

Campagne de mesures de la qualité de l'air



Campagne nationale de mesures dans les écoles et crèches Etude à l'intérieur et aux abords des écoles et crèches en Nord/Pas-de-Calais



Campagne nationale de mesures dans les écoles et crèches

Etude à l'intérieur et aux abords de 15 écoles et crèches en Nord/Pas-de-Calais du 14/09/09 au 11/06/10

Rapport d'étude N° 05/2010/IC

28 pages (hors couvertures)

Parution : Février 2011

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Isabelle COQUELLE	Peggy DESMETTRES	Emmanuel VERLINDEN
Fonction	Ingénieur d'Etudes	Chargée d'Etudes	Responsable 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° 05/2010/IC ».

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	3
Contexte et objectifs de l'étude	4
Organisation stratégique de l'étude	5
Description	5
Paramètres surveillés	6
Techniques utilisées	7
Repères réglementaires	8
Recommandations de l'OMS et valeurs réglementaires en air ambiant	8
Valeurs réglementaires et valeurs guides en air intérieur	9
Valeurs recueillies dans des études antérieures similaires	12
Résultats des mesures	13
Validation des concentrations	13
Paramètres de confort	15
Analyse des polluants	16
Conclusion	21
Annexes	23

Contexte et objectifs de l'étude

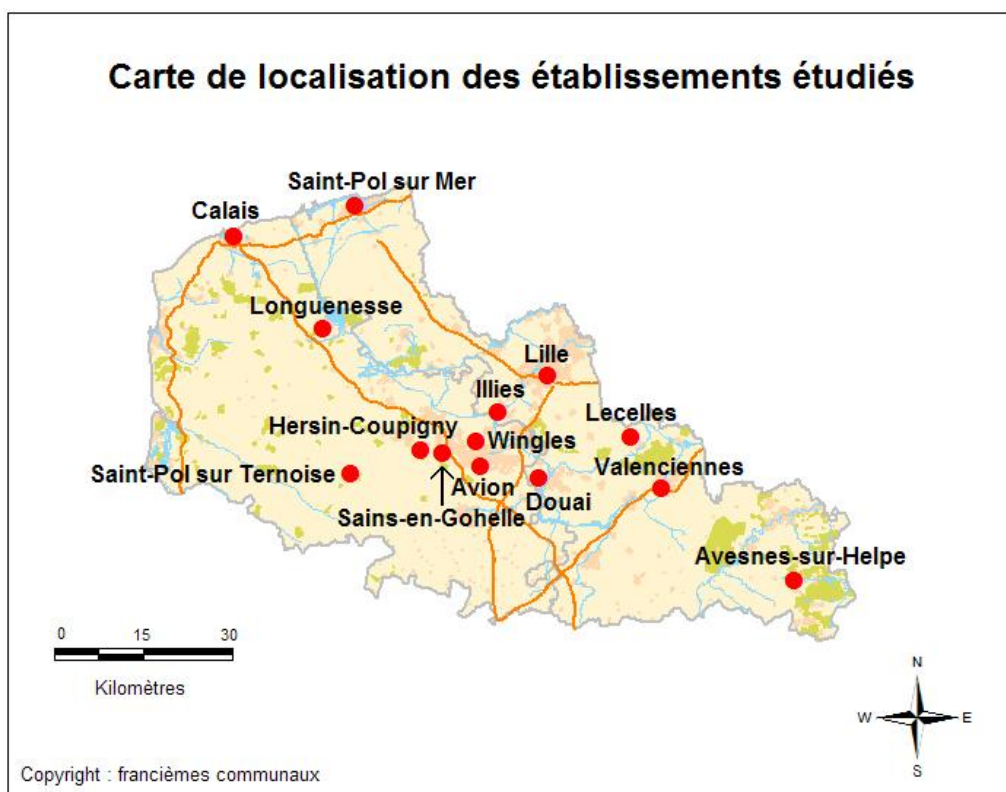
Dans le cadre d'un travail collaboratif, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) a souhaité associer les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) à la campagne nationale de mesures dans les écoles et crèches.

Cette campagne nationale d'expérimentation, inscrite dans les engagements du projet de loi « Grenelle 2 » et dans les priorités du 2^{ème} Plan National Santé Environnement 2009-2013, vise à mieux connaître les polluants auxquels les enfants peuvent être exposés en vue de mettre en œuvre des mesures de gestion appropriées.

L'étude concernera au total 300 écoles et crèches françaises entre 2009 et 2011. Les mesures ont commencé le 14 septembre, pour se terminer le 11 juin 2010. Celles-ci concernent le confinement, le formaldéhyde et le benzène. Un pré-diagnostic du bâtiment a été réalisé pour chaque établissement par le Centre d'Etudes Techniques et de l'Equipement (CETE) Nord-Picardie.

15 écoles et crèches du Nord/Pas-de-Calais ont ainsi été intégrées dans le panel national, réparties en 5 crèches, 5 écoles maternelles et 5 écoles primaires.

Ce rapport présente les résultats des mesures réalisées à l'intérieur et aux alentours des 15 établissements retenus, du 14 septembre 2009 au 11 juin 2010, accompagnés d'une interprétation vis-à-vis de la réglementation.



Organisation stratégique de l'étude

Description

Le choix des écoles et des crèches a été basé sur plusieurs critères définis au niveau national par les protocoles du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA).

Ainsi, l'étude a concerné des écoles et des crèches de différentes typologies (petites écoles, un ou plusieurs bâtiments, un ou plusieurs étages) et d'environnements extérieurs variés (industriel, urbain, rural, trafic).

Les protocoles à mettre en œuvre pour le formaldéhyde et le benzène sont ceux élaborés dans le cadre des travaux du LCSQA et du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)..

Echantillonnage temporel

2 périodes ont été définies :

- une dite "**été**" : 14 septembre 2009 - 16 octobre 2009 et 29 mars 2010 - 11 juin 2010 ;
- une dite "**hiver**" : 9 novembre 2009 - 26 février 2010.

BENZENE : 15 écoles/crèches

- un prélèvement de 4,5 jours, au choix durant la période dite "été",
- un prélèvement de 4,5 jours, au choix durant la période dite "hiver".

FORMALDEHYDE : 15 écoles/crèches

- 1 crèche fera l'objet d'investigations complémentaires « poussées » avec un suivi permanent du formaldéhyde pendant 4 mois (semaines "consécutives" mais hors vacances scolaires), pour évaluer la pertinence de l'échantillonnage temporel proposé et l'incertitude associée dans les protocoles.
- 14 écoles/crèches
 - un prélèvement de 4,5 jours, au choix durant la période dite "été"
 - un prélèvement de 4,5 jours, au choix durant la période dite "hiver".

CONFINEMENT : 15 écoles/crèches

- 1 crèche fera l'objet d'investigations complémentaires « poussées » avec un suivi permanent du confinement pendant "4 mois" (sur le modèle de ce qui a été proposé pour le formaldéhyde) pour évaluer la variabilité de l'indice de confinement proposé et l'incertitude associée dans les protocoles.
- 14 écoles/crèches avec un prélèvement de 14 jours, durant la période dite "hiver".

Echantillonnage spatial

- 1 point de prélèvement pour les établissements de moins de 3 salles de classe
- 2 points de prélèvement par bloc homogène et par niveau (établissement de plus 3 salles de classe) et pour le benzène, un point extérieur devra également être réalisé pour chaque période.

Paramètres surveillés

Le confinement

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un paramètre qui permet d'évaluer le taux de renouvellement d'air, au sein des écoles et des crèches. Le taux de CO₂ d'une pièce traduit la qualité du renouvellement d'air de la pièce : un taux élevé correspond à un mauvais renouvellement d'air. Le confinement d'une pièce est qualifié à l'aide d'un indicateur de confinement de l'air intérieur appelé Icône. Il permet, à partir de mesures de dioxyde de carbone (CO₂) à l'intérieur d'une pièce, en période d'occupation, d'attribuer un niveau de confinement à l'aide d'une note sur une échelle de 0 à 5. La note 0 correspond au confinement nul, c'est la situation la plus favorable, la note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable.

Le benzène

Sources

➤ [En air ambient](#)

Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène 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.

Le benzène fait partie des Composés Organiques Volatils (COV), composés naturels ou non, qui s'évaporent plus ou moins facilement dans les conditions de température ambiantes, se mélangeant alors aisément à l'air.

➤ [En air intérieur](#)

Dans les ambiances intérieures, les COV 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, etc. et persistent dans l'air pendant plusieurs heures à plusieurs jours, en fonction de leur nature, du renouvellement de l'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.

Les sources intérieures connues pour le benzène sont les carburants, la fumée de tabac, les produits de bricolage, l'ameublement, les matériaux de construction et les éléments de décoration.

Le formaldéhyde

Sources

➤ 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 tant que polluants secondaires dans le smog photochimique, issus des processus de photooxydation.

Les principaux aldéhydes rencontrés dans l'air extérieur sont le formaldéhyde (HCHO), et l'acétaldéhyde (CH₃CHO). 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 cancérogènes probables ou possibles.

➤ En air intérieur

Les sources de formaldéhyde sont les 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.

Techniques utilisées

Pour cette campagne, deux types de techniques d'échantillonnages ont été utilisées :



Le benzène et le formaldéhyde ont été prélevés à l'aide de **tubes passifs**. Cette technique d'échantillonnage permet d'accumuler durant toute la durée du prélèvement (4 jours et demi) la quantité de benzène/formaldéhyde présent dans la pièce à l'aide de la diffusion naturelle de l'air.



Les mesures de CO₂ ont été réalisées par un **enregistreur** Lum'Air, comme celui présenté ci-dessous.



Repères réglementaires

A ce jour, il n'existe pas de valeurs réglementaires de concentration de polluants à ne pas dépasser dans l'air intérieur spécifiques aux établissements fréquentés par les enfants. Pour l'interprétation des données, nous disposons de diverses réglementations en air extérieur, en atmosphère de travail et de quelques recommandations en air intérieur.

Recommandations de l'OMS et valeurs réglementaires en air ambiant

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 analysés dans l'école (*Données 1999 – Source : Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva 2000*) :

Polluant	Seuils en $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Sur 1h	Sur 8h	Sur 24h	Sur la semaine	Sur l'année
Formaldéhyde	100 (pour 30 minutes)	-	-	-	-

Remarque : 1 μg = 1 microgramme = 0,001 mg

Valeurs réglementaires en air ambiant

Les valeurs réglementaires (seuils, objectifs, valeurs limites...) sont définies au niveau européen dans des directives, qui 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)

Benzène	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité		
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire
Valeur limite	6 µg/m ³ en 2009 5 µg/m ³ en 2010	-	-
Objectif de qualité	2 µg/m ³	-	-

(Directive européenne 2008/50/CE)

Valeurs réglementaires et valeurs guides en air intérieur

Valeurs guides de l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire)

Formaldéhyde (µg/m ³)	VGAI				
	Exposition 8 heures	Exposition 2 heures	Exposition 1 heure	Exposition court terme	Exposition long terme
	-	50	-	-	10

Benzène (µg/m ³)	VGAI		
	court terme	intermédiaire	long terme
	30 µg/m ³ en moyenne sur 14 jours	20 µg/m ³ sur une durée d'exposition comprise entre 2 semaines et 1 an	10 µg/m ³ sur une durée d'exposition > à 1 an

VGAI : Valeur guide en air intérieur

Concentrations types pour le formaldéhyde en air intérieur

(Source AFNOR (Association Française de Normalisation) – NF EN ISO 16000-2, Juillet 2006)

Ouvrage de	Concentrations dans l'air intérieur		Concentrations dans l'air extérieur	
1996	Moyenne	Plage	Moyenne	Plage
	25 µg/m ³	6 µg/m ³ à 130 µg/m ³	2 µg/m ³	1 µg/m ³ à 4 µg/m ³

Valeurs réglementaires en atmosphère de travail

(Sources INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) – ND 2098-174-99, Hygiène et sécurité du travail, 1^{er} trimestre 1999, n°174)

La prévention des maladies d'origine professionnelle demande que l'exposition des personnes aux polluants présents dans l'air des lieux de travail soit évitée ou réduite aux niveaux les plus faibles possibles. Des valeurs d'exposition professionnelle (VLEP) ont donc été définies par le ministère chargé du travail et par la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie.

La VME ou **valeur limite de moyenne exposition** : c'est la valeur destinée à protéger les travailleurs des effets à moyen terme, mesurée ou estimée sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

La VLE ou **valeur limite d'exposition à court terme** : c'est la valeur dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme.

Le tableau suivant regroupe les valeurs pour chaque polluant réglementé :

Polluant	VME	VLE
Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3 250	-
Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	610	1 230

Valeurs repères d'aide à la gestion de l'air dans les espaces clos pour le formaldéhyde

Exposition sur le long terme	Valeur	Actions associées
Valeur cible (à atteindre en 10 ans)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	concentration < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Aucune action associée, très bonne qualité de l'air.
Valeur repère de la qualité de l'air (seuil diminué chaque année de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en 2009) 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en 2010)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{concentration} \leq 28$ ou $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Aucune action corrective spécifique. En cas de travaux ou de changement d'ameublement, choisir des matériaux moins émissifs.
Valeur d'information et de recommandation (seuil diminué chaque année de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en 2009) 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en 2010)	28 ou 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{concentration} \leq 46$ ou $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Agir dans un premier temps sur la ventilation du local et/ou sur les comportements des occupants, pour ramener les niveaux en dessous de la valeur repère de la qualité de l'air.
		46 ou 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{concentration} \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Il est nécessaire, dans un délai de quelques mois, d'identifier la ou les source(s) principale(s) et de la (les) réduire en engageant des actions appropriées.
Valeur d'action rapide	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	concentration $\geq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Identifier la ou les sources principales et les neutraliser dans le mois suivant les mesures afin d'obtenir des niveaux inférieurs à la valeur repère de qualité d'air.

(Source HSCP (Haut Conseil de la Santé Publique), valeurs repère d'aide à la gestion en espace clos, octobre 2009)

Valeurs repères d'aide à la gestion de l'air dans les espaces clos pour le benzène

Exposition sur le long terme	Valeur	Actions associées
Valeur cible (à atteindre en 10 ans)	2 µg/m ³	concentration < 2 µg/m³ Aucune action associée, très bonne qualité de l'air.
Valeur repère de la qualité de l'air	5 µg/m ³	2 µg/m³ ≤ concentration ≤ 5 µg/m³ Aucune action corrective spécifique.
		Au-delà de cette valeur repère de qualité d'air, identifier les sources intérieures en cause afin d'engager si possible des actions appropriées de réduction des émissions (notamment, dans l'habitat, les sources de combustion et le tabagisme) ou, à défaut, d'instaurer des procédures de ventilation des locaux de nature à diminuer les niveaux intérieurs. Evaluer la contribution extérieure. Dans le cas exceptionnel où la teneur extérieure est supérieure à 5 µg/m ³ , la valeur repère ne peut pas, en général, être respectée à l'intérieur ; on veillera alors à diminuer les teneurs intérieures en benzène à un niveau aussi bas que le permet cette concentration extérieure et à engager les actions de nature à réduire fortement les sources de pollution extérieures.
Valeur d'action rapide	10 µg/m ³	concentration ≥ 10 µg/m³ Identifier la ou les sources principales et les neutraliser dans le mois suivant les mesures afin d'obtenir des niveaux inférieurs à la valeur repère de qualité d'air.

(Source HSCP (Haut Conseil de la Santé Publique), valeurs repère d'aide à la gestion en espace clos, juin 2010)

Valeurs recueillies dans des études antérieures similaires

• Formaldéhyde

Programme	Année	Concentration de formaldéhyde	Taille de l'échantillon	Durée d'exposition des tubes
ISAAC	1999/2000	Moy : 22 à 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	396 salles de classe	5 j
Crèches collectives de la région Ile de France	2001	Moy salles fréquentées par les enfants : 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Moy cuisines : 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max : 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 crèches	2 x 48 h
Ecoles sur Strasbourg	2004/2005	Moy : 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	526 points de mesure	48 h
Lieux publics de Mulhouse	2005	Moy : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Min : 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max : 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	68 sites de mesure	2 x 7 j
Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur	2001	Moy : 25 à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Ecoles et crèches en région Rhône-Alpes	2007	Moy : 14.6 à 29.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Ecoles et crèches dans le Nord – Pas-de-Calais	2008	Moy : 5.7 à 28.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 écoles et crèches	7 j
AICOLE - écoles en Alsace	2008/2009	Moy : 8 à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Min : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max : 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27 écoles	-

• Benzène

Programme	Année	Concentration de benzène	Taille de l'échantillon	Durée d'exposition des tubes
Lieux de garde et d'enseignement en Alsace	2005	Moy : 2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Min : 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max : 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Ecoles et crèches dans le Nord – Pas-de-Calais	2008	Moy : 0.8 à 2.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 écoles et crèches	7 j
AICOLE – écoles en Alsace	2008/2009	Moy : 0.9 à 2.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Min : 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max : 4.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27 écoles	-

Résultats des mesures

Validation des concentrations

Exploitation des blancs de lot

Avant de calculer les concentrations pour chaque polluant, il faut valider les blancs. Les critères d'invalidation des résultats suite aux teneurs obtenues sur les blancs de lot sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Si tous les critères sont respectés, la masse du blanc sera soustraite uniquement pour le formaldéhyde.

Invalidation	Blanc de lot	
	Taux	Site concerné
Formaldéhyde	Masse > 500 ng	Lot
Benzène	Pas de blanc de lot	

Exploitation du blanc de site

La concentration du blanc de site est calculée uniquement sans soustraction des blancs de lot.

Invalidation	Blanc de site	
	Site concerné	Site concerné
Formaldéhyde	$C > 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sans soustraction de la masse du blanc de lot	Etablissement
Benzène	$C > 0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Etablissement ou extérieur

Calculs des concentrations

Pour le benzène

➤ Calcul de la concentration massique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$$C = \frac{(m_{\text{éch}}) \times 10^3}{D_{\text{éch}} \times t}$$

$m_{\text{éch}}$: masse de composé échantillonnée sur la cartouche en ng

$D_{\text{éch}}$: débit d'échantillonnage du composé en mL/min

Benzène	
$D_{\text{éch}} = 31.9 + 0.18 \times T + 0.02 \times C_i$	C_i : conc à débit = 27.9 mL/min T en °C

t : durée d'exposition en minutes

Pour le formaldéhyde

➤ Calcul de la concentration massique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$$C = \frac{(m_{\text{éch}} - m_{\text{blanc}}) \times 10^3}{D_{\text{éch}} \times t}$$

$m_{\text{éch}}$: masse de composé échantillonnée sur la cartouche en ng

m_{blanc} : masse de composé échantillonnée sur le blanc en ng

$D_{\text{éch}}$: débit d'échantillonnage du composé en mL/min

Formaldéhyde	
$D_{\text{éch}} = D_{298} \times (T/298)^{0.35}$	$D_{298} = 99 \text{ mL/min}$ T en Kelvin

$T_K = T_C + 273$

t : durée d'exposition en minutes

Paramètres de confort

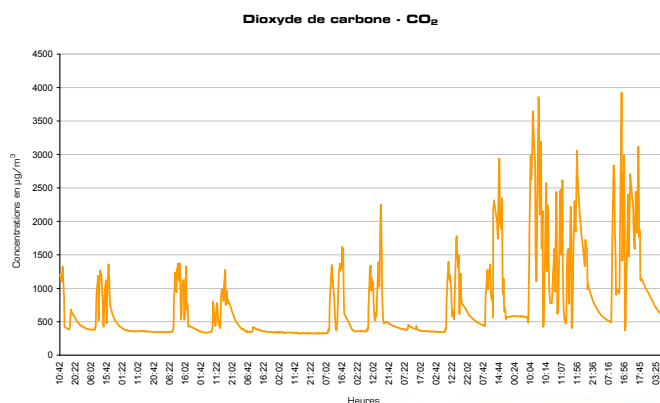
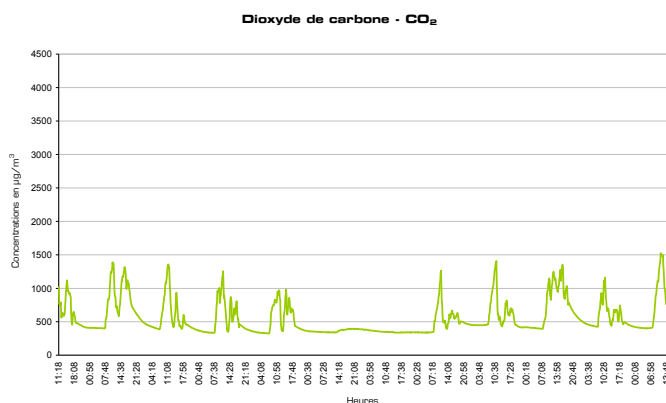
Le confinement

Le confinement d'une pièce est qualifié à l'aide d'un indicateur de confinement de l'air intérieur appelé Icône. Il permet, à partir de mesures de dioxyde de carbone (CO₂) à l'intérieur d'une pièce, en période d'occupation, d'attribuer un niveau de confinement à l'aide d'une note sur une échelle de 0 à 5. La note 0 correspond au confinement nul, c'est la situation la plus favorable, la note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable. Les mesures de CO₂ sont réalisées par un enregistreur Lum'Air.

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats des données icône pour l'ensemble des établissements.

Site	Icône	
	Min	Max
1	1	3
2	1	3
3	2	3
4	2	4
5	3	3
6	3	4
7	3	3
8	2	3
9	3	3
10	2	2
11	3	3
12	2	2
13	2	2
14	1	1
15	0	3

Les graphes illustrent d'une part la situation d'une salle présentant un confinement très élevé (en orange) et d'autre part, la situation d'une pièce présentant un confinement faible.



Au regard des valeurs de l'ensemble des établissements, la valeur médiane régionale s'établit à 3, correspondant à un confinement élevé.

Un établissement relève un indice de confinement faible (icône égal à 1). 2 établissements relèvent au moins pour une salle de classe un indice de confinement très élevé (icône égal à 4). Aucun établissement ne présente de confinement extrême (icône égal à 5).

Un écart entre les valeurs des pièces d'un même établissement est remarqué pour l'ensemble des sites. Cet écart s'explique par une différence dans l'aération et dans le taux d'occupation de chaque salle.

Les graphes représentent l'évolution du dioxyde de carbone (CO₂) dans les salles ; celui-ci est lié directement au nombre de personnes présentes dans la pièce. Ainsi, le taux de dioxyde de carbone connaît une augmentation continue pendant la période d'occupation, en matinée et dans l'après-midi avec une chute modérée pendant la pause-déjeuner, puis une chute rapide dès la sortie. Cette observation est logique puisqu'elle est liée à l'émission de CO₂ via la respiration des occupants (donc à leur présence), et le confinement plus ou moins important des établissements (pratiques d'aération par ouverture des portes et fenêtres, système de ventilation en place, perméabilité des bâtiments, etc.).

Les salles présentent des profils similaires, mais évoluant différemment en fonction du nombre de personnes présentes, de leurs activités, du volume de la salle, ... amenant des teneurs plus ou moins élevées.

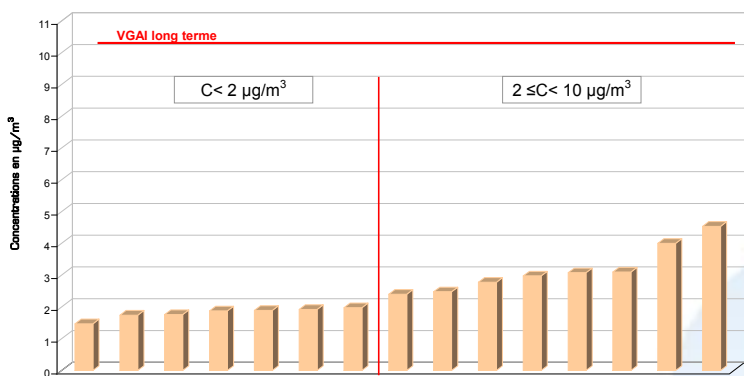
Analyse des polluants

Le benzène

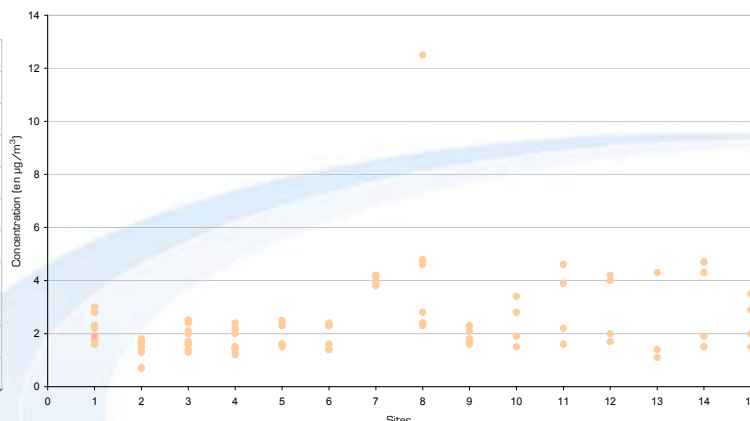
Le tableau ci-dessous regroupe les résultats des données benzène pour l'ensemble des établissements. Les graphes illustrent la répartition des concentrations annuelles par établissement et des moyennes pour chaque pièce.

Site	Concentrations en µg/m ³		
	Moyenne	Min	Max
1	1.7	1.6	1.9
2	1.5	0.7	1.8
3	1.9	1.5	2.5
4	1.8	1.2	2.3
5	2.0	1.6	2.5
6	1.9	1.4	2.4
7	4.0	3.9	4.2
8	4.5	2.3	12.5
9	1.9	1.7	2.1
10	2.4	1.7	3.1
11	3.1	1.9	4.3
12	3.0	1.9	4.1
13	2.8	1.3	4.3
14	2.5	1.8	3.2
15 Suivi poussé	3.1	1.7	4.5

Concentration moyenne de benzène par établissement sur les 2 phases



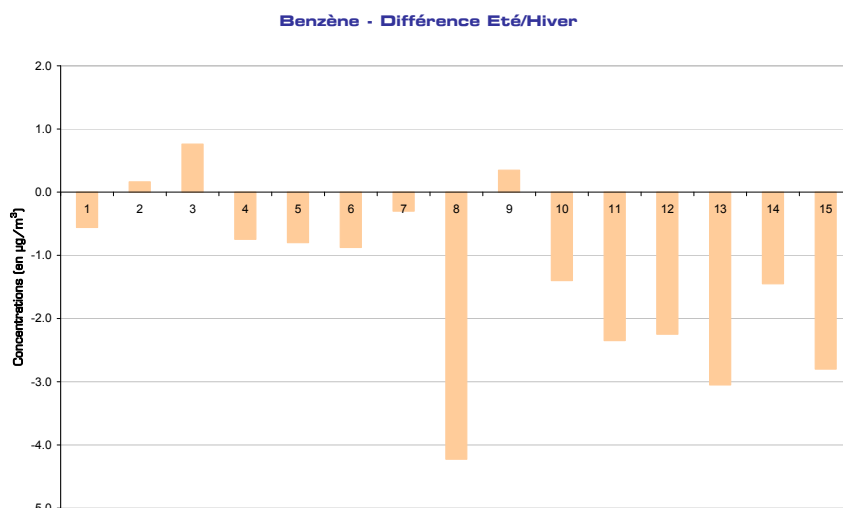
Concentrations de benzène par pièce



Les concentrations moyennes de benzène sont restées comprises entre 1.5 et 4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur maximale s'élève à 12.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour l'ensemble de la région, la valeur moyenne est légèrement supérieure à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 7 établissements sur 15 présentent une concentration en moyenne inférieure ou égale à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au sein d'un même établissement, l'écart entre les valeurs peut être très variable de 0.3 à 10.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lié d'une part à la variabilité saisonnière et d'autre part à la variabilité spatiale.



Les teneurs les plus élevées ont été pour 80 % des établissements plus élevées en période hivernale, en lien avec la saisonnalité du benzène. Les concentrations supérieures pour la période estivale concernent 3 établissements avec une différence faible inférieure à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comparaison aux valeurs nationales et aux valeurs du HCSP

Benzène	Répartition des MOYENNES annuelles		Répartition des MOYENNES annuelles	
	à l'échelle de l'établissement	à l'échelle nationale	à l'échelle de chaque pièce	à l'échelle nationale
0 à \leq 2	46.7%	44.7%	52.6%	39.7%
2 à \leq 5	53.3%	52.8%	46.4%	58.6%
5 à \leq 10	0%	2.5%	0%	1.4%
> 10	0%	0%	1%	0.2%

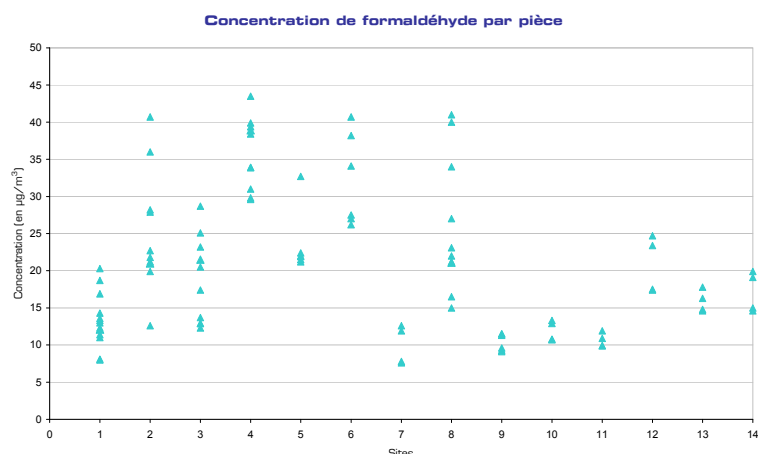
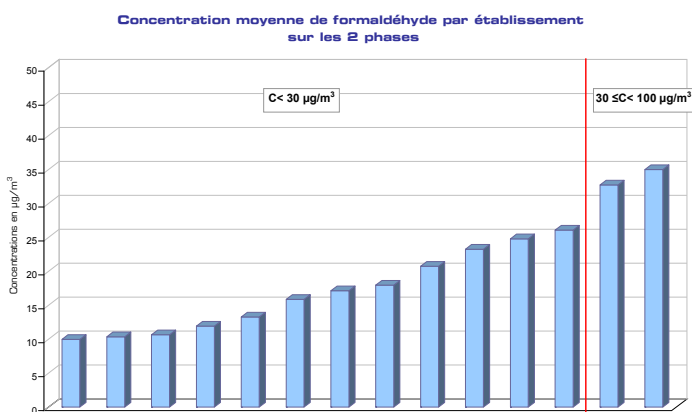
La campagne régionale note des valeurs globalement situées pour moitié entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et pour moitié inférieures à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les valeurs guides pour l'air intérieur du HCSP sont respectées pour l'ensemble des établissements.

A l'échelle de l'établissement, la répartition des moyennes annuelles est sensiblement similaire à la répartition nationale ; celle-ci note toutefois un pourcentage de valeurs hautes plus élevées. A l'échelle de la pièce, la région Nord-Pas de Calais observe un plus fort pourcentage de valeurs extrêmes par rapport au national, soient des valeurs plus souvent inférieures à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mais également supérieures à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le formaldéhyde

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats des données formaldéhyde pour l'ensemble des établissements. Les graphes illustrent la répartition des concentrations annuelles par établissement et des moyennes pour chaque pièce.

Site	Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Moyenne	Min	Max
1	13.3	8.0	20.3
2	26.1	12.6	40.7
3	18.0	12.3	26.9
4	35.0	29.6	43.5
5	23.3	21.4	27.3
6	32.7	26.6	40.7
7	10.0	7.7	12.3
8	24.8	15.0	40.5
9	10.4	9.1	11.5
10	11.9	10.8	13.1
11	10.7	9.9	11.4
12	20.8	17.5	24.1
13	15.9	14.7	17.1
14	17.2	14.8	19.5
15 Suivi Poussé	15.0	9.2	20.7

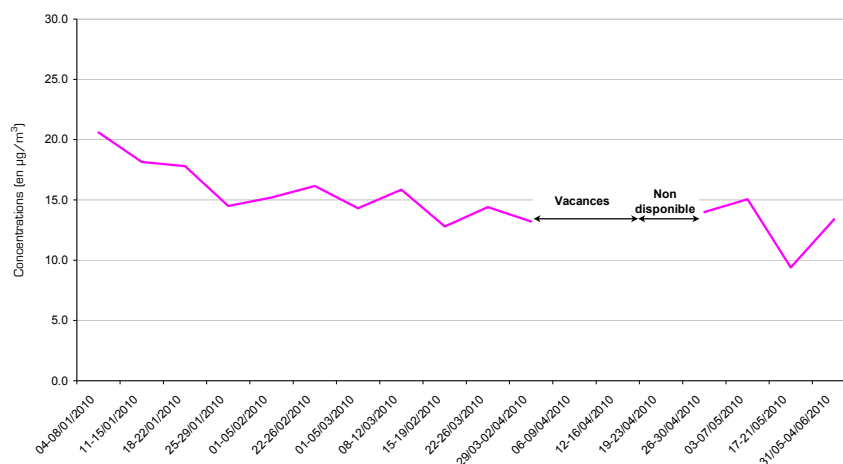


Les concentrations moyennes de formaldéhyde sont restées comprises entre 10 et 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur maximale s'élève à 43.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour l'ensemble de la région, la valeur moyenne est de 19.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 13 établissements sur 15 présentent une concentration en moyenne inférieure à la valeur repère de la qualité de l'air fixée par le Haut Conseil de Santé Publique (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009 et 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010). Aucun établissement ne recense de concentrations moyenne et maximale supérieures à la valeur d'information et de recommandation et à la valeur d'action rapide.

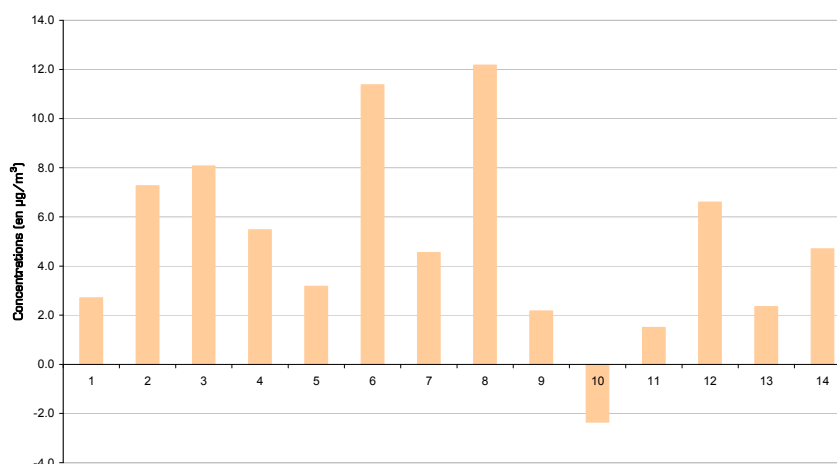
Au sein d'un même établissement, l'écart entre les valeurs peut être très variable de 1.5 à 28.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lié d'une part à la variabilité saisonnière et d'autre part à la variabilité spatiale.

Suivi temporel des concentrations de formaldéhyde



Le graphe ci-dessus présente le suivi temporel des teneurs de formaldéhyde et informe sur la variabilité du composé au fil des semaines (suivi poussé). Les résultats montrent que les concentrations de formaldéhyde ont été comprises entre 9.2 et 20.7 µg/m³ et ont été légèrement plus élevées durant la saison hivernale. Cette tendance n'est pas habituellement observée pour le formaldéhyde pour lequel les valeurs les plus élevées sont enregistrées en période printemps-été.

Formaldéhyde - Différence Été/Hiver



Les teneurs les plus élevées ont été pour plus de 90 % des établissements plus élevées en période estivale, en lien avec la saisonnalité du formaldéhyde. Les concentrations supérieures pour la période hivernale concernent 1 établissement et correspondent à des concentrations faibles avec un écart de 2.4 µg/m³.

Comparaison aux valeurs nationales et aux valeurs du HCSP

Formaldéhyde	Répartition des MOYENNES annuelles		Répartition des MOYENNES annuelles	
	à l'échelle de l'établissement	à l'échelle nationale	à l'échelle de chaque pièce	à l'échelle nationale
0 à ≤ 30	85.7%	89.4%	82.1%	85.6%
30 à ≤ 50	14.3%	8.8%	17.9%	11.8%
50 à ≤ 100	0%	1.9%	0%	2.5%
> 100	0%	0%	0%	0%

La campagne régionale note des valeurs globalement situées pour un peu plus de 80% en dessous de la valeur repère de la qualité de l'air (de 2009). Les valeurs de gestion du HCSP sont respectées pour l'ensemble des établissements (VR).

A l'échelle de l'établissement, la répartition des moyennes annuelles est sensiblement similaire à la répartition nationale ; celle-ci note, contrairement à la région, des valeurs supérieures à 50 µg/m³.

A l'échelle de la pièce, le constat est le même : la région Nord-Pas de Calais n'observe aucune valeur supérieure à 50 µg/m³ mais un pourcentage un peu plus élevé de valeur comprises entre 30 et 50 µg/m³.

Répartition par type d'établissement

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition des valeurs pour chaque type d'établissement ainsi qu'à titre d'information, les résultats nationaux.

Comptage basé sur la moyenne annuelle de l'établissement						
Formaldéhyde	Nord - Pas de Calais			National		
	Crèche	Maternelle	Elémentaire	Crèche	Maternelle	Elémentaire
0 à ≤ 10	20%	0%	0%	24%	8%	15%
10 à ≤ 30	80%	80%	80%	74%	69%	81%
30 à ≤ 50	0%	20%	20%	2%	18%	4%
50 à ≤ 100	0%	0%	0%	0%	5%	0%
> 100	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Comptage basé sur la moyenne annuelle de l'établissement						
Benzène	Nord - Pas de Calais			National		
	Crèche	Maternelle	Elémentaire	Crèche	Maternelle	Elémentaire
0 à ≤ 2	0%	60%	60%	30%	54%	47%
2 à ≤ 5	100%	40%	40%	65%	44%	51%
5 à ≤ 10	0%	0%	0%	4%	2%	2%
> 10	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Pour le formaldéhyde, la répartition en région des valeurs entre maternelle et élémentaire est la même mais diffère de celle des crèches, qui présente des valeurs plus faibles. Pour le benzène, on note une moins bonne homogénéité des valeurs de la région pour un même type d'établissement, mais tout comme le formaldéhyde la répartition est similaire entre maternelle et élémentaire et diffère de celle des crèches qui présentent 100 % de ces valeurs entre 2 et 5 µg/m³.

Conclusion

Le rapport d'étude a présenté les résultats de la campagne de mesures de l'air intérieur dans les écoles et les crèches de la région Nord-Pas de Calais.

Les résultats des mesures montrent une présence de benzène et de formaldéhyde dans l'ensemble des établissements.

En ce qui concerne **le benzène**, les valeurs annuelles des établissements sont restées globalement inférieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. On note ponctuellement des valeurs supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur d'action rapide du HCSP, fixée sur du long terme à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est respectée en moyenne, pour l'ensemble des établissements du Nord-Pas de Calais.

La répartition des teneurs est sensiblement la même qu'au niveau national, avec de légères variations pour les valeurs extrêmes.

En ce qui concerne **le formaldéhyde**, près de 90 % des établissements affichent des valeurs annuelles inférieures à la valeur repère de la qualité de l'air fixée par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). Dans ce cadre, le HCSP ne préconise aucune action corrective spécifique mais indique de profiter de 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 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur cible. Pour les 2 établissements concernés par une concentration annuelle supérieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il conviendra d'agir dans un premier temps sur la ventilation de la pièce et/ou sur les comportements des occupants, pour ramener les niveaux en dessous de la valeur repère de la qualité de l'air.

Aucune concentration dépassant la valeur d'information et de recommandation ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009 et $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010) ainsi que la valeur d'action rapide n'a été recensée durant cette campagne ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La répartition des teneurs est sensiblement la même qu'au niveau national, avec de légères variations pour les valeurs intermédiaires et extrêmes.

Pour ces polluants, des différences de concentrations ont pu être mises en évidence :

- Entre établissements, liées aux émissions des bâtiments, aux activités, à la ventilation, ...
- Entre les pièces d'un même établissement, liées aux activités des occupants et aux habitudes d'aération,
- Entre les 2 périodes de l'année, liées à la saisonnalité des polluants.

Les établissements du Nord-Pas de Calais présentent **un confinement** généralement élevé pour 9 sites sur 15. Un confinement faible est relevé pour 1 établissement alors que le confinement très élevé est observé dans 2 établissements.

Un écart entre les valeurs des pièces d'un même établissement est remarqué pour l'ensemble des sites. Cet écart s'explique par une différence dans l'aération et dans le taux d'occupation de chaque salle.

Des axes d'amélioration de la qualité de l'air peuvent être envisagés et portent principalement sur la ventilation, l'aération et l'utilisation des produits ménagers.

Il est important de veiller également à la mise en place ou à l'entretien de système de ventilation efficace pour diluer les pollutions émises par les sources intérieures. A défaut, un travail de sensibilisation du personnel des écoles et lieux d'accueil de la petite enfance, sur les habitudes d'aération des salles, pourra être entrepris, afin de veiller à ce que l'air soit correctement et régulièrement renouvelé.

Les produits d'entretien (lavage des sols, du mobilier, des vitres,...) libèrent de nombreux composés chimiques volatils.

- Respecter les consignes d'utilisation et privilégier l'achat de produits faiblement émissifs tels que les produits naturels, biologiques, ou porteurs de la marque NF environnement ou de l'écolabel européen
- Bien aérer pendant et après l'utilisation de produits ménagers
- Limiter l'usage de parfums d'ambiance (surtout aérosols) qui diffusent largement dans l'air ambiant des composés irritants pour les voies respiratoires et aérer pendant l'utilisation
- Ranger l'ensemble des produits dans une pièce correctement ventilée

Lors de leur utilisation, mais également durant leur stockage, les produits liés aux activités des enfants (peinture, vernis, colle, feutres,...) libèrent de nombreux composés chimiques volatils. Il est recommandé de ne pas les stocker dans les salles de classe, et de privilégier leur rangement dans une salle ou un local dédié. Il conviendra alors de ventiler régulièrement cette pièce, et de l'aérer avant, pendant et après les activités. Pour les activités des enfants, faites attention aux produits que vous achetez pour leur utilisation régulière (peintures, vernis, colles, feutres,...).

Lors de travaux, veiller à utiliser des produits dont la teneur en solvants est faible (produits naturels, biologiques, porteurs de la marque NF environnement, de l'écolabel européen ou contenant moins de 30g/L de COV), et à ventiler les pièces concernées, pendant et jusqu'à 1 mois après les travaux de peinture. Penser à bien aérer les pièces qui font l'objet de travaux ou d'ameublements récents.

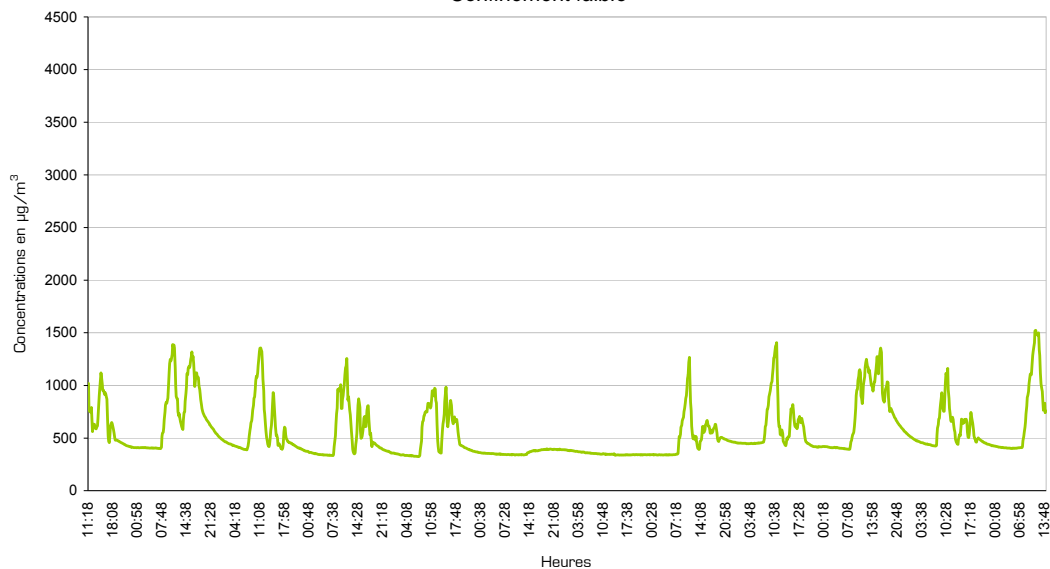
Une vigilance s'impose également quant au choix des matériaux lors de la construction mais également lors de l'achat des équipements et mobiliers des salles.

Annexes

Paramètres de confort

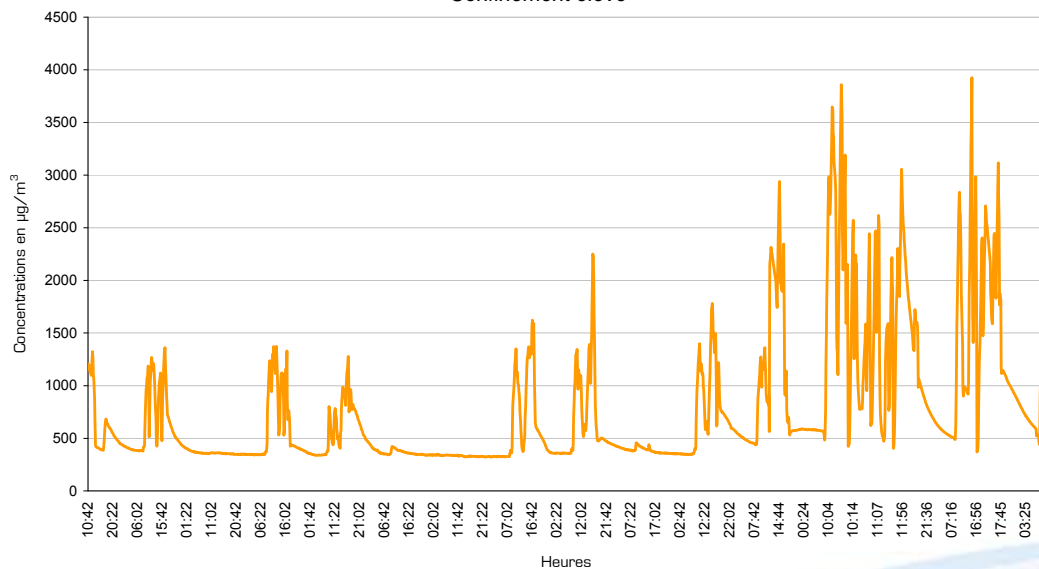
Dioxyde de carbone - CO₂

Confinement faible



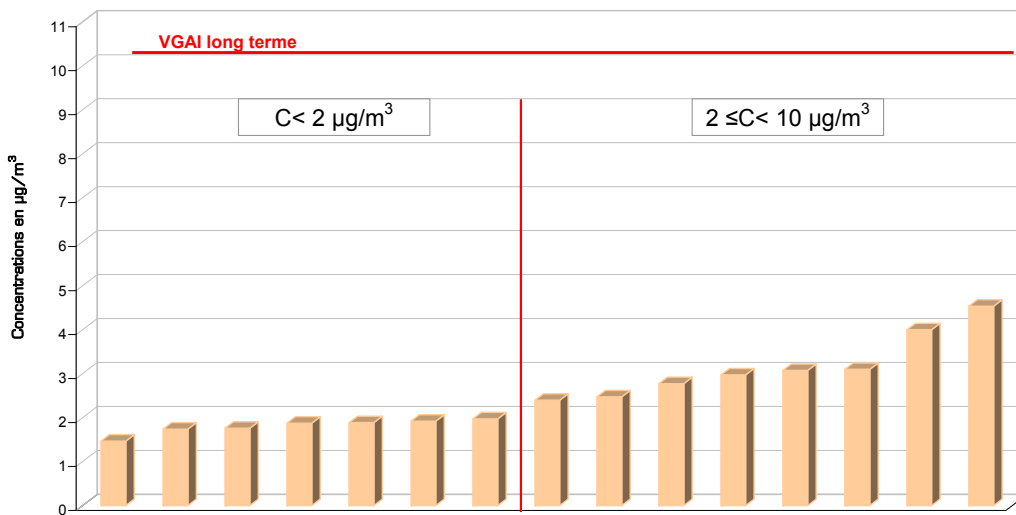
Dioxyde de carbone - CO₂

Confinement élevé

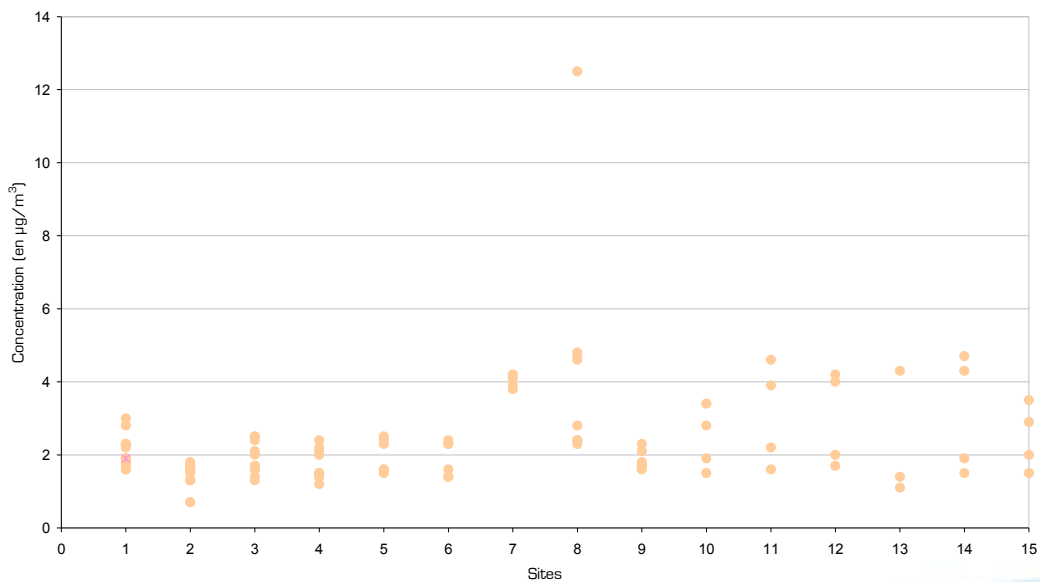


Benzène

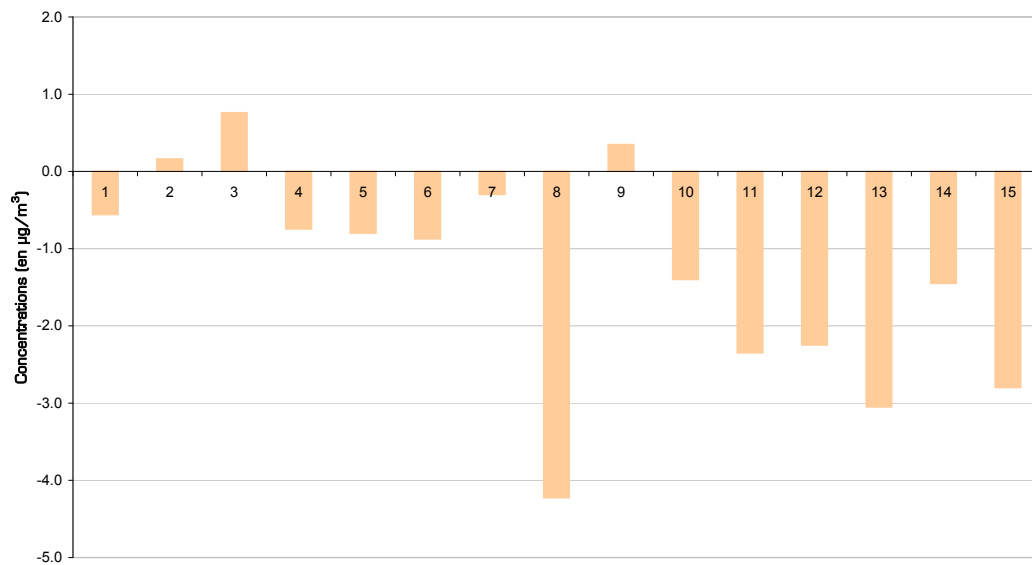
Concentration moyenne de benzène par établissement sur les 2 phases



Concentrations de benzène par pièce

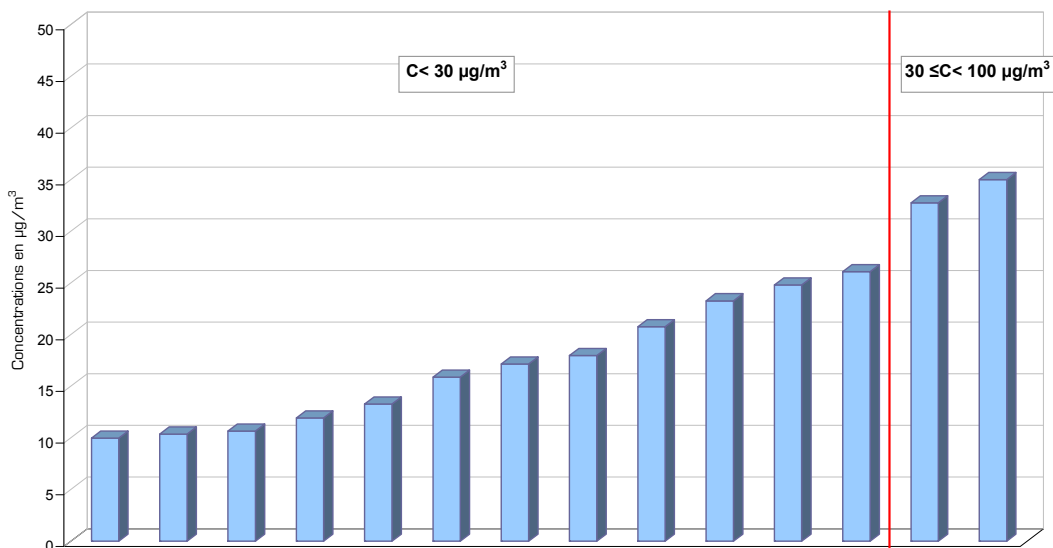


Benzène - Différence Eté/Hiver

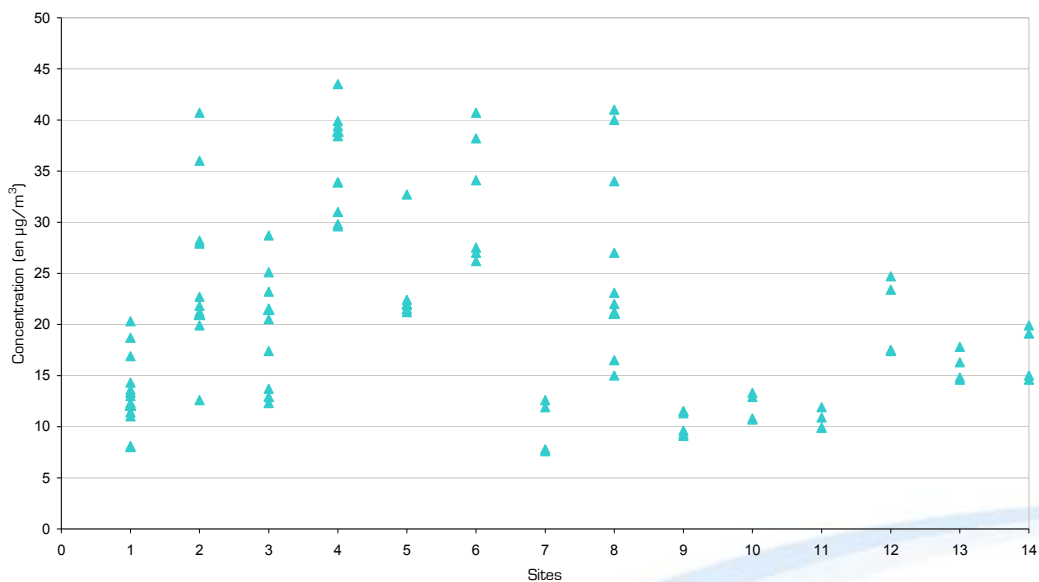


Formaldéhyde

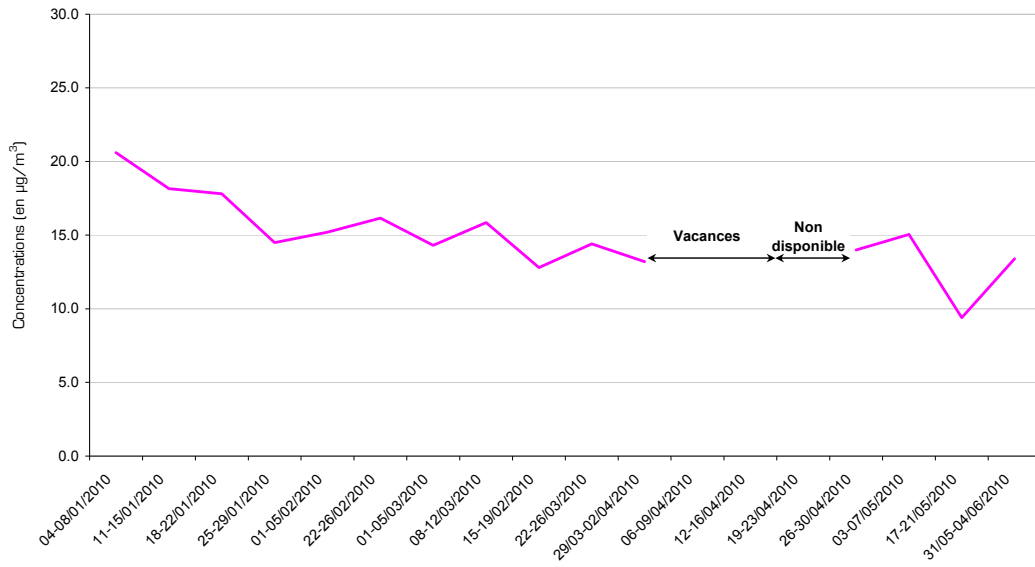
Concentration moyenne de formaldéhyde par établissement sur les 2 phases



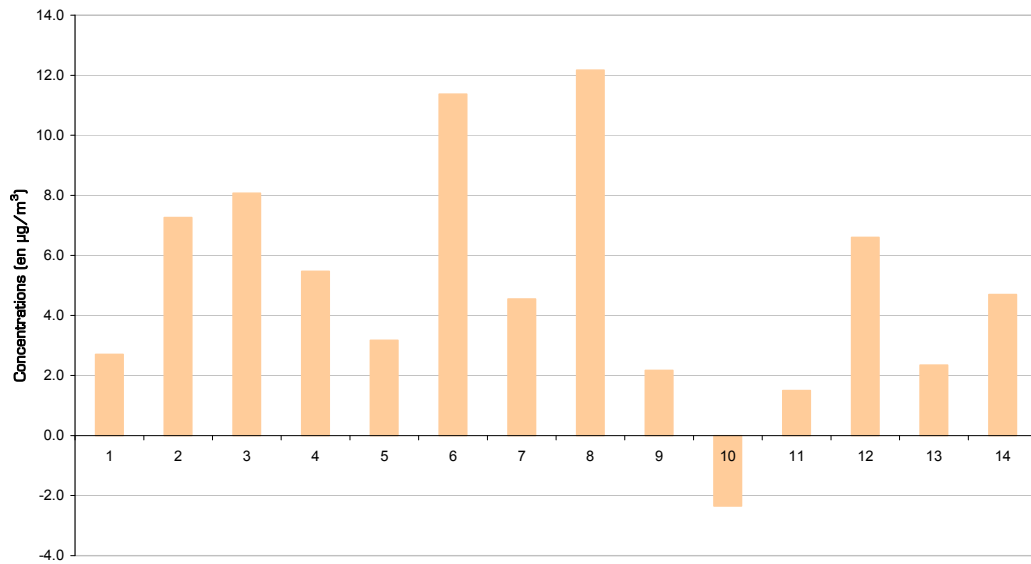
Concentration de formaldéhyde par pièce



Suivi temporel des concentrations de formaldéhyde



Formaldéhyde - Différence Été/Hiver





Association régionale Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
55 Place Rihour - 59044 Lille cedex

Téléphone : 03 59 08 37 30
Fax : 03 59 08 37 31

contact@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

