

“L'air est **essentiel** à chacun
et mérite l'**attention** de tous.”

Etude 2012

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse de Lanester (56)

Janvier, mars et juin 2012 – Vf



ORGANISME
DE MESURE, D'ÉTUDE
ET D'INFORMATION SUR
LA QUALITÉ DE L'AIR
EN BRETAGNE

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

Etude réalisée par Air Breizh
avec la participation des services techniques
de la ville de Lanester

Diffusion

Air Breizh, en tant qu'organisme agréé pour la surveillance de la qualité de l'air, a pour obligation de communiquer ses résultats. Toutes ses publications sont accessibles sur www.airbreizh.asso.fr, dans la rubrique téléchargement.

Avertissement

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Ce rapport d'étude est la propriété d'Air Breizh. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans son autorisation écrite. **Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.**

Remerciement

Air Breizh remercie M. LE TIRAN, directeur des services techniques, et M. RIBLER, technicien, de la ville de Lanester ainsi que l'ensemble de l'équipe de l'école Henri Barbusse pour leur collaboration.

Contribution

Service Etudes	Validation
Cyprien LECLAIR	Magali CORRON

Sommaire

Glossaire	3
I. Introduction	4
II. Présentation d'Air Breizh	5
III. Polluants étudiés	5
IV. Matériel et Méthode	7
IV.1. Métrologie	7
IV.2. Localisation des prélèvements	8
IV.3. Déroulement des campagnes	9
V. Résultats	10
V.1. Qualité des mesures	10
V.2. Le Formaldéhyde et les BTEX	11
V.2.1. Le Formaldéhyde	11
V.2.1.1. Résultats pour le formaldéhyde et comparaison avec les valeurs réglementaires	11
V.2.1.2. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale	12
V.2.1.3. Comparaison entre les deux salles de classe investiguées	12
V.2.1.4. Comparaison avec d'autres campagnes de mesures du formaldéhyde en air intérieur	13
V.2.2. Les BTEX	14
V.2.2.1. Résultats pour les BTEX et comparaison avec les valeurs réglementaires	14
V.2.2.2. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale	15
V.2.2.3. Comparaison entre les deux salles de classe investiguées	15
V.2.2.4. Comparaison avec d'autres campagnes de mesures des BTEX, en air intérieur	16
V.3. Les paramètres de confort (température et humidité relative)	17
VI. Conclusion	20
Bibliographie	21

Glossaire

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
AFSSET	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ASPA	Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CO	Monoxyde de carbone
COV	Composés Organiques Volatils
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
hPa	Hecto Pascal
HCSP	Haut Conseil en Santé Publique
HR(%)	Humidité Relative en pourcentage
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	microgramme par mètre cube
mg/m^3	milligramme par mètre cube
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (USA)
NO_2	Dioxyde d'azote
O_3	Ozone
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
PM10	Particule de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres
PM2,5	Particule de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 micromètres
ppm	partie par million (unité de mesure des concentrations de polluants)
SO_2	Dioxyde de soufre
T(°C)	Température en degré Celsius
T(K)	Température en degré Kelvin
VGAI	Valeur Guide de qualité de l'Air Intérieur définie par l'ANSES
VLCT	Valeur limite indicative d'exposition à court terme (15 min.)
VME	Valeur limite indicative de moyenne d'exposition pondérée (8h/j. soit 40h/sem.)

I. Introduction

Depuis plusieurs mois, certains professeurs des écoles de l'école Henri Barbusse se plaignent d'être victimes de nuisances olfactives particulièrement gênantes et persistantes. Les plaintes sont essentiellement émises par ceux enseignant dans les salles de classe situées au 1^{er} étage de l'école. C'est dans ce contexte qu'Air Breizh a été chargé d'effectuer des mesures de la qualité de l'air intérieur.

Afin de disposer de mesures réalisées dans des conditions météorologiques bien contrastées, deux campagnes de mesures, une en période hivernale et une en période estivale, ont été réalisées. Lors de ces campagnes, des investigations ont été menées dans deux salles de classe de l'école, la salle de classe qui engendre le plus de nuisances olfactives (1^{er} étage) et une salle de classe « témoin », située au rez-de-chaussée.

Ces campagnes de mesures ne sont pas des études sanitaires, il s'agit de campagnes de mesures des niveaux rencontrés dans les locaux, d'une vérification des seuils réglementaires lorsqu'ils existent et d'une comparaison avec les valeurs guides de l'OMS.

Selon l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), les aldéhydes et les BTEX, et plus particulièrement le formaldéhyde et le benzène, font partie des premières substances d'intérêt en termes de hiérarchisation sanitaire. Ils font partie du groupe des composés «hautement prioritaires».

II. Présentation d'Air Breizh

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des organismes régionaux (AASQA), constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France.

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh, depuis 1986.

Les missions réglementaires d'Air Breizh sont :

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO_2 , NO_2 , CO , O_3 , Métaux lourds, HAP, BTEX, PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels..., notamment en cas de pic de pollution. Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation, apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesures à l'aide de moyens mobiles.

III. Polluants étudiés

Les composés organiques volatils (COV) sont des composés contenant au moins un élément carbone et un ou plusieurs autres éléments (hydrogène, halogène, oxygène, soufre, phosphore, silicium ou azote, à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates et bicarbonates inorganiques) et qui possède une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus, à une température de 293,15 K, ou une volatilité correspondante, dans les conditions particulières d'utilisation (Définitions de la Directive 1999/13/CE du 11 mars 1999).

Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) ainsi que le Formaldéhyde font partie de ces composés organiques volatils. Ils sont présents dans les carburants, les peintures, les encres, les colles, les détachants, les cosmétiques et les solvants [1]. Les principales émissions de benzène trouvent leurs sources dans le transport et l'industrie [2].

Les effets des COV sur la santé sont multiples, ils peuvent causer des gênes olfactives, des irritations de la peau, des yeux et du système respiratoire et aussi entraîner une baisse des capacités respiratoires, des troubles cardiaques, digestifs, rénaux ou nerveux. Le benzène, considéré comme un composé aromatique des plus toxiques, est connu pour ses effets mutagènes et cancérogènes. Il est le seul à faire l'objet d'une réglementation dans l'air extérieur. Sur l'environnement, les COV qui sont des composés très réactifs, jouent un rôle de précurseur de formation de l'ozone troposphérique avec les oxydes d'azote et sont aussi des gaz à effet de serre.

Nom	Catégorie	Valeurs réglementaires		Impact sur la santé	Sources
		France	Autres		
Formaldéhyde (ou méthanal)	Aldéhyde	AFSSET (VGAI) : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 2 heures (exposition court terme) 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en exposition chronique (exposition à long terme) Ministère du travail : VME 625 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ VLCT 1250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OMS : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 30 min dans l'air ambiant NIOSH (USA) : VME 0,016 ppm (366 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) VLCT 0,1 ppm (122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Problèmes respiratoires aigus, cancérogène chez l'homme (CIRC : Groupe 1)	Panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, cosmétiques, parfums, cigarettes, photocopieurs

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

Benzène	Hydrocarbure	AFSSET (VGAI) : 30 µg/m³ pour une exposition de 1 à 14 jours 20 µg/m³ pour une exposition de 14 jours à un an 10 µg/m³ pour une exposition supérieure à un an 0,2 µg/m³ pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10⁻⁶ 2 µg/m³ pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵ Ministère du travail : VME 3,25 mg/m³	OMS : 120 µg/m³ sur 24 h 17 µg/m³ pour un excès de risque vie entière de 10⁻⁴ 1,7 µg/m³ pour un excès de risque vie entière de 10⁻⁵ 0,17 µg/m³ pour un excès de risque vie entière de 10⁻⁶	Neurologiques et Immunologiques, leucémie, cancérogène chez l'homme (CIRC : Groupe 1)	Combustion, vapeurs d'essence, fumée de tabac, produits de bricolage et d'ameublement, produits de construction et de décoration, combustion d'encens
Toluène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME 192 mg/m³ VLCT 384 mg/m³	OMS : 260 µg/m³ (7j) Allemagne : Guideline value I : 300 µg/m³ (7j) Guideline value II : 3000 µg/m³ (7j)	Irritation des voies respiratoires, maux de tête, atteintes neurologiques	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence
Ethylbenzène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME 88,4 mg/m³ VLCT 442 mg/m³	OMS : 22000 µg/m³ (moyenne annuelle)	Irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires	Carburants, cires
o-Xylène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME 221 mg/m³ VLCT 442 mg/m³	OMS : 4800 µg/m³ sur 24 h Europe : 221 mg/m³ sur 8h/j ou 40h/semaine 442 mg/m³ à court terme	Atteintes neurologiques	Peintures, vernis, colles, insecticides
m-+p-Xylène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME 221 mg/m³ VLCT 442 mg/m³	OMS : 4800 µg/m³ sur 24 h Europe : 221 mg/m³ sur 8h/j ou 40h/semaine 442 mg/m³ à court terme	Atteintes neurologiques	Peintures, vernis, colles, insecticides

Valeurs de références et sources d'émissions des composés organiques volatils

VME : Valeur limite indicative de moyenne exposition pondérée (8h/j soit 40h/semaine)

VLCT : Valeur limite indicative d'exposition à court terme (≤15 min)

VGAI : Valeur Guide de qualité de l'Air Intérieur définie par l'AFSSET

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

Pour le **formaldéhyde** et le **benzène**, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) a défini des valeurs de gestion de la qualité d'air intérieur pour la mise en place d'actions [3] [4] :

Formaldéhyde	Benzène	Actions à mettre en œuvre
< 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	< 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeurs satisfaisantes, pas d'action particulière mise en place
Entre 30 et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel, laissées à l'initiative du Directeur d'établissement et du Maire
Entre 50 et 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Entre 5 et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Investigations supplémentaires fortement recommandées. Identification des sources et engagement rapide d'actions d'amélioration de la situation
> 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Diagnostic approfondi des sources afin de fournir au Directeur d'établissement et au Maire des préconisations de travaux et/ou de réorganisation des activités

IV. Matériel et Méthode

IV.1. Métrologie

a. BTEX et formaldéhyde

La méthodologie proposée s'appuie sur les préconisations de la norme NF ISO 16000-2 relative à la stratégie d'échantillonnage pour l'analyse du formaldéhyde dans l'air intérieur.

Pour la mesure des composés organiques volatils, la technique de l'échantillonnage passif par tube à diffusion est utilisée. Cette méthode de mesure ne nécessitant pas d'alimentation électrique et peu d'entretien, permet de déterminer la concentration de nombreux composés.

Le principe de la mesure est de piéger chimiquement les composés à l'intérieur de la cartouche. Celle-ci est ensuite analysée en laboratoire et fournit une concentration moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Cet outil ne permet donc pas de connaître l'évolution temporelle des niveaux de pollution des composés, durant la période d'échantillonnage.

Afin d'assurer une durée de prélèvement suffisante, les tubes sont installés le lundi et retirés le vendredi suivant, soit une durée d'exposition de 4,5 jours.



Prélèvement passif dans une salle de classe

b. Les paramètres de confort (Température et Humidité Relative)

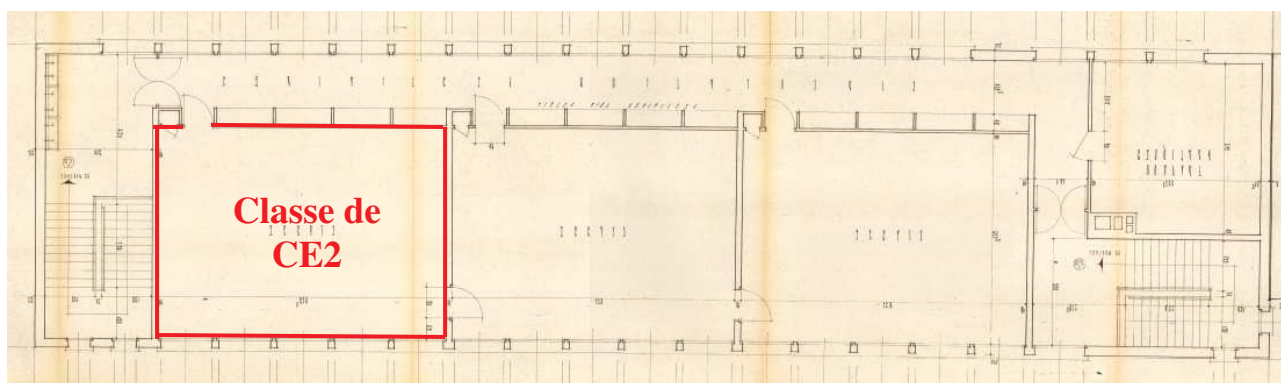
L'utilisation d'une sonde de température permet le suivi en continu de deux paramètres : la température, et l'humidité relative. L'estimation du confort peut se baser sur le suivi de ces paramètres, dans la salle de classe.

IV.2. Localisation des prélèvements

a. Choix des salles de classe investiguées

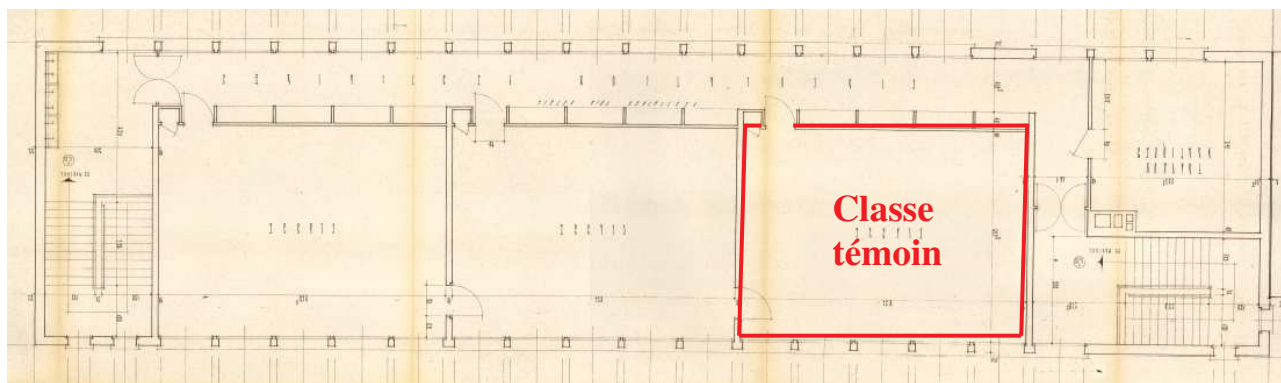
Dans le cadre de cette étude, deux salles de classe de l'école Henri Barbusse ont été investiguées. Le choix des salles de classe s'est effectué en concertation avec les services techniques de la ville de Lanester et le personnel de l'école.

Les nuisances olfactives sont principalement ressenties au 1^{er} étage de l'école, et tout particulièrement dans la salle de classe de CE2, située au fond du couloir. Cette salle a, donc, fait l'objet de prélèvements passifs dans le but d'y caractériser la qualité de l'air intérieur, et sera dénommée **classe de CE2**, dans la suite de ce rapport.



Plan du 1^{er} étage de l'école Henri Barbusse

Afin de pouvoir interpréter au mieux les niveaux obtenus dans la classe de CE2, le choix de la seconde classe s'est porté sur une salle de classe « témoin », c'est-à-dire une salle de classe dans laquelle aucune nuisance olfactive n'a été ressentie par les occupants. La classe retenue est une classe du rez-de-chaussée, est sera dénommée **classe témoin**, dans la suite de ce rapport.



Plan du rez-de-chaussée de l'école Henri Barbusse

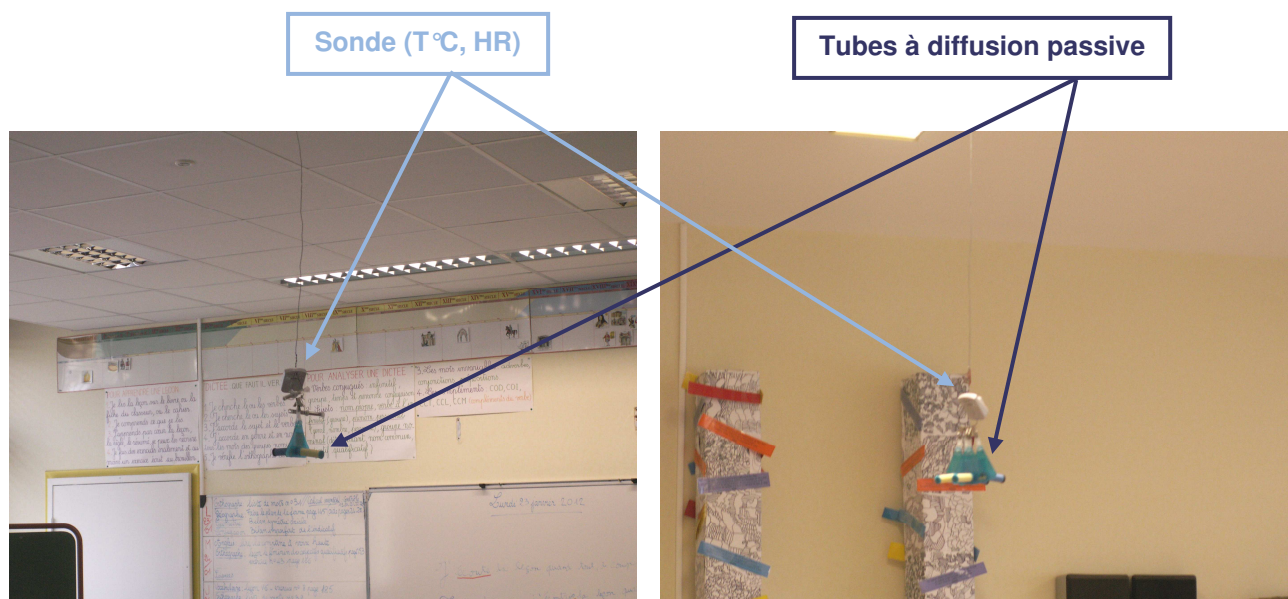
Les classes investiguées ont été occupées par les élèves et les professeurs, pendant la durée des campagnes de mesures. D'après les témoignages récupérés auprès du personnel de l'école, la ou les sources des nuisances olfactives sont localisées comme étant internes au bâtiment (aucune odeur extérieure). La qualité de l'air n'a, par conséquent, pas été mesurée à l'extérieur des locaux, au cours de cette étude.

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

b. Choix de l'emplacement du prélèvement dans les salles de classe

La localisation des prélèvements respecte les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde et du benzène dans l'air des lieux clos ouverts au public (décembre 2008), élaborés par le LCSQA en partenariat avec le CSTB.

Le point de prélèvement est donc représentatif de l'exposition moyenne. Il est éloigné des courants d'air, des zones proches des portes et fenêtres, des sources de chaleur et des sources d'émissions et placé à plus de 50 cm des parois de la pièce.



Localisation des prélèvements dans la classe témoin

Localisation des prélèvements dans la classe de CE2

IV.3. Déroulement des campagnes

Deux campagnes de mesures ont été menées :

- du 23 au 27 janvier 2012, pour la campagne hivernale,
- du 18 au 22 juin 2012, pour la campagne estivale.

V. Résultats

V.1. Qualité des mesures

Les résultats sont donnés pour une température de 20°C et une pression de 1013 hPa. Les concentrations obtenues sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Des prélèvements ont été effectués en doublon, afin de valider les résultats et de vérifier la répétabilité des mesures.

Des blancs de terrain ont suivi le même parcours que les tubes exposés, à l'exception du prélèvement et sont donc témoins de l'éventuelle contamination environnante durant le stockage et le transport.

- Lors de la campagne de mesure hivernale des BTEX, l'analyse du blanc terrain a révélé une concentration en toluène d'environ $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ce qui est extrêmement élevée pour un blanc. Les prélèvements par tube à diffusion passive ont, donc, été victimes d'une contamination importante au toluène. Cette contamination est certainement à l'origine des nombreux problèmes rencontrés sur ces mesures. En effet, suite à un écart important constaté entre les concentrations du doublon, la mesure du benzène dans la classe de CE2 a été invalidée. De même, les concentrations en éthylbenzène et en mp-xylène n'ont pas pu être déterminées, suite à un problème de coélution lors de l'analyse.

<i>Campagne hivernale 1 (janvier)</i>	Classe de CE2	Classe témoin
Benzène	<i>Nv *</i>	1,6
Toluène	<i>Nv *</i>	<i>Nv *</i>
Éthylbenzène	<i>Nd **</i>	<i>Nd **</i>
o-Xylène	3,3	2,7
mp-Xylène	<i>Nd **</i>	<i>Nd **</i>

Concentrations en BTEX lors de la campagne hivernale

** Nv : résultat non-valide*

*** Nd : résultat non-déterminé*

Au vu des difficultés rencontrées sur la mesure des BTEX au cours de cette campagne, les résultats obtenus ne seront pas exploités dans ce rapport. En conséquence, une campagne supplémentaire des BTEX a été réalisée dans la classe de CE2 du 19 au 23 mars 2012, afin d'obtenir un résultat exploitable pour ces polluants, en période hivernale.

- Les valeurs des autres blancs ont été faibles par rapport aux quantités prélevées dans les échantillons et ont été retranchées aux échantillons.

V.2. Le Formaldéhyde et les BTEX

V.2.1. Le Formaldéhyde

V.2.1.1. Résultats pour le formaldéhyde et comparaison avec les valeurs réglementaires

Dans le tableau suivant, sont présentées les concentrations moyennes en formaldéhyde mesurées dans les salles de classe au cours des deux campagnes de mesures :

Concentration en Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Classe de CE2	Classe témoin	Valeurs réglementaires
Campagne hivernale	22,8	18	AFSSET (VGA) : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en exposition chronique
Campagne estivale	23,05	16,3	

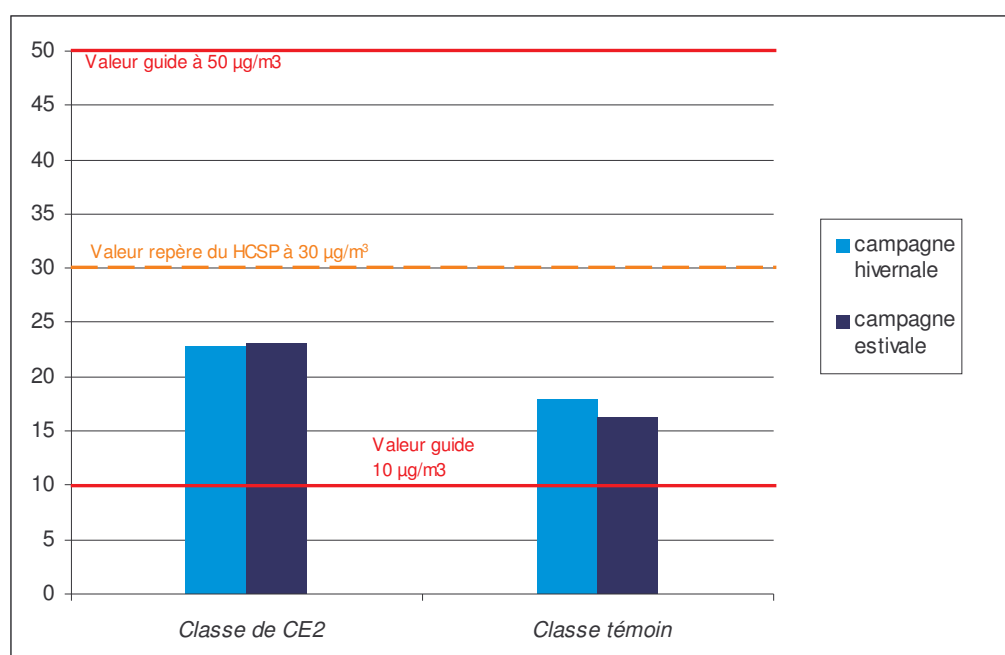
Concentrations en formaldéhyde

Une concentration maximale en formaldéhyde de **23,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** a été mesurée dans la classe de CE2, au cours de la campagne de mesure estivale.

L'ensemble des concentrations mesurées en formaldéhyde **dépassent** la valeur guide pour une exposition à long terme fixée à **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** par l'AFSSET. Par contre, la **valeur repère de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ du HCSP** (qui préconise, dans ce cas, d'aérer les locaux et de choisir du mobilier faiblement émissif) et la **valeur guide de l'AFSSET** pour une exposition sur deux heures (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont **respectées** dans les deux salles de classe étudiées et au cours de chaque campagne de mesures.

Au vu des résultats obtenus et du respect de la valeur repère du HCSP dans les deux salles de classe investiguées, la mise en place d'actions correctives n'est pas préconisée à l'école Henri Barbusse, pour ce qui concerne le formaldéhyde.

Les résultats obtenus pour le formaldéhyde lors des campagnes, ainsi que les valeurs réglementaires correspondantes, sont récapitulés dans le graphique suivant :



Concentrations en formaldéhyde et valeurs réglementaires

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

V.2.1.2. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale

Généralement, les concentrations en formaldéhyde sont plus élevées en période estivale qu'en période hivernale, principalement en raison de la volatilité du formaldéhyde en lien avec la température de la pièce. En effet, pour une même source d'émission de formaldéhyde, plus la température sera élevée et plus les émissions seront fortes.

Dans cette étude, une augmentation de la température a bien été enregistrée entre la campagne hivernale et la campagne estivale (de 19,1 °C à 21,9 °C dans la classe de CE2 et de 19,2 °C à 21,0 °C dans la classe témoin ; cf. V.3.). Or, dans chaque classe, on constate que, malgré cette augmentation de température, les concentrations en formaldéhyde mesurées sont très proches, lors des deux campagnes de mesures. Dans la classe témoin, la concentration la plus élevée (18 µg/m³) a même été mesurée en période hivernale.

Au regard des questionnaires remplis par les professeurs, aucun événement particulier, susceptible d'expliquer les résultats obtenus, ne s'est produit durant la campagne hivernale. Par contre, il semblerait que l'aération (ouverture des portes et des fenêtres) de la salle témoin ait été plus importante lors de la campagne estivale. Il se pourrait donc que l'aération accrue, dans cette salle, ait limité l'accumulation du formaldéhyde et ait pu compenser l'augmentation des émissions de formaldéhyde due à l'augmentation de la température, en été. La présence d'une source d'émission de formaldéhyde particulière en hiver fait aussi partie des hypothèses permettant d'interpréter les concentrations mesurées.

V.2.1.3. Comparaison entre les deux salles de classe investiguées

Dans le tableau suivant, est présentée la moyenne des concentrations en formaldéhyde (été et hiver) rencontrées dans chaque salle de classe :

Concentration en Formaldéhyde (µg/m ³)	Classe de CE2	Classe témoin
Moyenne	22,9	17,2

Concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde

On remarque que la concentration moyenne en formaldéhyde de la classe de CE2 est légèrement supérieure à celle de la classe témoin.

Cependant, l'écart constaté, entre les deux concentrations, reste faible et ne semble donc pas être en mesure d'expliquer la présence de nuisances olfactives dans la salle de classe de CE2 et l'absence de nuisances dans la salle de classe témoin.

Après analyse des concentrations mesurées, le **formaldéhyde ne semble pas être** le (ou un des) polluant(s) à l'**origine des nuisances olfactives** ressenties à l'école Henri Barbusse.

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

V.2.1.4. Comparaison avec d'autres campagnes de mesures du formaldéhyde, en air intérieur

Etude	Période	Nombre et type de classe	Concentrations $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
			moyenne	min	médiane	max
Campagne ASPA Strasbourg 2004 -2005	Nov-déc 04 Janv 05	222 classes primaires	22	4	19	80
Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes 2007-2008	Déc 07 Juin 08	4 écoles primaires	29,6	18,6	25,5	60,6
Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes 2009-2010	Juin 09 Janv 10	5 écoles primaires	24,7	8,4	18,5	71,5
Campagne Air Breizh Ecole Henri Barbusse 2012	Jan et juin 12	1 école primaire	20,0	16,3	20,4	23,05

Concentrations en formaldéhyde dans différents établissements scolaires en France

Les concentrations en formaldéhyde, mesurées à l'école Henri Barbusse, sont dans la moyenne de ce que l'on a pu mesurer dans d'autres écoles, lors de campagnes de mesures du formaldéhyde en air intérieur menées par Air Breizh et l'ASPA [5] [6] [7]. La concentration maximale, à l'école Henri Barbusse, ($23,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est même nettement plus faible que les concentrations maximales rencontrées dans ces autres écoles (entre $60,6$ et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le tableau, ci-dessous, présente la répartition des concentrations en formaldéhyde mesurées lors de la campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches portant sur 300 établissements en France (2009-2011) [8].

Répartition des concentrations en Formaldéhyde						
Etude	Etablissements investigués	de 0 à $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	de 10 à $<30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	de 30 à $<50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	de 50 à $<100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Campagne Nationale de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches (2009 - 2011)	300	19,6%	68,2%	10,3%	1,9%	0,0%
Campagne Air Breizh Ecole Henri Barbusse 2012	1 (4 mesures)	-	100%	-	-	-

Concentrations en formaldéhyde dans différents établissements scolaires en France

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

Les niveaux rencontrés dans les salles de classe de l'école Henri Barbusse sont situés dans le même intervalle de concentration (de 10 à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) que la majorité des pièces investiguées (68,2 %) lors de la campagne nationale de la qualité de l'air intérieur.

V.2.2. Les BTEX

V.2.2.1. Résultats pour les BTEX et comparaison avec les valeurs réglementaires

Les concentrations moyennes des BTEX pendant la seconde campagne de mesure hivernale, qui s'est déroulée du 19 au 23 mars, sont présentées dans le tableau suivant :

Campagne hivernale 2 (Mars)	Classe de CE2	Valeurs réglementaires
Benzène	3,35	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VGAI pour une exposition vie entière)
Toluène	3,95	192 mg/m^3 (VME)
Éthylbenzène	1,85	88,4 mg/m^3 (VME)
o-Xylène	3,65	221 mg/m^3 (VME)
mp-Xylène	0,8	221 mg/m^3 (VME)

Concentrations en BTEX lors de la seconde campagne hivernale

Les concentrations moyennes des BTEX pendant la campagne estivale sont présentées dans le tableau suivant :

Campagne estivale (juin)	Classe de CE2	Classe témoin	Valeurs réglementaires
Benzène	3,5	3,6	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VGAI pour une exposition vie entière)
Toluène	5,0	2,7	192 mg/m^3 (VME)
Éthylbenzène	2,65	1,8	88,4 mg/m^3 (VME)
o-Xylène	3,55	2,6	221 mg/m^3 (VME)
mp-Xylène	1,15	0,9	221 mg/m^3 (VME)

Concentrations en BTEX lors de la campagne estivale

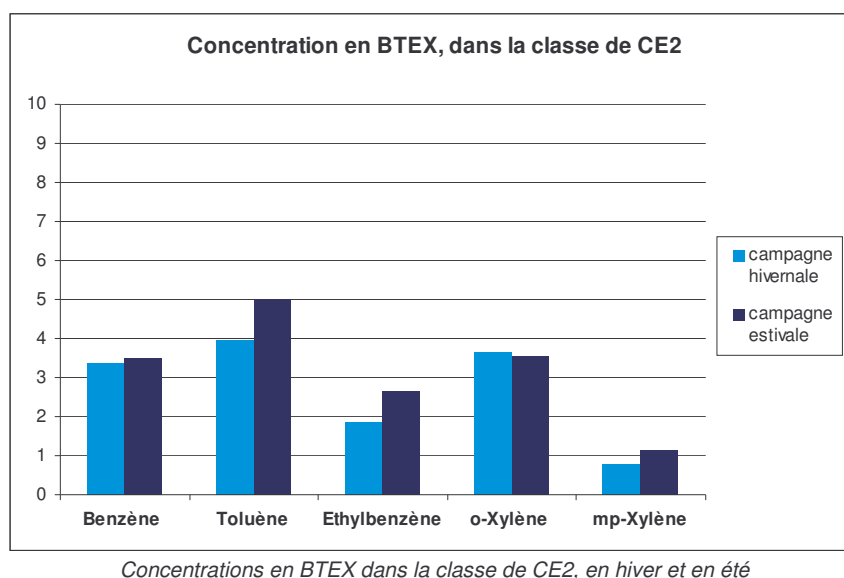
Au cours des campagnes de mesures, les concentrations en benzène ont été comprises entre 3,35 et 3,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La VGAI à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de 1 à 14 jours est, donc, respectée.

Toutes les mesures effectuées dépassent la VGAI à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition vie entière. De même, les concentrations ne respectent pas la valeur de gestion de la qualité d'air intérieur fixée à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, au-dessus de laquelle, le HCSP recommande de **mettre en place des actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel, laissées à l'initiative du Maire et du Directeur d'établissement, en ce qui concerne le benzène. La mise en place d'une **meilleure aération des locaux** et le remplacement du mobilier actuel par du **mobilier faiblement émissif en COV** font notamment partie des actions d'améliorations possibles.**

Pour les autres BTEX, les valeurs seuil de l'OMS et les valeurs limites ou moyennes d'exposition préconisées dans les atmosphères de travail (VME ou VLE) ne sont pas dépassées.

V.2.2.2. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale

Le graphique suivant reprend les concentrations en BTEX obtenus dans la classe de CE2 durant les campagnes hivernale et estivale :

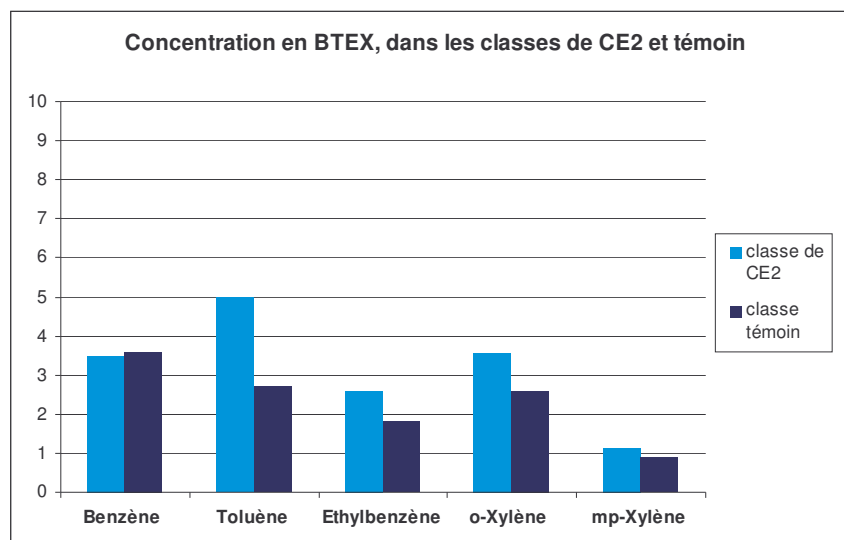


Globalement, les concentrations mesurées en BTEX lors des deux campagnes de mesures sont très proches. C'est particulièrement le cas pour le benzène et les xylènes. Pour le toluène et l'éthylbenzène, on observe une concentration légèrement plus élevée pendant la campagne estivale, mais la différence avec la campagne hivernale reste faible.

Traditionnellement, les campagnes de mesures du benzène présentent des concentrations supérieures en période hivernale par rapport aux périodes estivales. Cette constatation s'explique principalement par une augmentation de la source « chauffage » en période hivernale qui est une source importante de benzène [9]. Dans le cas de l'école Henri Barbusse, la concentration en benzène est légèrement plus importante en été. Il semblerait donc que le chauffage domestique n'est eu que peu d'impact au cours de cette étude.

V.2.2.3. Comparaison entre les deux salles de classe investiguées

Le graphique suivant reprend les concentrations en BTEX obtenus dans les salles de classe de CE2 et témoin, durant la campagne estivale :



Concentrations en BTEX dans la classe de CE2 et dans la classe témoin, en été

Pour le benzène, considéré comme le plus toxique des BTEX, les concentrations sont quasiment identiques dans les deux salles de classes investiguées. Tout comme pour le formaldéhyde, l'absence de différence significative entre les concentrations en benzène mesurées dans les deux classes tend à montrer que le benzène n'est pas à l'origine des nuisances olfactives ressenties à l'école Henri Barbusse.

Pour l'éthylbenzène et les xylènes, les concentrations rencontrées dans la salle de classe de CE2 sont légèrement supérieures à celle de la classe témoin ; de 1,25 fois supérieure pour le mp-xylène jusqu'à 1,4 fois supérieure pour l'éthylbenzène. Néanmoins, les écarts rencontrés restent peu importants et ne semblent pas en mesure d'expliquer la présence de gênes olfactives dans la classe de CE2.

Le toluène affiche l'écart le plus important entre les deux pièces étudiées. La concentration est presque 2 fois plus élevée dans la salle de classe de CE2 par rapport à la salle témoin. Cependant, le seuil de détection olfactive du toluène défini par l'OMS est très élevé ($1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 30 minutes) [10]. En l'absence de mesure en continu, on ne peut exclure que ce seuil ait été dépassé, mais cela paraît très peu probable au vu des faibles niveaux moyens rencontrés sur 1 semaine (de l'ordre de quelques $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Au final, aucun des polluants mesurés ne semble être en mesure d'expliquer la présence des nuisances olfactives. **L'origine des nuisances olfactives** ressenties dans la classe de CE2 **n'a, donc, pas pu être clairement identifiée**, au cours de cette étude. De nombreux autres polluants présents dans l'air intérieur (autres COV, polluants biologiques, autres polluants physicochimiques, ...), non mesurés lors de cette étude, pourraient être responsables de ces nuisances olfactives.

V.2.2.4. Comparaison avec d'autres campagnes de mesures des BTEX, en air intérieur

Les concentrations en Benzène mesurées lors des campagnes de mesures (comprises entre 3,35 et $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont légèrement supérieures à la moyenne des concentrations dans des écoles françaises ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), indiquée dans l'inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments [11], et assez nettement supérieures à la médiane des concentrations mesurées par l'OQAI lors d'une campagne nationale dans des logements français, réalisée en 2006 ($2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [12].

Le tableau, ci-dessous, présente la répartition des concentrations en benzène mesurées lors de la campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches portant sur 300 établissements en France (2009-2011) [8].

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)

Etude	Etablissements investigués	Répartition des concentrations en Benzène			
		de 0 à <2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 2 à <5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 5 à <10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Campagne Nationale de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches (2009 - 2011)	300	35,7%	63,3%	0,9%	0,1%
Campagne Air Breizh Ecole Henri Barbusse 2012	1 (4 mesures)	-	100%	-	-

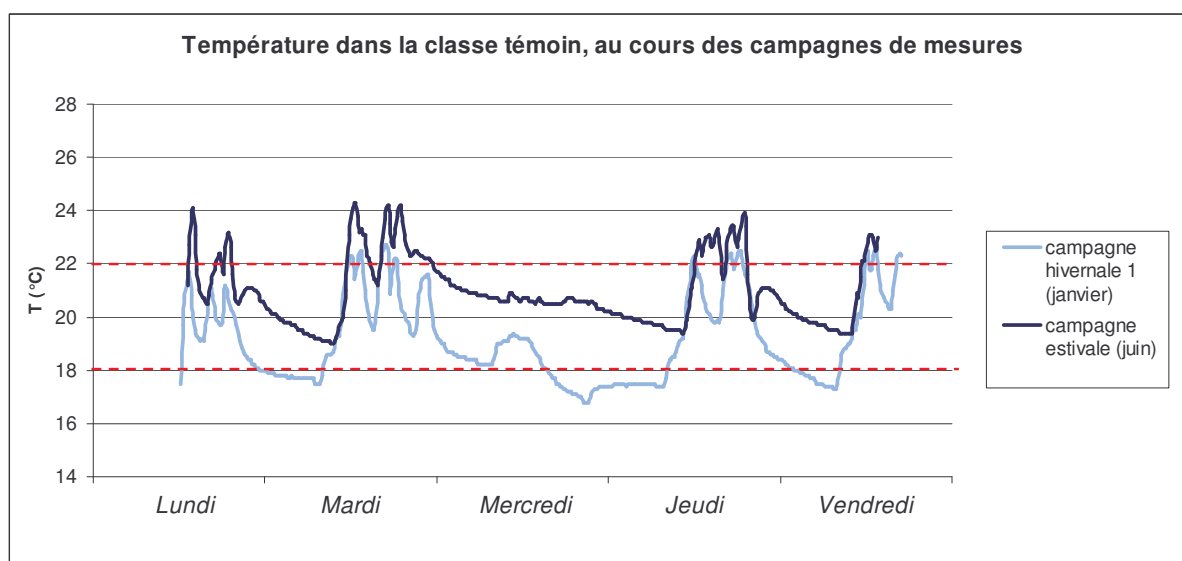
Concentrations en benzène dans différents établissements scolaires en France

Les niveaux rencontrés dans les salles de classe de l'école Henri Barbusse sont situés dans le même intervalle de concentration (de 2 à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) que la majorité des classes investiguées (63,3 %) lors de la campagne nationale de la qualité de l'air intérieur.

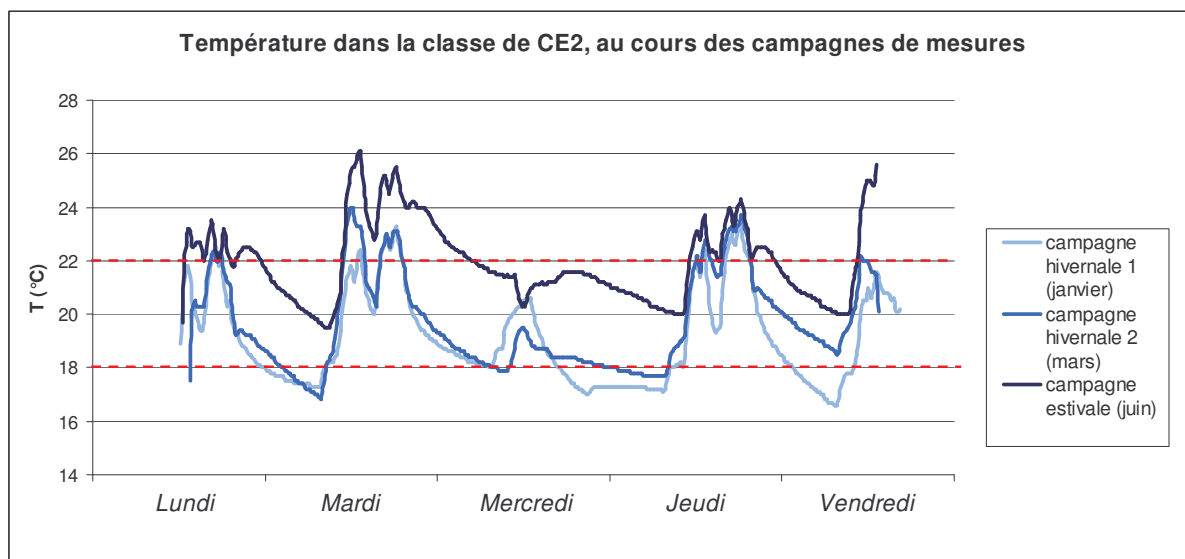
Les concentrations en toluène, en mp-xylènes et en éthylbenzène sont plus faibles que les médianes des concentrations rencontrées dans les logements français en 2006 (12,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le toluène, 5,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les mp-xylène et 2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'éthylbenzène) [12]. En revanche, pour l'o-xylène, les concentrations sont légèrement supérieures à la médiane des concentrations rencontrées dans les logements français en 2006 (2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) [8].

V.3. Les paramètres de confort (température et humidité relative)

La température T(°C) et l'humidité relative HR (%) sont les principaux paramètres de confort, elles peuvent notamment être à l'origine de l'apparition d'acariens ou de moisissures qui peuvent à leur tour avoir un impact sur la santé et sur le ressenti des occupants. D'après l'OQAI, l'humidité relative doit être comprise entre 40 et 70% et la température entre 18 et 22 °C pour que le confort soit optimum.

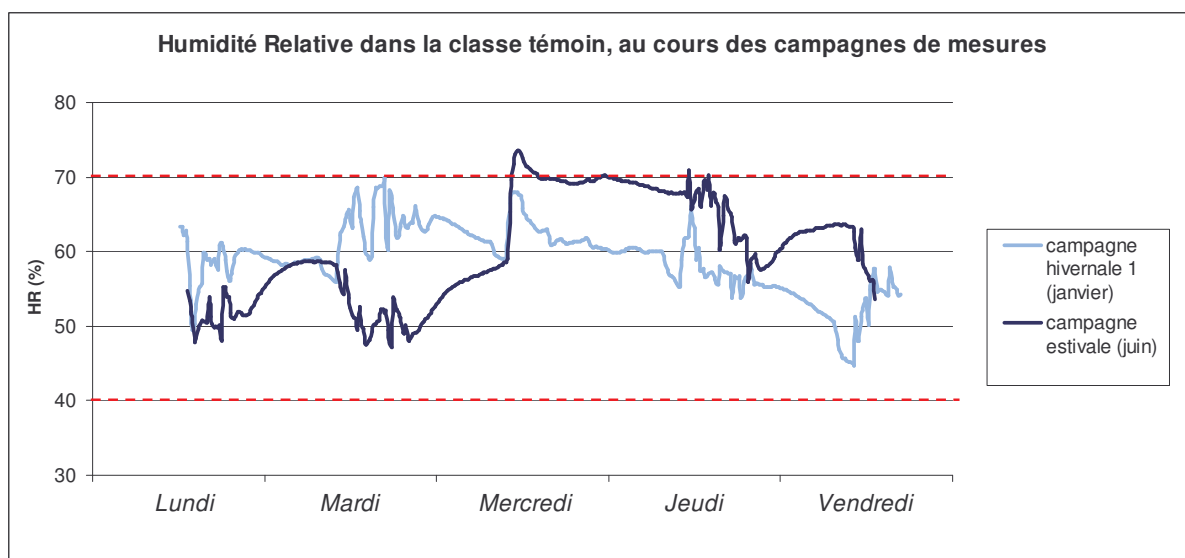


Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)



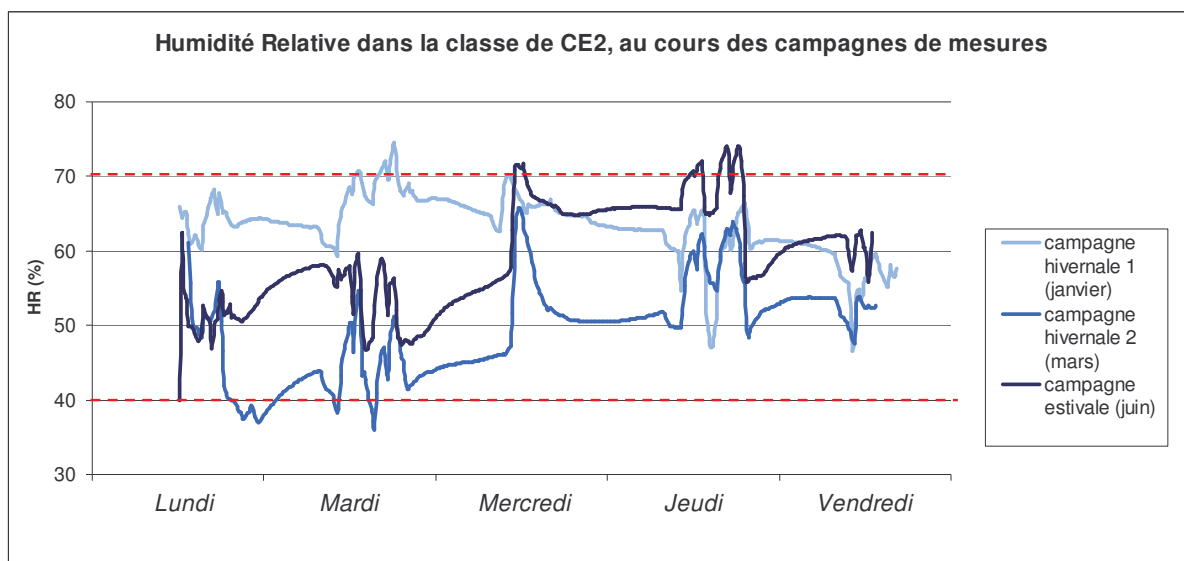
Evolution de la température dans la classe de CE2

Dans les deux classes, la température oscille majoritairement dans l'intervalle de confort, soit entre 18 et 22°C. On observe, toutefois, une légère tendance à dépasser la borne supérieure, surtout durant la campagne estivale. On observe un maximum de température de 26,1°C le mardi 19 juin à 11h55 dans la classe de CE2, et un minimum de 16,6°C le vendredi 27 janvier à 6h25 dans la classe de CE2, en l'absence d'occupants.



Evolution de l'humidité relative dans la classe témoin

Etude de la qualité de l'air intérieur dans l'école Henri Barbusse, à Lanester (56)



Evolution de l'humidité relative dans la classe de CE2

Dans les deux classes, l'humidité relative évolue majoritairement dans l'intervalle pour un confort optimal (entre 40% et 70%). L'humidité relative maximum observée est de 74 % le jeudi 21 juin à 15h30 et le minimum est de 36,2 % le mardi 20 mars à 14h15.

Dans l'ensemble, les conditions requises pour un confort optimal sont respectées.

VI. Conclusion

Cette étude a été réalisée suite à la survenue de plaintes de certains professeurs de l'école Henri Barbusse, à Lanester, ressentant des nuisances olfactives particulièrement gênantes et persistantes. Les mesures réalisées au cours des campagnes ont permis d'effectuer un premier bilan de la qualité de l'air intérieur des locaux de l'école en mesurant les concentrations de différents polluants, dans deux classes. Les objectifs de cette étude étaient de vérifier que les polluants étudiés respectent les seuils réglementaires (lorsqu'ils existent) et d'essayer d'identifier une (ou plusieurs) source(s) de nuisances olfactives.

- ❖ Pour le **Formaldéhyde**, les concentrations mesurées dans les deux classes étudiées sont comprises entre 16,3 et 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles **dépassent la valeur guide** pour une exposition à long terme **fixée à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** par l'AFSSET, mais **respectent la valeur repère de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** du HCSP (qui préconise, dans ce cas, d'aérer les locaux et de choisir du mobilier faiblement émissif) et la **valeur guide** de l'AFSSET pour une exposition sur deux heures (**50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**).

Les niveaux rencontrés sont dans la moyenne des concentrations mesurées dans d'autres écoles lors de campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur, en France. Au vu des résultats obtenus et du respect de la valeur repère du HCSP dans les deux salles de classe investiguées, la mise en place d'actions correctives ne semble pas nécessaire à l'école Henri Barbusse, pour ce polluant.

- ❖ Pour le **Benzène**, les concentrations mesurées sont comprises entre 3,35 et 3,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La VGAI à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de 1 à 14 jours est, donc, largement respectée. Par contre, **l'ensemble des mesures** réalisées **dépassent la VGAI à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour une exposition vie entière. De même, les concentrations **ne respectent pas la valeur de gestion du HCSP**, fixée à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, au dessus de laquelle des actions spécifiques sont à mettre en place.

Les concentrations mesurées sont légèrement supérieures à la moyenne des concentrations dans des écoles françaises (3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), indiquée dans l'inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments.

Au vu des recommandations du HCSP et des concentrations rencontrées, il est préconisé de **mettre en place des actions d'amélioration de la situation** (meilleure aération des locaux, mobilier et peintures peu émissifs, ...) **et de sensibilisation du personnel**, laissées à l'initiative du Maire et du Directeur d'établissement.

- ❖ Pour les **autres BTEX**, les valeurs seuil de l'OMS et les valeurs limites ou moyennes d'exposition préconisées dans les atmosphères de travail (VME ou VLE) ne sont pas dépassées.

L'origine des nuisances olfactives ressenties au 1^{er} étage de l'école Henri Barbusse **n'a pas pu être clairement identifiée**, au cours de cette étude.

Il faut noter que cette campagne de mesures n'est représentative que de la période étudiée et ne permet pas d'appréhender l'ensemble des gênes ressenties.

Bibliographie

- [1] INRS – Fiches Toxicologiques (toluène, o-Xylène, m+p-Xylène, formaldéhyde, benzène, éthylbenzène)
- [2] AFSSET – Valeurs guides de qualité d'air intérieur – Document cadre et éléments méthodologiques – Juillet 2007
- [3] HCSP – VALEURS REPERES D'AIDE A LA GESTION DANS L'AIR DES ESPACES CLOS – Le formaldéhyde – Octobre 2009
- [4] HCSP – VALEURS REPERES D'AIDE A LA GESTION DANS L'AIR DES ESPACES CLOS – Le benzène – Juin 2010
- [5] ASPA - Campagne de mesure du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de petite enfance de la ville de Strasbourg : bilan des niveaux mesuré – Strasbourg - 2005 – 39 p.
- [6] AIR BREIZH - Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire à Rennes Métropole – J. Moulin, J. Zay, R. Doisneau, Groupe scolaire des Landes – Avril 2009
- [7] AIR BREIZH - Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire à Rennes 2010 – S. Delaunay, J. Isaac, Quineleu, J. Moulin, R. Doisneau – Juillet 2010
- [8] CSTB - DONNEES NATIONALES DE L'ENSEMBLE DE LA CAMPAGNE PILOTE (2009-2011) *Phase 1 et Phase 2* - 2012
- [9] INERIS - Surveillance du Benzène : état des lieux des niveaux de benzène en air intérieur – Décembre 2010
- [10] INERIS - Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Toluène – Février 2011
- [11] MOSQUERON L., NEDELLEC V. – Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments - Actualisation des données sur la période 2001-2004 – Rapport OQAI - Paris – 2004 – 61 p.
- [12] OQAI - Campagne nationale Logements – Etat de la qualité de l'air dans les logements français – Rapport Final – Novembre 2006