances appartiennent à plusieurs centaines d'espèces chimiques (hydrocarbures aromatiques, aliphatiques, halogénés, alcanes, cycloalcanes...). On leur associe les aldéhydes dont en particulier le formaldéhyde et l'acétaldéhyde. Une propriété commune à tous ces produits est leur grande capacité à s'évaporer à la température ambiante et à diffuser dans l'air. De nombreuses activités humaines de type nettoyage, entretien, bricolage, jardinage, tabagisme... constituent également des sources de polluants. Elles correspondent à des productions instantanées qui disparaissent plus ou moins rapidement en fonction du mode de ventilation et de leur interaction avec les matériaux.

La qualité de l'air intérieur était une priorité du premier Plan National Santé Environnement (PNSE I) 2004-2008. Ce plan a notamment permis le lancement de premières enquêtes sur la qualité de l'air dans les logements par l'observatoire de la qualité de l'air intérieur.

Conformément aux engagements du Grenelle Environnement, le deuxième Plan National Santé Environnement (PNSE II) adopté le 9 juillet 2009 pour la période 2009-2013 vise entre autres la gestion et l'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les lieux publics et la réduction de l'exposition des enfants dans les bâtiments qui les accueillent. Une campagne pilote nationale vient d'ailleurs d'être lancée par le ministère chargé de l'environnement dans 300 écoles et crèches. La première phase de cette étude d'une durée de 2 ans a démarré en septembre 2009. La région Poitou-Charentes sera concernée par la seconde phase, à partir de septembre 2010.

Par ailleurs, le projet de loi Grenelle 2 portant engagement national pour l'environnement prévoit d'introduire dans le code de l'environnement le principe d'une surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les lieux recevant du public ou des populations sensibles. Une surveillance de la qualité de l'air intérieur serait obligatoire pour le propriétaire ou l'exploitant de certains établissements recevant du public déterminés par décret en Conseil d'État lorsque la configuration des locaux le justifierait. La mise en œuvre de cette surveillance et la mise à disposition de ses résultats auprès du public seraient assurées à leurs frais par les propriétaires ou les gestionnaires de ces espaces clos.

Objectif : évaluer la qualité de l'air à l'intérieur des locaux de l'école Pasteur

Cette étude menée pour la mairie de Niort¹ a pour but de mesurer la pollution atmosphérique à l'intérieur de plusieurs salles du groupe scolaire Louis Pasteur. Elle fait suite à une demande de la mairie (en date du 27 novembre 2009) qui s'interroge sur l'origine d'odeurs dans plusieurs salles de l'école. Certaines de ces odeurs sont apparues après des travaux récents de rénovation.

1 Adresse : Place Martin Bastard - BP 516 - 79022 NIORT Cedex

Des moyens de mesure déployés sur deux périodes

Cette étude a été menée par référence à la norme XP X 43-407 : audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels - bâtiments à usage d'enseignement.

Deux bâtiments ciblés

Le groupe scolaire Louis Pasteur est localisé rue Louis Braille à Niort (Deux-Sèvres). Il s'agit d'un quartier résidentiel, en périphérie du centre-ville. Le groupe scolaire compte quatre bâtiments principaux parmi lesquels les bâtiments B et C où sont localisées les salles présentant des odeurs.

Les deux bâtiments B et C comportent un seul niveau. Ils ont été construits à la même époque mais ont bénéficié de programmes différenciés de rénovation :

●bâtiment B :

– salles B1 et B2 : désamiantage et remplacement des sols en 2007 et 2008 puis changement des fenêtres en 2009 ;

– salle B4 : aucune rénovation depuis 2007 ;

●bâtiment C :

– salle C1 : aucune rénovation depuis 2007 ;

– salle C2 : changement des fenêtres en 2009.



Illustration 1: localisation du groupe scolaire Pasteur et des bâtiments étudiés
(source : Google Maps)

Le bâtiment B regroupe principalement des salles de cours utilisées en continu. Les salles B1, B2 et B4 accueillent chacune une vingtaine d'enfants de niveau élémentaire.

Le bâtiment C regroupe des salles utilisées de manière discontinue. Ainsi, la salle C1 accueille les enfants fréquentant la garderie périscolaire, en début de matinée et en fin d'après-midi. Et la salle C2 est utilisée par les enfants déficients visuels de CLIS.

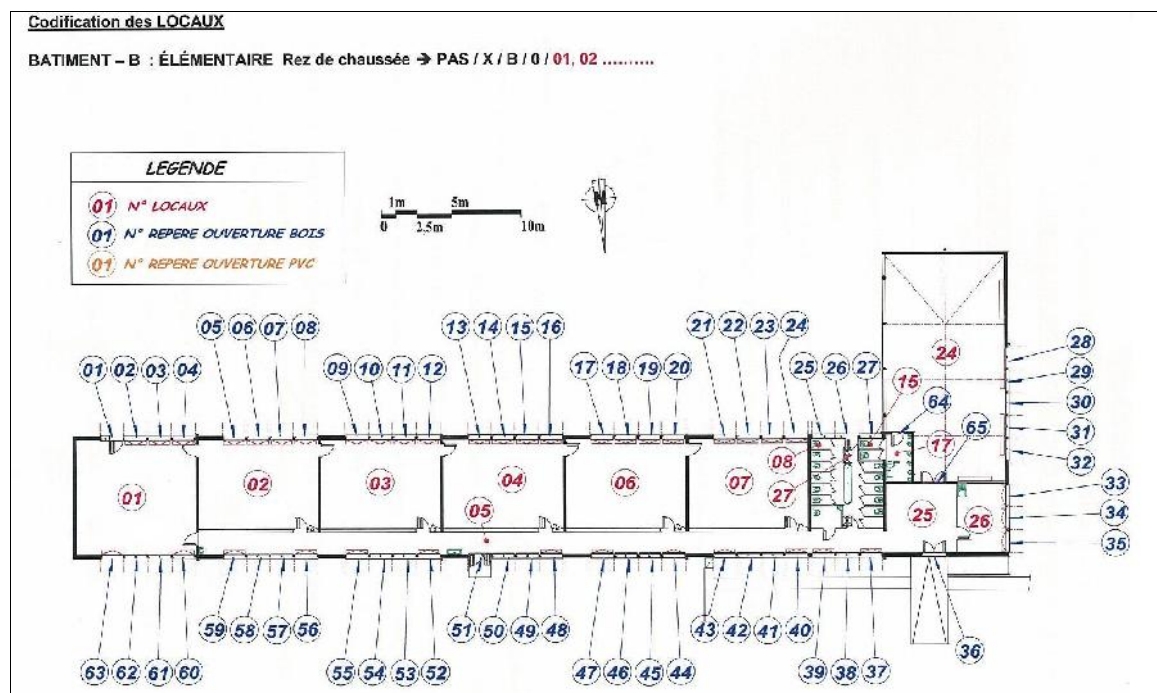


Illustration 2: plan du bâtiment B (source : mairie de Niort - les repères des ouvertures ne sont pas à jour sur ce plan.)

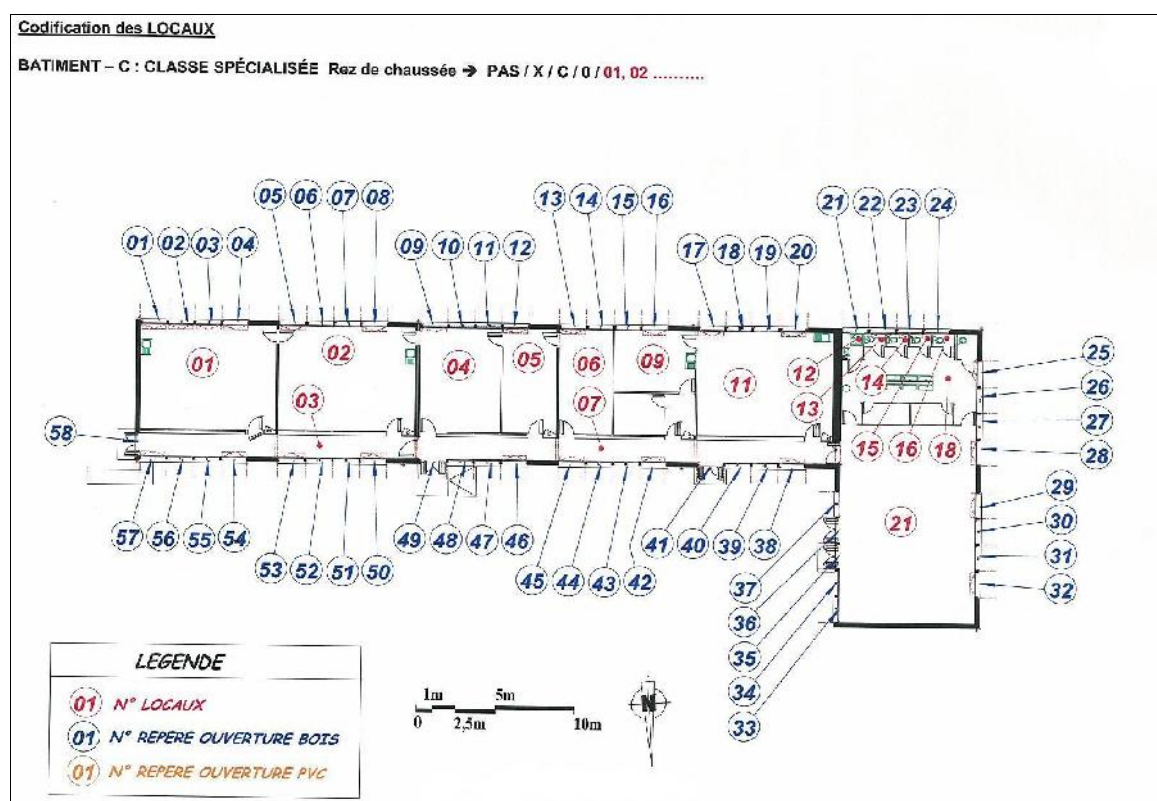


Illustration 3: plan du bâtiment C (source : mairie de Niort - les repères des ouvertures ne sont pas à jour sur ce plan.)



Illustration 4 : vue extérieure du bâtiment B



Illustration 5 : vue extérieure du bâtiment C

La surveillance a été menée dans quatre salles différentes, sélectionnées en accord avec le représentant du service Patrimoine Bâti et Moyens de la mairie de Niort :

● dans le bâtiment B : deux salles ont été choisies, l'une rénovée (salle B2), l'autre pas (salle B4), de manière à évaluer l'impact de la rénovation sur la qualité de l'air. Cette rénovation s'est déroulée en 2 phases :

- 2007 et 2008 : désamiantage et changement des sols,
- 2009 : remplacement des 4 fenêtres bois par des fenêtres PVC.

Parmi les deux salles rénovées, la salle B2 a été préférée à la salle B1 car elle présente la même surface et le même nombre d'ouvrants sur l'extérieur que la salle B4 ;

● dans le bâtiment C : les salles C1 (garderie) et C2 (Clis) sont concernées par les mesures car elles présentent toutes deux des odeurs. Elles présentent la même surface de 60 m² mais des différences dans leur système d'aération / ventilation : La salle C2 présente 4 fenêtres comportant chacune 2 aérateurs tandis que la salle C1 possède 2 fenêtres sans aérateur. Autre différence : les fenêtres de la salle C2 ont été rénovées en 2009.

	Plaintes au sujet d'odeurs	Sol	Mur	Plafond	Ouvrants	Aération	Ventilation	Nombre d'occupants	Surface (m ²)
Salle B2	oui ²	PVC collé, rénové en 2007/08	papier	suspendu	4 fenêtres en PVC, rénovées en 2009	2 aérateurs / fenêtre aération par ouverture des fenêtres chaque soir	aucune	21	60
Salle B4	non	PVC	moquette	suspendu	4 fenêtres en bois	2 aérateurs / fenêtre aération par ouverture des fenêtres chaque soir	aucune	15 à 20	60
Salle C1 garderie	oui	plastique collé	polystyrène	suspendu, dalles minérales	4 fenêtres en bois	aucun aérateur sur les fenêtres aération par ouverture des fenêtres chaque soir	aucune	13 le matin et 18 en fin de journée	60
Salle C2 Clis	oui	plastique collé	papier	suspendu	4 fenêtres en PVC, rénovées en 2009	2 aérateurs / fenêtre aération par ouverture des fenêtres chaque soir	aucune	4	60

Tableau 1 : Caractéristiques des quatre salles étudiées

2 Lors de la visite préalable aux mesures, réalisée le 2 décembre 2009, une odeur fruitée a été décelée dans cette salle et également dans le couloir. Une odeur d'alcool y a aussi été notée lors du retrait des échantillonneurs.



Illustration 6 : vue d'ensemble de la salle B2



Illustration 8 : vue d'ensemble de la salle B4



Illustration 7 : vue d'ensemble de la salle C1 (garderie)



Illustration 9 : vue d'ensemble de la salle C2 (Clis)

Pour chaque pièce étudiée, le point de prélèvement doit être représentatif de l'exposition moyenne des occupants. On évite de placer le préleveur à un endroit où il est susceptible d'être soumis à des variations importantes de concentrations : il convient d'éviter les zones de la pièce largement exposées à des courants d'air, comme les zones proches de portes et fenêtres ainsi que les zones proches des sources de chaleur. De même, il convient d'éviter les zones proches de sources connues de formaldéhyde, comme les panneaux de particules non revêtus. Pour cela, le dispositif de prélèvement passif est placé, dans la mesure du possible, au centre de la pièce, ou tout du moins à une distance d'au moins 50 cm des parois de la pièce. Idéalement, les préleveurs devraient être positionnés dans la zone d'occupation des enfants, à la hauteur de leurs voies respiratoires. En pratique, les dispositifs de prélèvement ont été suspendus à environ 2 mètres de hauteur, de façon à se trouver hors de portée des enfants.

Des questionnaires ont été remplis par les occupants des salles et les agents d'ATMO Poitou-Charentes afin de connaître les activités du lieu étudié, en particulier celles pouvant avoir une influence directe sur la teneur en polluants : ouverture et fermeture des fenêtres, température ambiante, activités manuelles réalisées (bricolage, peinture...).

Mesure de deux familles de gaz polluants

D'après les informations recueillies lors de notre visite du 2 décembre 2009, les analyses des polluants atmosphériques ont porté sur les polluants habituellement mesurés dans l'atmosphère des locaux d'accueil des enfants (10 composés organiques volatils et 9 aldéhydes). Cette liste a été complétée par 21 autres composés organiques volatils, afin de traquer d'éventuels indicateurs des odeurs ressenties.

Ces polluants ont été sélectionnés en raison de leurs effets potentiels sur la santé humaine. Des informations générales sur les Cov et les aldéhydes sont présentées à l'annexe 1.

●31 composés organiques volatils (Cov)³ :

- 7 hydrocarbures aromatiques : benzène, éthylbenzène, toluène, o-xylène, m+p-xylènes, 1,2,4-triméthylbenzène, styrène
- 4 hydrocarbures halogénés : 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, 1,4-dichlorobenzène
- 1 hydrocarbure sulfuré : diméthyl disulfure
- 6 alcanes : n-décane, n-undécane, n-heptane, n-hexane, n-nonane, n-octane
- 1 cycloalcane : cyclohexane
- 5 alcools : 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol, 2-éthyl-1-hexanol, 2-éthoxyéthanol, 2-méthoxyéthanol
- 1 éther : éthyl-ter-butyl ether (ETBE)
- 4 esters : butyl acétate, 2-éthoxyéthyl acétate, 2-méthoxyéthyl acétate, isopropyl acétate
- 2 terpènes : limonène, α -pinène

●9 aldéhydes :

- formaldéhyde
- acétaldéhyde
- acroléine
- benzaldéhyde
- butanal
- hexanal
- isopentanal
- pentanal
- propanal

Ce protocole présente plusieurs intérêts :

- Il rend possible une comparaison avec les mesures de pollution intérieure réalisées dans d'autres écoles de l'agglomération niortaise en 2007 et dans d'autres écoles à l'échelle française ;
- Plusieurs des polluants mesurés (benzène, formaldéhyde et trichloréthylène) font l'objet de valeurs guides définies par l'Afsset (agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) (cf. annexe 2). De plus, le haut conseil de la santé publique (HCSP) a publié en octobre des valeurs repères d'aide à la gestion du formaldéhyde dans l'air des espaces clos.

3 Le méthyl-ter-butyl ether (MTBE), prévu initialement, n'a pas pu être analysé par le laboratoire.

Des prélèvements réalisés à l'aide d'échantillonneurs à diffusion passive

La surveillance a été réalisée par échantillonneurs à diffusion passive de type « Radiello ». L'intérêt de ces échantillonneurs est leur faible encombrement, l'absence de bruit et leur simplicité d'utilisation.

L'échantillonnage du gaz polluant s'effectue par diffusion à travers une membrane poreuse (cylindre diffusif) jusqu'à une surface de piégeage (cartouche d'adsorbant). Cet échantillonnage n'implique aucun mouvement actif de l'air. Quand l'échantillonneur passif (tube à diffusion) est exposé, un gradient de concentration s'établit entre l'air à l'extérieur du tube et l'air en contact avec la surface de l'adsorbant. Ce différentiel de concentration va entraîner une diffusion du composé à travers la membrane poreuse, de la zone la plus concentrée en polluant (air ambiant) vers la surface de l'adsorbant (cartouche) où ils sont captés et accumulés.

L'échantillonneur passif est exposé à l'air pour une durée définie. Le taux d'échantillonnage dépend du coefficient de diffusion du gaz polluant. Ce taux est appelé débit d'échantillonnage par diffusion et est déterminé par étalonnage préalable en atmosphère normalisée.

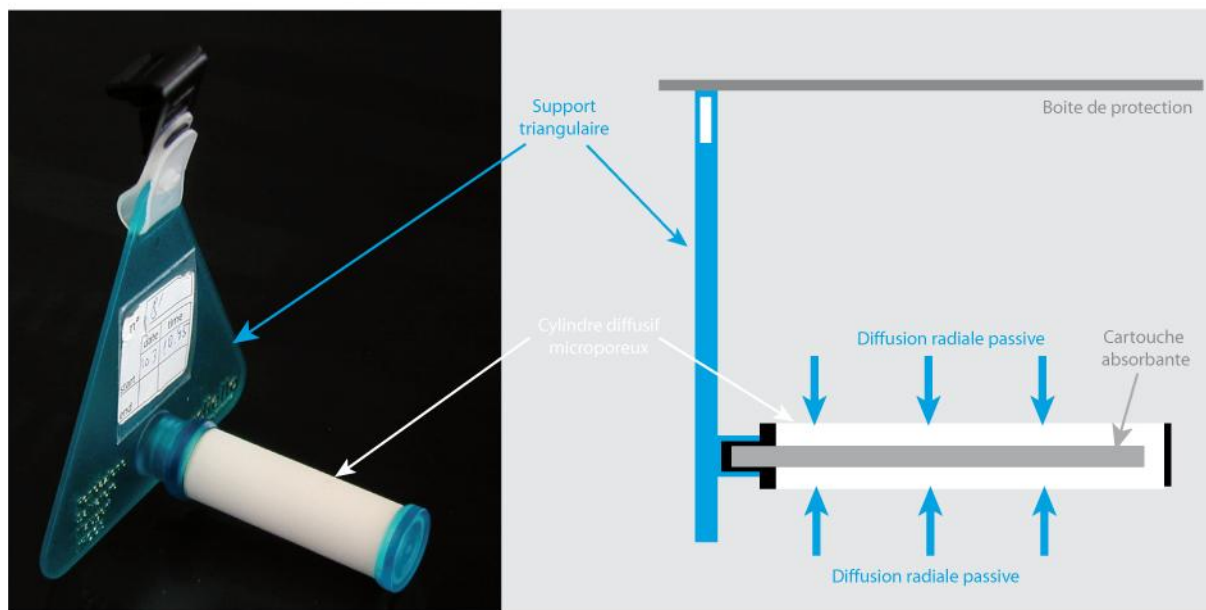


Illustration 10: principe de fonctionnement de l'échantillonneur à diffusion passive



Illustration 11 : échantillonneurs d'air intérieur installés dans la salle B2

Analyse des prélèvements par chromatographie

● Pour les aldéhydes : La cartouche adsorbante est remplie de florisil revêtu de 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH). Les aldéhydes réagissent avec la 2,4-DNPH formant le correspondant 2,4-dinitrophénylhydrazone. Les 2,4-dinitrophénylhydrazones sont extraits par l'acétonitrile puis analysés par chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) et détecteur UV. Les analyses sont réalisées par [ATMO Picardie](#) (Amiens).

● Pour les Cov : La cartouche est remplie avec du charbon graphité. Les Cov sont piégés par adsorption, puis désorbés thermiquement et analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CP/MS). Les analyses sont réalisées par la [fondation Salvatore Maugeri](#) (Italie).

Deux périodes de prélèvement

Les mesures seront réalisées à deux périodes de l'année afin de couvrir des conditions météorologiques contrastées et des activités différentes (chauffage, ouverture des fenêtres...) :

- une période dite "hiver" : du 18 au 22 janvier 2010,
- une période dite "été" : du 26 au 30 avril 2010.

Ces périodes correspondent à des périodes scolaires, où les enfants sont présents.

Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus à des valeurs de référence long-terme (cf. annexe 2), les tubes passifs sont exposés sur site du lundi matin au vendredi après midi soit une durée de 4,5 jours.

	Une semaine en période « hiver » : semaine du 18 janv. 2010		Une semaine en période « été » : semaine du 26 avril 2010	
	Lun.	Ven.	Lun.	Ven.
Cov	Pose tubes	Retrait tubes	Pose tubes	Retrait tubes
Aldéhydes	Pose tubes	Retrait tubes	Pose tubes	Retrait tubes

Tableau 2: planning des prélèvements

Blancs de terrain et répliqués

Des blancs de terrain⁴ ont été réalisés à raison d'1 blanc par famille de molécules. Ils permettent de vérifier que la concentration de polluant mesurée dans le blanc de terrain ne dépasse pas la limite admise.

Des répliqués ont également été réalisés à raison d'1 par famille de molécules. Pour cela, 2 tubes à diffusion ont été placés en parallèle, à quelques centimètres de distance. L'écart entre ces répliqués permet de valider les mesures.

Récapitulatif des moyens de surveillance

Sites de mesure	Matrice étudiée	Polluants mesurés	Calendrier des mesures	
			du 18 au 22 janv. 2010 : période « hiver »	du 26 au 30 avril 2010 : période « été »
Classe B2	x	31 Cov + 9 aldéhydes	x	x
Classe B4	x		x	x
Classe C1	x		x	x
Classe C2	x		x	x

Tableau 3 : récapitulatif du dispositif de mesure

4 Est considéré comme blanc de terrain une cartouche placée sur site durant la période de prélèvement et subissant le même traitement que les échantillons, excepté le fait que l'air ne pénètre pas dans la cartouche.

Résultats de la période hivernale

Ce rapport présente les résultats de la pollution intérieure mesurée dans l'école Pasteur pendant la première phase de l'étude en janvier 2010.

NB : La comparaison des niveaux de pollution intérieure de l'école Pasteur à ceux enregistrés dans d'autres écoles en France sera menée à l'issue de la seconde campagne. De même, la comparaison des niveaux de pollution aux valeurs guides et aux valeurs de gestion en projet sera menée sur la base des résultats complets de l'étude. En effet, les niveaux de pollution pouvant varier selon les saisons, ces comparaisons seront plus solides sur la base des résultats des deux campagnes.

1 - Les composés organiques volatils (Cov)

Résultats du blanc de terrain pendant la période hivernale (salle C1)

●Benzène : La masse de benzène du blanc de terrain s'élève à 0,04 µg (cf. annexe 5). Cela correspond à une concentration de benzène de 0,26 µg/m³. Cette concentration respecte la valeur de 0,4 µg/m³ utilisée comme référence en France lors de la campagne pilote 2009/2010 de surveillance de l'air intérieur dans les écoles et crèches (source : LCSQA⁵).

NB : La masse de benzène mesurée sur les blancs de lot⁶ est inférieure à 0,005 µg (source : laboratoire ATMO Picardie). Elle respecte la recommandation du LCSQA qui préconise une quantité résiduelle de benzène inférieure à 0,015 µg.

●Autres Cov : Les masses des autres Cov sont presque toutes nulles dans le blanc de terrain (cf. annexe 5). Seuls le toluène et le n-hexane présentent des masses non nulles, respectivement de 0,02 et 0,03 ng. Ces très faibles masses, représentant moins de 5% des masses recueillies dans les tubes exposés à l'air, sont acceptables.

NB : par convention, la masse de polluant obtenue dans le blanc de terrain n'est pas soustraite aux masses mesurées sur les tubes exposés.

Résultats des répliqués pendant la période hivernale (salle C2)

Les valeurs des répliqués, mis en œuvre dans la salle C2, sont acceptables (cf. annexe 6). Notons toutefois que le n-heptane et le n-hexane présentent des valeurs de répliqués un peu plus variées que les autres Cov.

NB : par convention, pour la salle C2 c'est la moyenne des concentrations des répliqués qui sera utilisée dans la suite du rapport.

Niveaux en Cov pendant la période hivernale

Sur les 31 Cov recherchés dans l'air des quatre salles, neuf se distinguent par leurs faibles concentrations, les plus souvent inférieures aux limites de détection (< 0,1 µg/m³) :

- | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| ●le 1,4-dichlorobenzène, | ●le diméthyl disulfure, | ●le 2-éthoxyéthyl acétate, |
| ●le 1,1,1-trichloroéthane, | ●le 2-éthoxyéthanol, | ●le 2-méthoxyéthyl acétate, |
| ●le trichloroéthylène, | ●le 2-méthoxyéthanol, | ●l'isopropylacétate. |

A contrario, d'autres Cov apparaissent majoritairement dans une ou plusieurs salles :

- | | | |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| ●le toluène, | ●le n-décane, | ●le limonène, |
| ●l'éthylbenzène, | ●le n-heptane, | ●le n-nonane, |
| ●les m+p-xylènes, | ●le butyl-acétate, | ●le 2-éthyl-1-hexanol. |
| ●l'o-xylène, | ●le 1-méthoxy-2-propanol, | |

Les sources potentielles de ces Cov sont indiquées à l'annexe 1.

5 Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air

6 Est considéré comme blanc de lot une cartouche conservée au laboratoire, n'ayant subi aucun traitement (transport sur site, prélèvement) et qui appartient au même lot de cartouches que les échantillons.

Site de mesure	Période de mesure	benzène	toluène	éthylbenzène	m+p-xylène	o-xylène
salle B2	hiver	1.4	9.6	11.5	45.9	5.9
salle B4		1.4	8.1	5.2	22.5	2.9
salle C1		1.7	8.3	26.5	70.8	8.4
salle C2		1.6	9.9	58.2	148.5	22.0

Site de mesure	Période de mesure	isopropylacétate	styrène	1,1,1-trichloroéthane	trichloroéthylène	n-décane
salle B2	hiver	0.1	0.6	<0,1	0,1	21.6
salle B4		<0,1	0.4	<0,1	<0,1	11.9
salle C1		<0,1	0.9	<0,1	<0,1	1.4
salle C2		<0,1	1.8	<0,1	<0,1	2.3

Site de mesure	Période de mesure	n-undécane	butyl acétate	n-heptane	2-éthoxyéthyl acétate	2-méthoxyéthyl acétate
salle B2	hiver	4.8	24.4	59.0	<0,1	<0,1
salle B4		2.2	0.5	17.0	<0,1	<0,1
salle C1		2.3	0.4	7.6	<0,1	<0,1
salle C2		4.9	0.5	14.3	<0,1	<0,1

Site de mesure	Période de mesure	tétrachloroéthylène	2-butoxyéthanol	n-hexane	1-méthoxy-2-propanol	1,2,4-triméthylbenzène
salle B2	hiver	0,1	6.9	3.5	53.0	4.5
salle B4		0,1	0.4	2.3	9.7	3.2
salle C1		0,1	1,4	4.9	1.6	4.2
salle C2		0,1	0.4	10.6	1,2	2.7

Site de mesure	Période de mesure	cyclohexane ⁷	éthyl-ter-butyl ether	limonène	n-nonane	1,4-dichlorobenzène
salle B2	hiver	-	0.5	102.2	27.4	0.1
salle B4		-	0.3	11.4	10.6	0.1
salle C1		-	0.2	1.6	0.5	<0,1
salle C2		4.1	0.3	1,5	0.5	<0,1

Site de mesure	Période de mesure	2-éthyl-1-hexanol	n-octane	diméthyl disulfure	2-éthoxyéthanol	2-méthoxyéthanol	alpha-pinène
salle B2	hiver	37.5	13.5	<0,1	0.5	<0,1	5,5
salle B4		1.8	4.8	<0,1	<0,1	<0,1	0.8
salle C1		48.6	3.9	<0,1	<0,1	<0,1	1.4
salle C2		1.5	1.5	<0,1	<0,1	3.3	1.0

Tableau 4 : concentrations de Cov sur les quatre sites de mesure pendant la période hivernale (résultats exprimés en µg/m³)

7 Une interférence chromatographique a empêché la quantification du cyclohexane dans trois des quatre échantillons.

Comparaison des niveaux de Cov dans les quatre salles pendant l'hiver

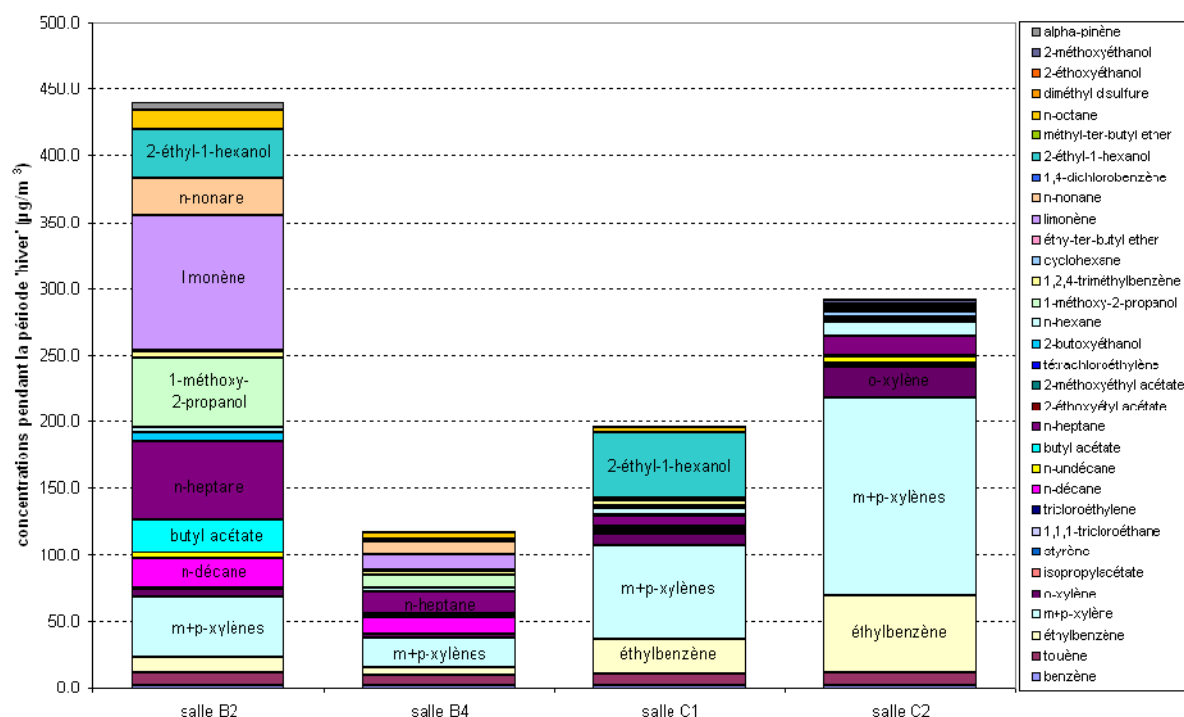


Illustration 12 : totaux des concentrations de Cov pendant la période hivernale

● Salle B2 : Parmi les 4 salles étudiées, la salle B2 présente davantage de Cov dans l'air que les autres. Sa concentration en Cov totaux atteint $440 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'écart est très net (facteur de 3,7) avec la salle B4, bien que les deux salles soient mitoyennes et de configuration semblable (nombre de fenêtres, superficie). On peut voir dans cette forte différence des niveaux de pollution atmosphérique, l'impact de la rénovation de la salle B2.

En effet, cette rénovation a probablement eu comme double conséquence de rendre la salle plus hermétique à l'air (nouvelles fenêtres PVC) et d'y introduire des matériaux susceptibles de contenir des composés s'évaporant à température ambiante :

- solvants utilisés pour éliminer les colles amiantées des anciennes dalles de sol,
- produit de réagréage du sol,
- colle utilisée lors de la pose du nouveau revêtement de sol,
- dalles de sol souples en PVC et linoléum...

Neuf Cov apparaissent en plus grande quantité dans la salle B2 : n-décane, butyl acétate, n-heptane, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol, limonène, n-nonane, n-octane, alpha-pinène. Le limonène constitue, avec une concentration de $102,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le Cov principal. Il s'agit d'une molécule à l'odeur d'agrumes, qui pourrait provenir des solvants *Biosolv Exam* et *Fibr'Stop* utilisés pour décoller l'ancien revêtement de sol. En effet, d'après la documentation technique et les informations recueillies auprès du représentant de la mairie, *Biosolv Exam* contient des extraits végétaux et présente une odeur d'orange et *Fibr'Stop* est à base d'agrumes.

Le butyl acétate apparaît lui aussi en plus forte concentration ($24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dans cette salle que dans les autres. Il s'agit aussi d'une molécule d'odeur fruitée mais à cette concentration, son odeur n'est normalement pas détectable.

● Salle B4 : La salle B4 présente les concentrations de Cov les plus faibles des 4 salles. Une explication peut être avancée : c'est la seule salle où, d'après les déclarations des occupants, il n'y a pas eu d'activités de collage ou utilisant des marqueurs.

Remarque : L'existence d'activités différentes dans les salles peut limiter l'exploitation des données. Une réflexion pourrait être menée avant la prochaine campagne de mesures, afin de décider s'il faut veiller à limiter les activités spécifiques (bricolage...) pendant les prélèvements d'air, voire programmer les mesures en l'absence de toute activité humaine.

●Salles C1 et C2 : Dans le bâtiment C, les deux salles présentent aussi un écart, quoique plus limité, des concentrations totales des Cov. La salle C2 présente ainsi un total de Cov 50% plus élevé que la salle C1. Comme la situation est inversée pour les aldéhydes (cf. pages 17-18 : c'est la salle C1 qui présente davantage de pollution atmosphérique.), il faut attendre les résultats de la campagne de mesures d'avril pour émettre des hypothèses explicatives sur cet écart.

Comme le montrent les graphiques suivants, la répartition des concentrations de Cov est différente selon les bâtiments :

●Dans le bâtiment C, deux Cov prédominent pendant la campagne hivernale : les m+p-xylènes et l'éthylbenzène. La salle C1 présente en plus un 3^e Cov dominant : le 2-éthyl-1-hexanol. Ce polluant provient généralement de la dégradation d'un plastifiant, le bis(2-éthylhexyl) phthalate (DEHP) utilisé dans les matériaux de construction (colle) et dans les tapis présentant une sous-couche en vinyle.

●Dans le bâtiment B, les concentrations des Cov sont beaucoup plus équilibrées.

Là encore, la seconde campagne de mesures permettra de confirmer ou non ces observations.

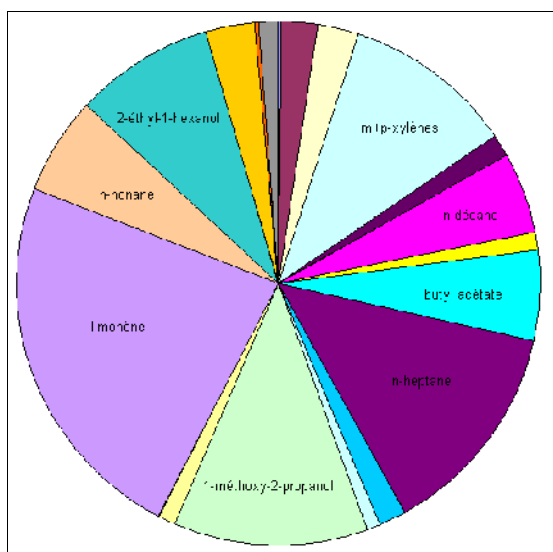


Illustration 13 : répartition des concentrations de Cov mesurées dans la salle B2

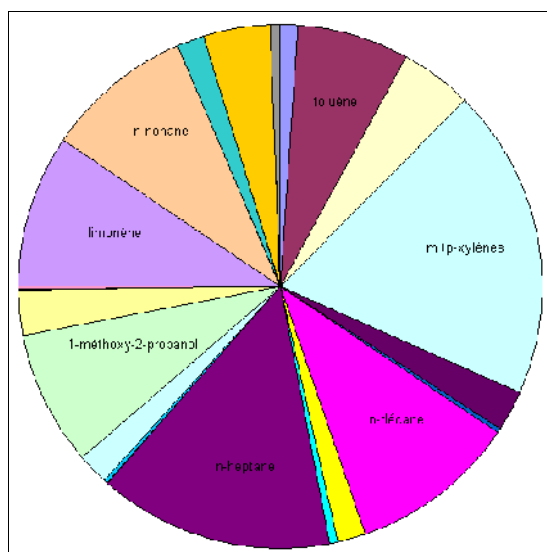


Illustration 14 : répartition des concentrations de Cov mesurées dans la salle B4

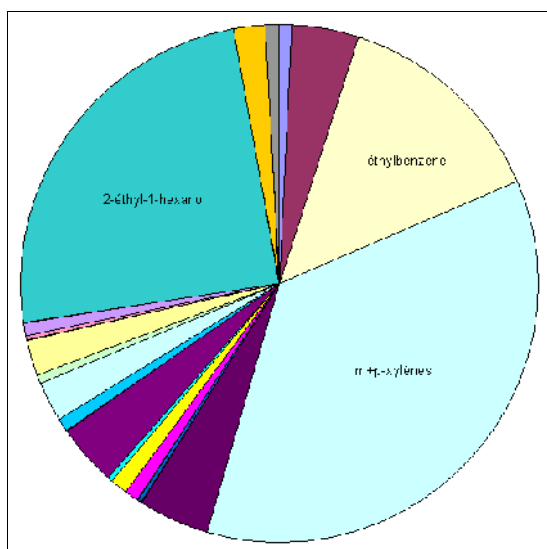


Illustration 15 : répartition des concentrations de Cov mesurées dans la salle C1

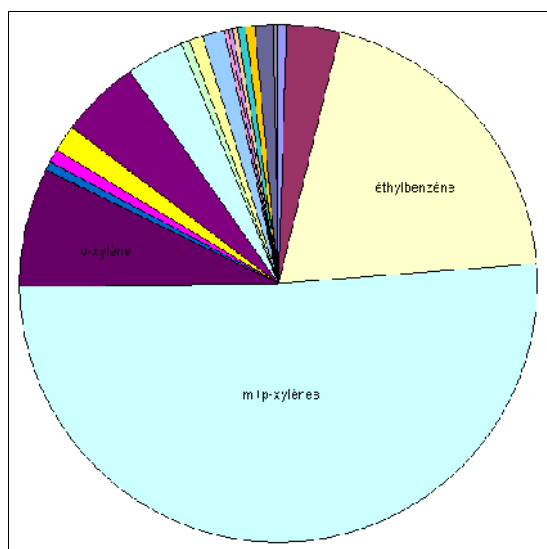


Illustration 16 : répartition des concentrations de Cov mesurées dans la salle C2

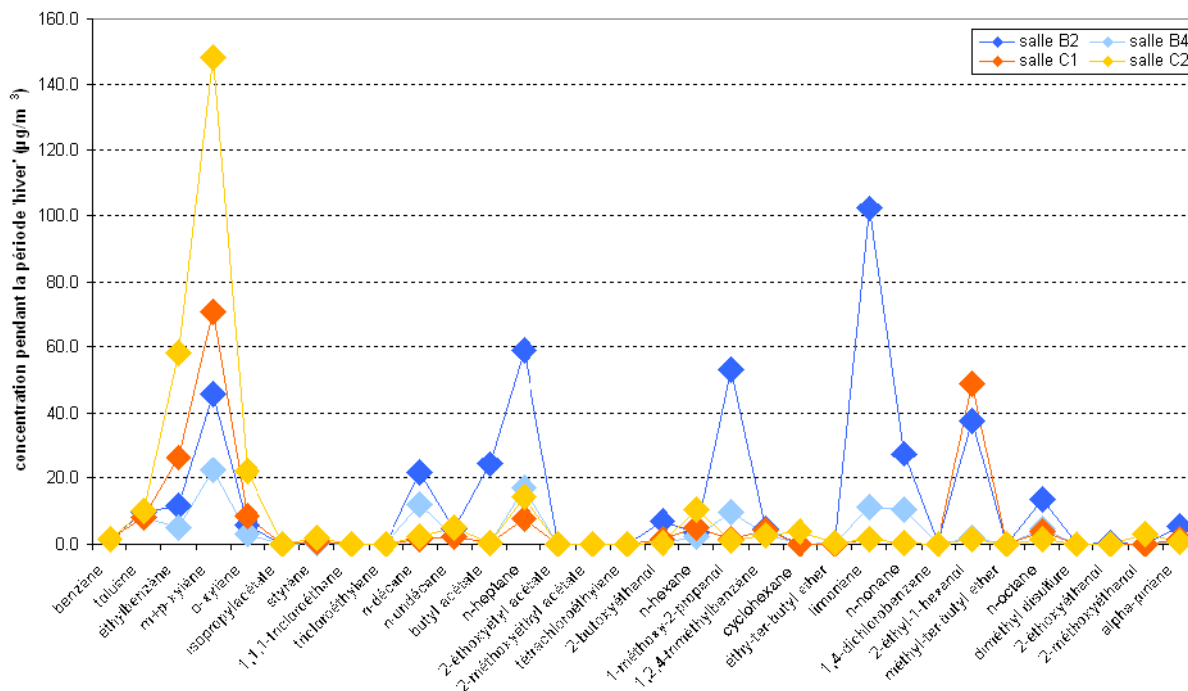


Illustration 17 : concentrations de Cov sur les quatre sites de mesure pendant la période hivernale

2 - Les aldéhydes

Résultats du blanc de terrain pendant la période hivernale (salle C1)

● **Formaldéhyde** : La masse de formaldéhyde du blanc de terrain s'élève à 0,300 µg (cf. annexe 5). Cela correspond à une concentration de benzène de 0,54 µg/m³. Cette concentration respecte la valeur de 2 µg/m³ utilisée comme référence en France lors de la campagne pilote 2009/2010 de surveillance de l'air intérieur dans les écoles et crèches (source : LCSQA).

NB : La masse de formaldéhyde mesurée sur les blancs de lot⁸ est d'environ 0,100 µg (source : fondation Salvatore Maugeri). Elle respecte la recommandation du LCSQA qui préconise une quantité résiduelle de formaldéhyde inférieure à 0,500 µg.

● **Autres aldéhydes** : Les masses des autres aldéhydes sont presque toutes nulles dans le blanc de terrain (cf. annexe 5). Seul l'acétaldéhyde présente une masse non nulle, de 0,700 µg. En l'absence de recommandation au plan national, cette masse, représentant près de 25% des masses recueillies dans les tubes exposés à l'air, est considérée comme acceptable.

NB : par convention, la masse de polluant obtenue dans le blanc de terrain n'est pas soustraite aux masses mesurées sur les tubes exposés.

Résultats des répliqués pendant la période hivernale (salle C1)

Les valeurs des répliqués, mis en œuvre dans la salle C1, sont acceptables (cf. annexe 6).

NB : par convention, pour la salle C1 c'est la moyenne des concentrations des répliqués qui sera utilisée dans la suite du rapport.

8 Est considéré comme blanc de lot une cartouche conservée au laboratoire, n'ayant subi aucun traitement (transport sur site, prélèvement) et qui appartient au même lot de cartouches que les échantillons.

Niveaux en aldéhydes pendant la période hivernale

Sur les neuf aldéhydes recherchés dans l'air des quatre salles, trois présentent des concentrations inférieures aux limites de détection pendant la période hivernale : l'acroléine, le butanal et l'isopentanal.

À l'inverse, trois aldéhydes sont majoritaires dans les quatre salles : l'hexanal, le formaldéhyde et l'acétaldéhyde.

Les sources potentielles de ces aldéhydes sont indiquées à l'annexe 1.

Site de mesure	Période de mesure	formaldéhyde	acétaldéhyde	acroléine	propanal	butanal	hexanal	isopentanal	pentanal	propanal
salle B2	hiver	16.8	7.7	<0,3	0.4	<0,9	10,7	<0,2	3.2	1.3
salle B4		16.7	6.2	<0,3	0.4	<0,9	3.9	<0,2	2.6	0.9
salle C1		17.2	5.9	<0,3	0.6	<0,9	5.9	<0,2	1.3	0.9
salle C2		13.7	5.4	<0,3	0.8	<0,9	2.9	<0,2	1.6	0.4

Tableau 5 : concentrations d'aldéhydes sur les quatre sites de mesure pendant la période hivernale (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Comparaison des niveaux d'aldéhydes dans les quatre salles pendant l'hiver

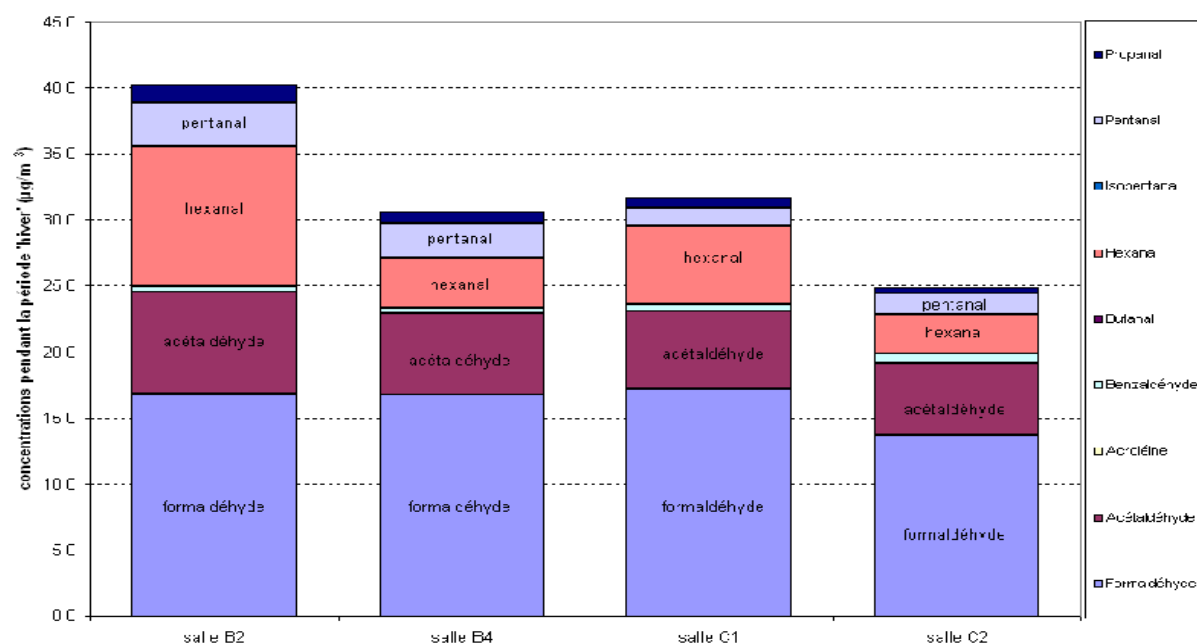


Illustration 18 : totaux des concentrations d'aldéhydes pendant la période hivernale

● Salles B2 et B4 : Parmi les 4 salles étudiées, la salle B2 présente davantage d'aldéhydes dans l'air que les autres. Cet écart est dû surtout à une plus grande quantité d'hexanal. D'après la bibliographie, cette molécule est principalement issue des matériaux en bois, des produits de traitement du bois, des peintures et des imprimés neufs. La visite préalable aux mesures n'a toutefois pas mis en évidence davantage de matériaux émetteurs d'hexanal dans la salle B2.

L'écart sur le total des concentrations d'aldéhydes est de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre les salles B2 et B4, bien que les deux salles présentent les mêmes caractéristiques (nombre d'ouvrants sur l'extérieur, surface au

sol). Comme pour les Cov, on peut relier cette différence des niveaux de pollution atmosphérique, à la rénovation de la salle B2. En effet, la rénovation des fenêtres a probablement eu comme double conséquence de rendre la salle plus hermétique à l'air.

● Salles C1 et C2 : Dans le bâtiment C, à l'inverse de ce qui est observé pour les Cov (cf. page 13), les concentrations totales d'aldéhydes sont plus élevées dans la salle C1. Même si cela n'a pas été détecté lors de la visite, la salle C1 pourrait présenter davantage de sources d'émissions de Cov. Les résultats de la seconde campagne de mesures devraient permettre de confirmer ou non cette hypothèse.

Comme le montre le graphique suivant, la répartition des concentrations d'aldéhydes est homogène dans les deux bâtiments. Quatre aldéhydes prédominent systématiquement : le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'hexanal et le pentanal. Les résultats complémentaires attendus avec la campagne de mesures d'avril devraient permettre d'associer des explications à ces observations.

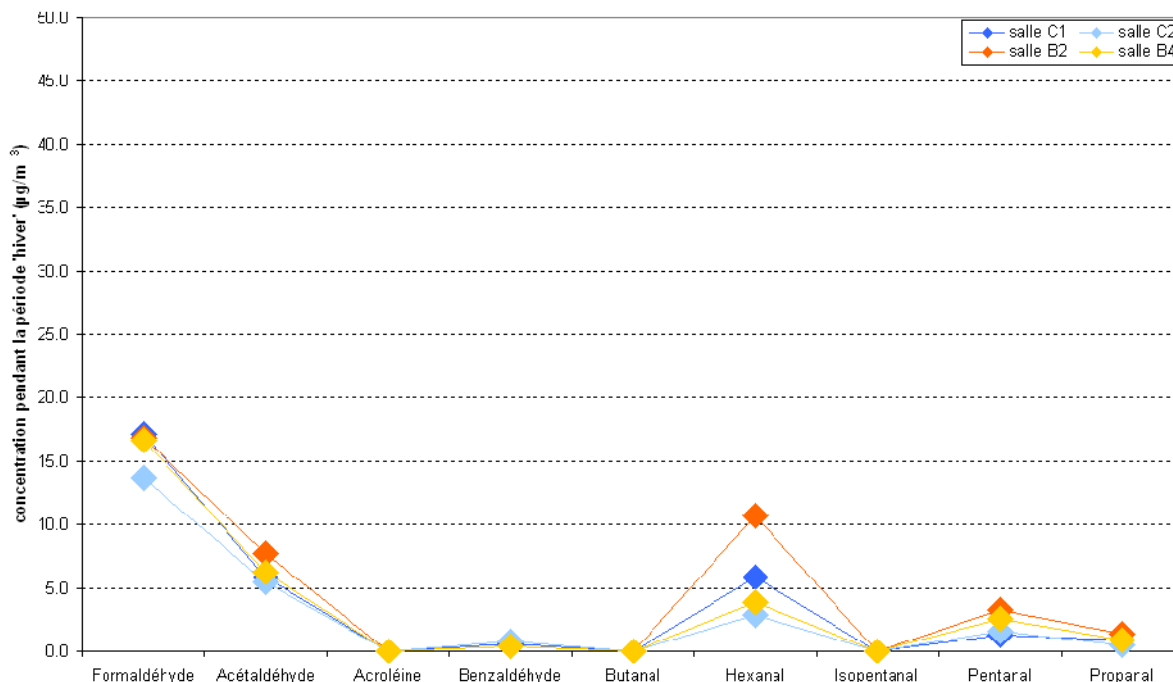


Illustration 19 : concentrations d'aldéhydes sur les quatre sites de mesure pendant la période hivernale

Conclusion

Cette première phase de l'étude montre que la salle B2 présente davantage de polluants dans l'air que les trois autres salles étudiées. Cette constatation concerne surtout les 9 composés organiques volatils (Cov) et l'aldéhyde suivants :

- 9 Cov : n-décane, butyl acétate, n-heptane, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol, limonène, n-nonane, n-octane, alpha-pinène,
- 1 aldéhyde : hexanal.

Le limonène apparaît, avec une concentration de 102,2 µg/m³, comme le Cov principal. Il s'agit d'une molécule à l'odeur d'agrumes, qui pourrait provenir des solvants utilisés pour décoller l'ancien revêtement de sol.

Cette plus forte concentration de polluants dans la salle B2 peut être reliée aux récents travaux de rénovation intervenus dans cette salle, qui ont probablement eu comme double conséquence de :

- rendre la salle plus hermétique à l'air (nouvelles fenêtres PVC) ;
- d'y introduire des matériaux susceptibles de contenir des composés s'évaporant à température ambiante.

À l'inverse, la salle B4 présente les concentrations de Cov les plus faibles des 4 salles. Une explication peut être avancée : c'est la seule salle où, d'après les déclarations des occupants, il n'y a eu aucune d'activité de collage ou utilisation de marqueurs. Pour la prochaine campagne de mesures, il pourrait être intéressant de limiter les activités spécifiques (bricolage...) pendant les prélèvements d'air, voire de programmer les mesures en l'absence de toute activité humaine. Cela permettrait de s'affranchir de l'impact de ces activités sur la qualité de l'air.

Dans le bâtiment C, les concentrations d'aldéhydes sont plus élevées dans la salle C1 tandis que c'est la salle C2 qui présente davantage de Cov.

La seconde campagne de mesures, prévue en avril 2010, permettra de confirmer ou non ces observations et de les relier à des hypothèses explicatives. Ses résultats permettront aussi de comparer les niveaux de pollution intérieure de l'école Pasteur :

- à ceux enregistrés dans d'autres écoles de l'agglomération niortaise et de France,
- aux valeurs guides et de gestion en projet.

En effet, les niveaux de pollution pouvant varier selon les saisons, ces comparaisons seront plus solides sur la base des résultats complets de l'étude.

Annexe 1 : Généralités sur les Cov et les aldéhydes

Les composés organiques volatils (Cov) sont des molécules qui contiennent des atomes H et C et qui peuvent contenir aussi d'autres éléments tels que O, N, Cl, F, P, S... et des métaux et/ou des métalloïdes. Les CovNM (non méthaniques) comprennent 210 espèces et 23 grandes familles. Les familles de Cov qui participent le plus fortement aux émissions atmosphériques nationales totales sont les alcanes, les alcènes et les aromatiques. Ils présentent la particularité de s'évaporer rapidement à température ambiante et se trouver ainsi dans l'air que nous respirons. Les Cov sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur, compte tenu de la multiplicité des sources en milieu clos.

Nom du Cov	Odeur : qualité, seuil de détection	Sources à l'intérieur des bâtiments*	Sources à l'extérieur des bâtiments
benzène	Aromatique - Perceptible à des concentrations de l'ordre d'une dizaine de mg/m ³	Fumée de cigarette, carburants automobiles (essence sans plomb, gazole), produits de bricolage, meubles, produits de construction et de décoration	En air extérieur, les transports sont une source importante de Cov (benzène, toluène, xylènes, éthylbenzène, styrène) ainsi que les sites industriels, en particulier les sites utilisateurs de solvants.
toluène	Aromatique - Détectable dès 595 µg/m ³	Peintures, vernis, colles, cires, encres d'imprimerie, carburants automobiles, moquettes, tapis	
xylènes (ortho, méta et para)	Agréable, caractéristique – o-xylène détectable dès 377 µg/m ³ – m-xylène détectable dès 143 µg/m ³ – p-xylène détectable dès 217 µg/m ³	Peintures, vernis, colles, encres d'imprimerie, insecticides, carburants automobiles	
éthylbenzène	Aromatique, caractéristique – Seuil de détection variable, selon les sources, de 1 à 2,3 ppm	Peintures, revêtements, carburants automobiles (essence sans plomb), cires	
styrène	Détectable dès 0,15 ppm - Douce et plaisante à très faible concentration - Devient désagréable vers 100 ppm	Matières plastiques et caoutchoucs (polystyrène...), matériaux isolants, automobiles, fumée de cigarette	
1,4-dichlorobenzène	Caractéristique, pénétrante - Détectable à une concentration de l'ordre de 15 à 30 ppm	Antimites, désodorisants, taupicides	
1,1,1-trichloroéthane	Éthérée - Légèrement perceptible à 100 ppm	production et importation interdite dans l'Union européenne depuis 1996	
tétrachloroéthylène	Caractéristique rappelant celle du trichlorométhane	Nettoyage à sec des vêtements, diluant pour peintures et vernis, moquettes, tapis, cires	
trichloroéthylène	Douce, rappelant celle du chloroforme - Détectable dès 50 à 100 ppm	Peintures, vernis, colles, dégraissant des métaux (robinetterie...)	
n-décane	Détectable dès 440 µg/m ³	White-spirit, colles, cires, vernis à bois, nettoyant sol, moquettes, tapis	
n-undécane		White-spirit, colles pour sol, cire de vernis à bois, revêtement de sol	
heptane	Faible, caractéristique – Détectable, selon les sources, dès 40,8 mg/m ³ à 150 ppm	Colles, encres, caoutchoucs, matières plastiques	

n-hexane	Odeur d'hydrocarbures, semblable à celle des carburants – Détectable dès 78,6 mg/m ³	Colles, peintures, encres d'imprimerie
cyclohexane	Âcre	Colles, peintures, vernis, encres d'imprimerie
2-butoxyéthanol	Légèrement étherée - Perceptible dès 0,1 ppm	Peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, agents de nettoyage (lave-vitres, nettoyeurs moquette, détachants textiles...), fongicides, traitement des bois, calfatage siliconé
2-éthoxyéthanol	Agréable, légèrement étherée à faible concentration	Peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie
2-méthoxyéthanol	Agréable	Peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, produits de dégraissage et nettoyage
1-méthoxy-2-propanol	Légèrement étherée - Perceptible dès 10 ppm	Peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, produits d'entretien, colles, savons, cosmétiques
2-éthyl-1-hexanol		Plastifiant utilisé (bis(2-éthylhexyl) phthalate = DEHP) dans les matériaux de construction (colle) et dans les tapis présentant une sous-couche en vinyle
butyl acétate	Fruitée - Détectable dès la concentration de 0,04 ppm	Matières plastiques, encres, peintures, laques, vernis, parfums
2-éthoxyéthyl acétate	Agréable, légèrement étherée à faible concentration	Laques, vernis
2-méthoxyéthyl acétate	Agréable	Laques, encres d'imprimerie
isopropyl acétate	Agréable, fruitée - Détectable dès 0,5 ppm	Peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, parfums, arômes
limonène	Citronnée relativement agréable	Désodorisants, parfums d'intérieur, cires, nettoyant sol
α-pinène	Agrume	Désodorisants, parfums d'intérieur, produits d'entretien

Sources et odeurs associées aux Cov objet de cette étude
 (* hors milieu professionnel à pollution spécifique)

Effets sanitaires des Cov

Les Cov provoquent des irritations de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire. D'autres pathologies concernent les systèmes nerveux, cardiaque, hépatique, sanguin et reproducteur.

Quelques composés comme le benzène ou le chlorure de vinyle sont associés à des cancers (leucémie, anémie haptique, angiosarcome).

Nom de l'aldéhyde	Odeur : qualité, seuil de détection	Sources à l'intérieur des bâtiments*	Sources à l'extérieur des bâtiments
formaldéhyde	Piquante, âcre et suffocante à température ordinaire DéTECTABLE dès 1,09 mg/m ³	Panneaux de contre plaqués, d'agglomérés, de stratifiés, bois brut, magazines et livres neufs, matériaux d'isolation, textiles, colles, peintures, fumée de cigarette, photocopieuses, produits d'entretien, cosmétiques	Les sources anthropiques majeures de formaldéhyde dans les environnements extérieurs sont liées au trafic routier. Tous les moteurs à combustion interne peuvent produire du formaldéhyde (combustion incomplète), en fonction du type de moteur, de la composition du carburant, du dispositif anti-pollution, de la température ou encore de l'âge du véhicule. Les autres sources en air extérieur sont issues des processus de combustion (centrales thermiques, incinérateurs, écobuage...). A l'instar de ce que l'on peut observer dans l'air intérieur, le formaldéhyde peut aussi être issu de la réactivité chimique des composés organiques insaturés avec l'ozone.
acétaldéhyde	Fruitée (pomme), agréable - Devient piquante et suffocante à forte concentration - DéTECTABLE, selon les sources, à des teneurs de l'ordre de 0,05 ppm à 342 µg/m ³	Fumée de cigarette, parfums, matières plastiques, colorants	
acroléine	Désagréable, âcre et pénétrante, détectée par certaines personnes à des concentrations faibles (seuil de perception pour les plus sensibles : 700 µg/m ³ – 406 à 480 µg/m ³ pour la majorité des sujets)	Combustion et chauffage des graisses végétales ou animales (fritures), fumée de cigarette, gaz d'échappement des moteurs automobiles	
benzaldéhyde	Amande amère – seuil olfactif : 0,05 ppm	Peintures, parquets traités, parfums, huiles, résines	
butanal	DéTECTABLE dès 26,8 µg/m ³	Photocopieurs, imprimantes à tambour	
hexanal	DéTECTABLE dès 57,7 µg/m ³	Panneaux de particules, livres et magazines neufs, peintures, produits de traitement du bois, panneaux de bois brut	
isopentanal		Parquet traité, panneaux de particules	
pentanal	DéTECTABLE dès 2,16 µg/m ³	Livres et magazines neufs, panneaux de particules, peintures	
propanal	DéTECTABLE dès 65,2 µg/m ³	Fumée de tabac	

Sources et odeurs associées aux aldéhydes objet de cette étude
(* hors milieu professionnel à pollution spécifique)

Effets sanitaires des aldéhydes

Le formaldéhyde est considéré par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) et l'EPA (US Environmental Protection Agency) comme cancérogène probable chez l'homme.

Certaines études épidémiologiques sur les effets de l'exposition prolongée au formaldéhyde ont également mis en avant des effets allergiques et un impact sur l'appareil respiratoire. Les effets du formaldéhyde sont très différents selon les individus, certaines personnes fragiles pouvant présenter des symptômes quand le taux est en dessous de la valeur recommandée. Il provoque, même à faible concentration, des irritations et des inflammations des yeux (démangeaisons, larmolement), des voies respiratoires (nez, gorge, poumons) et de la peau (rougeurs, démangeaisons, eczéma). Il peut également avoir des conséquences neurologiques, se traduisant par une fatigue accrue, des angoisses, des migraines, des nausées, de la somnolence ou des vertiges.

L'exposition au formaldéhyde peut aboutir à une sensibilisation et au développement d'une allergie. En contact avec la peau, par le biais de cosmétiques ou de textiles, il peut provoquer une allergie de contact. Certaines études épidémiologiques ont montré une relation avec le cancer chez des personnes exposées en milieu professionnel à de fortes doses.

- Effets sanitaires aigus : Respiratoires
- Effets sanitaires chroniques : Cancer naso-pharyngé
- cancers : 2A/B1

Annexe 2 : Valeurs guides et de gestion pour les contaminants chimiques en air intérieur

Définitions

- **Valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI)** : concentration dans l'air d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sanitaire ou (dans le cas de composés odorants) aucune nuisance ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu pour la population générale. Les VGAI visent ainsi à préserver la population de tout effet néfaste lié à l'exposition à cette substance. Le respect des VGAI ne garantit néanmoins pas l'absence absolue d'effet à des concentrations inférieures aux valeurs proposées, notamment chez des personnes pouvant être considérées comme particulièrement sensibles. Les VGAI étant élaborées pour des substances évaluées individuellement, il ne peut être exclu que des effets puissent également survenir à des niveaux inférieurs aux VGAI du fait d'expositions simultanées à plusieurs polluants ou d'une exposition au même polluant par de multiples voies (cutanée et/ou orale). Pour autant, un effet sanitaire n'est pas nécessairement attendu pour l'ensemble des individus en cas de dépassement des VGAI
- **Valeur de gestion** : valeur repère d'aide à la gestion des polluants dans l'air des espaces clos.

Valeurs guides de qualité d'air intérieur

benzène		Avis de l'Afsset - 2008
long terme	Pour les effets hématologiques non cancérogènes : 10 µg/m ³ pour une durée d'exposition supérieure à un an. Pour les effets hématologiques cancérogènes : - 2 µg/m ³ pour une durée d'exposition « vie entière », correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁵ . - 0,2 µg/m ³ pour une durée d'exposition « vie entière », correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁶ .	
intermédiaire	20 µg/m ³ pour une exposition de plus de 2 semaines à 1 an pour les effets hématologiques non cancérogènes prenant en compte des effets cumulatifs du benzène.	
court terme	30 µg/m ³ pour une exposition d'1 journée à 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes prenant en compte des effets cumulatifs du benzène.	
formaldéhyde		Avis de l'Afsset - 2007
long terme	10 µg/m ³ pour une exposition supérieure à 1 an	
court terme	50 µg/m ³ pour une exposition de 2 h	
monoxyde de carbone		Avis de l'Afsset - 2007
court terme	10 mg/m ³ pour une exposition de 8 h	
	30 mg/m ³ pour une exposition d'1 h	
	60 mg/m ³ pour une exposition de 30 min	
	100 mg/m ³ pour une exposition de 15 min	
naphtalène		Avis de l'Afsset – 2009
long terme	10 µg/m ³ pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an.	
trichoréthylène		Avis de l'Afsset – 2009
intermédiaire	800 µg/m ³ pour les effets non cancérogènes pour une durée d'exposition de plus de deux semaines à moins d'1 an.	
long terme	- 20 µg/m ³ pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition « vie entière », correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁵ . - 2 µg/m ³ pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition « vie entière », correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁶ .	

Propositions de valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur

monoxyde de carbone	Avis de l'Afsset - 2008
Niveau d'intervention : conduisant à la nécessité de procéder à un diagnostic permettant d'identifier l'origine de la pollution	10 mg/m ³ mesuré sur un pas de temps supérieur à 1 min

monoxyde d'azote	Avis de l'Afsset - 2007
Dans les parcs de stationnement couverts	400, 600 et 800 µg/m ³ mesurés sur un pas de temps de 30 min

formaldéhyde	Proposition du HCSP - 2009
long terme	<p><u>Valeur cible : 10 µg/m³ à atteindre en 10 ans</u></p> <p>Toute teneur inférieure ou égale témoigne d'une très bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant et n'implique aucune action si ce n'est de veiller à ce que cette situation ne se dégrade pas. Un bâtiment caractérisé par de tels niveaux peut être qualifié de catégorie A+ sur une échelle de A à C.</p> <p><u>Valeur repère de qualité de l'air : 30 µg/m³ en dessous de laquelle, en 2009, aucune action corrective spécifique n'est préconisée.</u></p> <p>Il conviendra de profiter des travaux de rénovation ou de changement d'ameublement pour choisir les matériaux les moins émissifs et ainsi favoriser l'évolution progressive vers l'objectif de 10 µg/m³. Ceci implique, pour les industriels, un effort sur la conception de produits et matériaux sans formaldéhyde et un étiquetage informatif. Un bâtiment caractérisé par de tels niveaux peut être qualifié de catégorie A.</p> <p><u>Valeur d'information et de recommandations : 50 µg/m³</u></p> <p>C'est, en 2009, la valeur maximale admissible pour une exposition de longue durée. Au-delà, il est nécessaire, dans un délai de quelques mois, d'identifier la ou les source(s) principale(s) dans le logement ou l'établissement concerné et de la (les) réduire en engageant les actions appropriées. Un espace « provisoirement tolérable » est proposé entre 30 et 50 µg/m³ du fait que les effets sanitaires à ces concentrations ont un caractère peu sévère.</p> <p>Un bâtiment caractérisé par de tels niveaux peut être qualifié de catégorie B. Les émissions proviennent souvent de multiples sources diffuses ; il peut être plus pertinent d'agir dans un premier temps sur la ventilation du local et/ou sur les comportements des occupants, pour ramener les niveaux en dessous de 30 µg/m³.</p> <p>Un bâtiment caractérisé par des niveaux supérieurs à 50 µg/m³ peut être qualifié de catégorie C.</p> <p>Les deux valeurs (30 et 50 µg/m³) sont ainsi proposées au « point 0 », c'est-à-dire fin 2009. D'ici dix ans (fin 2019), la valeur cible de 10 µg/m³ devra être atteinte dans l'ensemble du parc de bâtiments et d'ici là les deux valeurs auront connu une décroissance selon une pente linéaire, par marches annuelles respectives de 2 et 4 µg/m³.</p> <p><u>Valeur d'action rapide : 100 µg/m³</u></p> <p>Au cours du mois suivant leur mesure et confirmation, la ou les sources en cause doivent être identifiées et neutralisées dans le but de ramener les teneurs ambiantes en dessous de la valeur repère, soit 30 µg/m³ en 2009.</p> <p>Dans le cas des bâtiments neufs livrés à partir de 2012, ceux-ci devront présenter des teneurs moyennes inférieures à 10 µg/m³ avant livraison aux occupants. Il en est de même pour ceux faisant l'objet d'opérations de rénovation de grande ampleur.</p>

Annexe 3 : Recommandations en matière de qualité de l'air pour les Cov et les aldéhydes (OMS)

Composés organiques volatils (Cov)	Recommandations OMS
benzène	17 µg/m ³ (Risque unitaire de 10 ⁻⁴) 1,7 µg/m ³ (Risque unitaire de 10 ⁻⁵) 0,17 µg/m ³ (Risque unitaire de 10 ⁻⁶)
toluène	260 µg/m ³ sur une semaine (valeur guide) 1 000 µg/m ³ sur 30 minutes (valeur guide)
éthyl-benzène	22 000 µg/m ³ sur une année (valeur guide)
xylènes	4 800 µg/m ³ sur 24 heures (valeur guide) 870 µg/m ³ sur une année (valeur guide)
styrène	260 µg/m ³ sur une semaine (valeur guide) 70 µg/m ³ sur 30 minutes (valeur guide)
tétrachloroéthylène	250 µg/m ³ sur une année (valeur guide) 8 000 µg/m ³ sur 30 minutes (valeur guide)
trichloroéthylène	230 µg/m ³ (Risque unitaire de 10 ⁻⁴) 23 µg/m ³ (Risque unitaire de 10 ⁻⁵) 2,3 µg/m ³ (Risque unitaire de 10 ⁻⁶)

Aldéhydes	Recommandations OMS
formaldéhyde	100 µg/m ³ sur 30 minutes
acétaldéhyde	2 000 µg/m ³ sur 24 heures (concentration tolérable) 50 µg/m ³ sur une année (concentration tolérable)
acroléine	50 µg/m ³ sur 30 minutes (valeur guide)

Annexe 4 : Valeurs limites d'exposition professionnelle pour les Cov et les aldéhydes (INRS)

L'INRS a établi des valeurs limites indicatives de moyenne d'exposition pondérée (8h/jour ; 40h/semaine) dans l'air des locaux de travail pour plusieurs Cov et aldéhydes.

Composés organiques volatils (Cov)	Valeurs moyennes d'exposition (VME)
benzène	3,25 mg/m ³ - 8h
toluène	192 mg/m ³ - 8h
éthylbenzène	442 mg/m ³ - 8h
xylènes (ortho, méta et para)	435 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
styrène	215 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
1,4-dichlorobenzène	4,5 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
1,1,1-trichloroéthane	555 mg/m ³ - 8h
tétrachloroéthylène	335 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
trichloroéthylène	405 mg/m ³ - 8h
heptane	1 668 mg/m ³ - 8h
n-hexane	72 mg/m ³ - 8h
cyclohexane	1 050 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
2-butoxyéthanol	9,8 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
2-éthoxyéthanol	19 mg/m ³
2-méthoxyéthanol	16 mg/m ³
1-méthoxy-2-propanol	375 mg/m ³ - 8h
butyl acétate	710 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
2-éthoxyéthyl acétate	27 mg/m ³
2-méthoxyéthyl acétate	24 mg/m ³
isopropyl acétate	1 140 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine

Aldéhydes	Valeurs moyennes d'exposition (VME)
formaldéhyde	0,62 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine
acétaldéhyde	180 mg/m ³ - 8h/jour - 40h/semaine

Annexe 5 : Résultats des blancs de terrain pendant la période hivernale

Masses des composés organiques volatils (Cov) dans les blancs de terrain (exprimées en µg)

Site de mesure	Période de mesure	benzène	toluène	éthylbenzène	m+p-xylène	o-xylène
salle C1	hiver	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00

Site de mesure	Période de mesure	isopropylacétate	styrène	1,1,1-trichloroéthane	trichloroéthylène	n-décane
salle C1	hiver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Site de mesure	Période de mesure	n-undécane	butyl acétate	n-heptane	2-éthoxyéthyl acétate	2-méthoxyéthyl acétate
salle C1	hiver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Site de mesure	Période de mesure	tétrachloroéthylène	2-butoxyéthanol	n-hexane	1-méthoxy-2-propanol	1,2,4-triméthylbenzène
salle C1	hiver	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00

Site de mesure	Période de mesure	cyclohexane	éthyl-ter-butyl ether	limonène	n-nonane	1,4-dichlorobenzène
salle C1	hiver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Site de mesure	Période de mesure	2-éthyl-1-hexanol	n-octane	diméthyl disulfure	2-éthoxyéthanol	2-méthoxyéthanol	alpha-pinène
salle C1	hiver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Masses des aldéhydes dans les blancs de terrain (exprimées en µg)

Site de mesure	Période de mesure	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzaldéhyde	Butanal
salle C1	hiver	0.300	0.700	<0,3	<0,1	<0,9

Site de mesure	Période de mesure	Hexanal	Isopentanal	Pentanal	Propanal
salle C1	hiver	<0,6	<0,2	<0,4	<0,3

Annexe 6 : Résultats des répliquats pendant la période hivernale

Concentrations des composés organiques volatils (Cov) dans les répliquats (exprimées en µg/m³)

Site de mesure	N° du répliquat	benzène	toluène	éthylbenzène	m+p-xylène	o-xylène
salle C2	R1	1,49	9,82	57,97	148,29	21,84
	R2	1,68	9,94	58,52	148,62	22,13

Site de mesure	N° du répliquat	isopropylacétate	styrène	1,1,1-trichloroéthane	trichloroéthylène	n-décane
salle C2	R1	0,07	1,87	<0,1	<0,1	2,27
	R2	<0,1	1,74	<0,1	<0,1	2,35

Site de mesure	N° du répliquat	n-undécane	butyl acétate	n-heptane	2-éthoxyéthyl acétate	2-méthoxyéthyl acétate
salle C2	R1	4,95	0,43	10,09	<0,1	<0,1
	R2	4,81	0,5	18,52	<0,1	<0,1

Site de mesure	N° du répliquat	tétrachloroéthylène	2-butoxyéthanol	n-hexane	1-méthoxy-2-propanol	1,2,4-triméthylbenzène
salle C2	R1	0,07	0,36	7,27	1,25	2,63
	R2	0,07	0,36	13,85	1,18	2,79

Site de mesure	N° du répliquat	cyclohexane	éthyl-ter-butyl ether	limonène	n-nonane	1,4-dichlorobenzène
salle C2	R1	3,99	0,35	1,64	0,5	<0,1
	R2	4,12	0,23	1,37	0,5	<0,1

Site de mesure	N° du répliquat	2-éthyl-1-hexanol	n-octane	diméthyl disulfure	2-éthoxyéthanol	2-méthoxyéthanol	alpha-pinène
salle C2	R1	1,35	1,67	<0,1	<0,1	3,5	1,09
	R2	1,59	1,38	<0,1	<0,1	3,06	0,82

Concentrations des aldéhydes dans les répliquats (exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Site de mesure	N° du répliquat	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzaldéhyde	Butanal
salle C2	R1	13.81	6,05	<0,3	0.95	<0,9
	R2	13.63	4,80	<0,3	0.57	<0,9

Site de mesure	N° du répliquat	Hexanal	Isopentanal	Pentanal	Propanal
salle C2	R1	2.92	<0,2	1.30	0.45
	R2	2.92	<0,2	1.95	0.45

Résumé

En janvier 2010, ATMO Poitou-Charentes a évalué les concentrations de composés organiques volatils (Cov) et d'aldéhydes à l'intérieur de quatre salles de l'école Pasteur à Niort (Deux-Sèvres). Cette campagne de mesure a été menée à la demande de la mairie qui s'interrogeait sur l'origine d'odeurs dans plusieurs salles de l'école, certaines de ces odeurs étant apparues après des travaux récents de rénovation. Ce rapport présente les résultats de pollution intérieure mesurés dans l'école Pasteur pendant la première campagne de janvier 2010, une seconde étant prévue en avril 2010.

Cette première phase de l'étude montre que la salle B2 présente davantage de polluants dans l'air que les trois autres salles étudiées. Cette constatation concerne surtout 9 Cov (n-décane, butyl acétate, n-heptane, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol, limonène, n-nonane, n-octane, alpha-pinène) et un aldéhyde, l'hexanal.

Le limonène apparaît, avec une concentration de $102,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comme le Cov principal. Il s'agit d'une molécule à l'odeur d'agrumes, qui pourrait provenir des solvants utilisés pour décoller l'ancien revêtement de sol.

Cette plus forte concentration de polluants dans la salle B2 peut être reliée aux récents travaux de rénovation intervenus dans cette salle, qui ont probablement eu comme double conséquence de rendre la salle plus hermétique à l'air (nouvelles fenêtres PVC) et d'y introduire des matériaux susceptibles de contenir des composés s'évaporant à température ambiante.

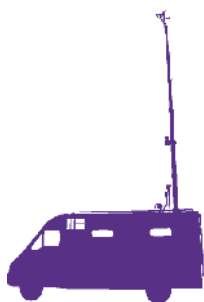
À l'inverse, la salle B4 présente les concentrations de Cov les plus faibles des 4 salles. Une explication peut être avancée : c'est la seule salle où, d'après les déclarations des occupants, il n'y a eu aucune d'activité de collage ou utilisation de marqueurs. Pour la prochaine campagne de mesures, il pourrait être intéressant de limiter les activités spécifiques (bricolage...) pendant les prélèvements d'air, voire de programmer les mesures en l'absence de toute activité humaine. Cela permettrait de s'affranchir de l'impact de ces activités sur la qualité de l'air.

Dans le bâtiment C, les concentrations d'aldéhydes sont plus élevées dans la salle C1 tandis que c'est la salle C2 qui présente davantage de Cov.

La seconde campagne de mesures, prévue en avril 2010, permettra de confirmer ou non ces observations et de les relier à des hypothèses explicatives. Ses résultats permettront aussi de comparer les niveaux de pollution intérieure de l'école Pasteur à ceux enregistrés dans d'autres écoles de l'agglomération niortaise et de France et aux valeurs guides et de gestion en projet.

En effet, les niveaux de pollution pouvant varier selon les saisons, ces comparaisons seront plus solides sur la base des résultats complets de l'étude.

Ingénieure responsable du dossier : Christelle BELLANGER



ATMO POITOU-CHARENTES

Z.I. De Périgny / Rue A. Fresnel / 17 184 Périgny cedex
Tél 05 46 44 83 88 / Fax 05 46 41 22 71
contact@atmo-poitou-charentes.org

WWW.ATMO-POITOU-CHARENTES.ORG