

Ecole élémentaire

« Les Grandes Varennnes »

Evaluation de la qualité de l'air intérieur

Période de mesure : octobre et décembre 2017

Commune et département d'étude : La Rochelle, Charente-Maritime (17)

Référence : QAI-EXT-17-045

Version finale du : 02/03/2018

Auteur(s) : Fiona PELLETIER
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :
E-mail : contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100




www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Titre : Evaluation de la qualité de l'air intérieur – école élémentaire « Les Grandes Varennes »

Reference : QAI_EXT_17_045

Version : finale du 02/03/2018

Nombre de pages : 29 (couverture comprise)

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Fiona PELLETIER	Agnès HULIN	Rémi FEUILLADE
Qualité	Ingénieure études	Responsable du service Etudes, Modélisation, Anticipation	Directeur Délégué Production et Exploitation
Visa			

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (<http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org>)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100

Sommaire

1. Contexte et objectifs	6
2. Polluants suivis	6
2.1. Dioxyde de carbone (CO ₂)	6
2.2. Composés organiques volatils (COV).....	7
2.3. Aldéhydes.....	8
3. Organisation de l'étude	9
4. Résultats	11
4.1. Paramètres de confort.....	11
4.2. CO ₂ et confinement.....	13
4.3. Composés organiques volatils (COV).....	15
4.4. Aldéhydes.....	17
5. Conclusion	20

Annexes

Bibliographie	21
Synthèse des résultats pour le toluène.....	23
Synthèse des résultats pour l'éthylbenzène	24
Synthèse des résultats pour les xylènes	24
Synthèse des résultats pour l'acétaldéhyde.....	25
Synthèse des résultats pour le propanal.....	25
Synthèse des résultats pour le butanal.....	25
Synthèse des résultats pour le benzaldéhyde.....	25
Synthèse des résultats pour l'isopentanal	26
Synthèse des résultats pour le pentanal	26
Synthèse des résultats pour l'hexanal	26
Tables de données : COV	27
Tables de données : aldéhydes.....	28

Abréviations :

AASQA :	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l’Air
ADEME :	Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie
ANSES :	Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CNL :	Campagne Nationale Logements
CO ₂ :	Dioxyde de Carbone
COV :	Composés Organiques Volatils
CSTB :	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DNPH :	2,4-Dinitrophénylhydrazine
ERP :	Etablissement Recevant du Public
FID :	Détection par Ionisation de Flamme
GC :	Chromatographie gazeuse
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HPLC :	Chromatographie Liquide Haute Performance
HR :	Humidité Relative
ICONE :	Indice de confinement
µm :	micromètre (= 1 millionième de mètre = 10 ⁻⁶ m)
NDIR :	Infrarouge Non Dispersif
NO :	monoxyde d’azote
NO ₂ :	dioxyde d’azote
NO _x :	oxydes d’azote
O ₃ :	ozone
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI :	Observatoire de la Qualité de l’Air Intérieur
PM2.5 :	particules fines dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm
PM10 :	particules fines dont le diamètre est inférieur à 10 µm
ppm :	partie par million
QAI :	Qualité de l’Air Intérieur
RSD :	Règlement Sanitaire Départemental
SO ₂ :	dioxyde de soufre
TCE :	Trichloroéthylène
TU :	Temps Universel
UV :	Ultraviolet
VGAI :	Valeur Guide pour l’Air Intérieur
VTR :	Valeur Toxicologique de Référence

Définitions :

Centile 99 (ou percentile 99) : c'est la valeur pour laquelle 99% des données sont inférieures à celle-ci et 1% des données sont supérieures à celle-ci.

Humidité relative (HR) : l'humidité relative a un faible impact sur la sensation thermique et sur la perception de la qualité de l'air dans les locaux à occupation sédentaire. Toutefois, les humidités intérieures durablement élevées peuvent être la cause de proliférations microbiennes et fongiques (humidité > 70%), et une humidité très basse (< 15-20%) peut entraîner un dessèchement et/ou une irritation des yeux et des voies respiratoires. [1]

Médiane : c'est le nombre qui sépare une série de données en 2 groupes de même effectif (50% des données sont supérieures à la médiane et 50% des données sont inférieures à la médiane).

Valeur Guide pour l'Air Intérieur (VGAI) : telle que définie dans le décret n° 2011-1727, c'est une valeur fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre dans la mesure du possible dans un délai donné.

Valeur d'action rapide : telle que définie dans le décret n° 2015-1926 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les établissements recevant du public (ERP), c'est une valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées et pour laquelle le préfet de département doit être informé.

1. Contexte et objectifs

Nous passons en moyenne 85% de notre temps dans des espaces clos. Que ce soit dans les logements, les transports, les lieux de travail ou de vie scolaire, les espaces clos de loisirs, etc. La problématique « Bâtiment – Santé » qui a émergé dans les années 70, suites aux politiques d'économie d'énergie recommandant une isolation plus importante des bâtiments, est aujourd'hui une préoccupation reconnue des instances nationales et de la communauté scientifique.

Ainsi, dans le cadre du projet **Impact'air** (issu du programme Aide à l'Action des Collectivités Territoriales en faveur de la qualité de l'AIR) (ADEME 2016) des crèches, maternelles et écoles élémentaires de la ville de La Rochelle ont été étudiées dans le but d'améliorer la qualité de l'air intérieur de ces établissements accueillant des publics sensibles. Cette étude repose sur des mesures de qualité de l'air en intérieur et une recherche des facteurs d'amélioration en faveur de la qualité de l'air (le projet IMPACT'AIR s'est concentré tout particulièrement sur les pratiques d'aération dans les établissements scolaires).

Dans le cadre de ces investigations, une salle de classe de l'école élémentaire des Grandes Varennes avait été investiguée grâce à des moyens de mesures dynamiques et passifs. L'étude avait eu lieu sur 5 semaines en février/mars 2016. Les mesures portaient sur les polluants suivants : formaldéhyde, dioxyde de carbone et une liste de 31 composés organiques volatils. Les mesures avaient été réalisées dans la classe vide de meuble, puis avec mobilier mais sans occupant, puis en occupation normale. De plus, en occupation normale, différents scénarii d'aération avaient été mis en place pour en observer l'impact sur la qualité de l'air. D'autres mesures par tubes passifs ont également été réalisées en 2015.

Depuis, des travaux de peinture (peinture spéciale avec capteurs de formaldéhyde) ont été réalisés (été 2016) dans cette salle de classe (celle du Directeur).

C'est dans ce contexte que la ville de La Rochelle et Atmo Nouvelle-Aquitaine ont décidé de réaliser une nouvelle campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur aux Grandes Varennes.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de cette peinture sur la qualité de l'air intérieur (QAI) de cette salle de classe, notamment sur les niveaux en formaldéhyde.

Le présent rapport présente les résultats des deux campagnes de mesures (réalisées du 2 au 6 octobre puis du 11 au 15 décembre 2017).

Ce rapport est destiné à la commune de La Rochelle, et il sera publié sur le site <http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/> pour tout public intéressé.

2. Polluants suivis

2.1. Dioxyde de carbone (CO₂)

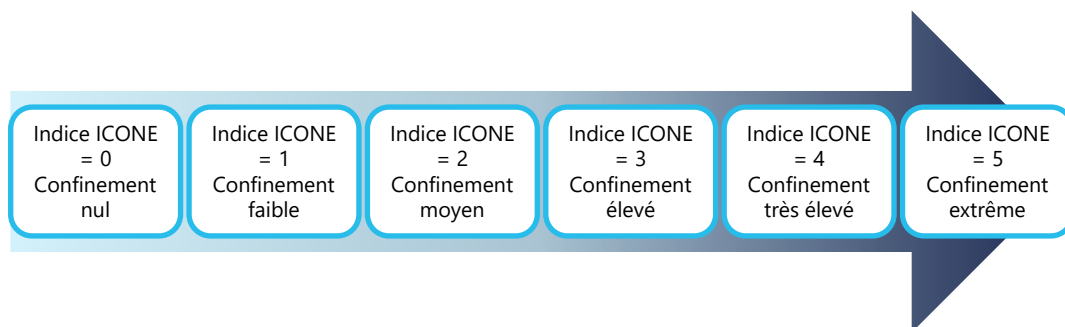
Origines

Le dioxyde de carbone (CO₂), naturellement présent dans l'atmosphère, est une molécule produite par l'organisme humain au cours de la respiration. Sa concentration dans l'air intérieur des bâtiments est liée à l'occupation humaine et au renouvellement d'air, et est un indicateur du niveau de confinement de l'air.

Indice de confinement ICONÉ

L'indice de confinement (ICONÉ), établi par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), exprime le confinement de l'air. Il est calculé à partir des mesures en dioxyde de carbone (CO₂) lorsque des personnes sont présentes dans la pièce. Cet indice est utilisé dans le cadre de la réglementation relative à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) (décret n°2015-1000). [2]

L'état du confinement est évalué grâce à la valeur de l'indice ICONÉ selon l'échelle ci-dessous.



Formule de calcul de l'indice de confinement :

$$I = [2.5/\log_{10}(2)] * \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

Avec f_1 : proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm

f_2 : proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm

L'indice de confinement des différentes pièces est calculé sur les plages de présence des enfants (au moins 50% de l'effectif) dans les différentes pièces.

Effets sur la santé

Le taux de CO₂ et donc le confinement ont des impacts sanitaires (maux de tête, vertige, fatigue) mais peuvent également influencer les performances intellectuelles, notamment celles des enfants dans les salles de classe. Une étude danoise a montré qu'un doublement de la ventilation dans les salles de classe augmentait les performances des enfants de 15%. Une autre étude, européenne, portant sur 800 enfants dans 8 écoles a montré que les scores des élèves aux tests de concentrations diminuaient lorsque les niveaux de CO₂ augmentaient.

Réglementation applicable au CO₂ et à l'indice ICONÉ :

Valeur limite [3]	ICONÉ = 5
Valeur de référence pour le CO ₂ [4]	1300 ppm (dans les locaux où il est interdit de fumer)

2.2. Composés organiques volatils (COV)

Origines :

C'est un ensemble de composés appartenant à différentes familles chimiques. Les COV sont largement utilisés dans la fabrication de nombreux produits, matériaux d'aménagement et de décoration : peinture, vernis, colles, nettoyants, bois agglomérés, moquette, tissus neufs,... Ils sont également émis par le tabagisme et par les activités d'entretien et de bricolage. Leur point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement à la température ambiante et de se retrouver ainsi dans l'air. Les COV sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur compte tenu de la multiplicité des sources intérieures. *Les sources potentielles de COV sont détaillées en annexe.*

Les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes) sont des COV de même que le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène, le styrène, l'alpha-pinène et le 1,4-dichlorobenzène mesurés dans le cadre de cette étude.

Effets sur la santé :

Ils sont le plus souvent mal connus mais on leur attribue, selon les composés, des irritations de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire, des nausées, maux de tête et vomissements. Quelques composés, comme par exemple le benzène, sont associés à des leucémies ou à des cancers (dans le cas d'exposition professionnelle). D'autres sont suspectés d'atteintes de la reproduction (éthers de glycol [2-éthoxyéthanol, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol] par exemple).

Réglementation concernant le benzène en air ambiant [5] :

Valeur limite	5 µg/m ³ en moyenne annuelle
Objectif de qualité	2 µg/m ³ en moyenne annuelle

Valeurs de référence concernant les COV en air intérieur :

Benzène	Valeur d'action rapide	10 µg/m ³ en moyenne hebdomadaire [3]
	Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI)	2 µg/m ³ en moyenne annuelle [6] 30 µg/m ³ à court terme (1-14 jours) [7]
Ethylbenzène	VTR chronique	1500 µg/m ³ (exposition > 1an) [8]
Trichloroéthylène	VTR intermédiaire	800 µg/m ³ (pour une exposition de 14 jours à 1 an) [9]
Tétrachloroéthylène (ou perchloroéthylène)	Valeur d'action rapide	1250 µg/m ³ en moyenne hebdomadaire [3]
	VTR chronique	250 µg/m ³ (exposition > 1an) [10]

VTR = Valeur Toxicologique de Référence

2.3. Aldéhydes

Origines :

Les aldéhydes appartiennent en partie à la famille des COV. Le composé le plus connu est le formaldéhyde. Il est présent dans de très nombreux produits d'usage courant : mousses isolantes, laques, colles, vernis, encres, résines, papier, produits ménagers, pesticides. La plupart des bois agglomérés et contreplaqués en contiennent. Il est également utilisé dans les textiles ainsi que dans certains médicaments et cosmétiques. De faible poids moléculaire, cette substance a la propriété de devenir gazeuse à température ambiante. *Les sources potentielles d'aldéhydes sont détaillées en annexe.*

Dans le cadre de cette étude, les aldéhydes suivants sont mesurés : formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal.

Effets sur la santé :

Le formaldéhyde est un irritant des yeux, du nez et de la gorge. Depuis 2004, il est considéré par l'OMS comme cancérigène certain du nasopharynx et des fosses nasales. 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.

Réglementation concernant les aldéhydes en air intérieur :

Formaldéhyde	Valeur d'action rapide	100 µg/m ³ en moyenne hebdomadaire [3]
	Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI)	10 µg/m ³ en moyenne annuelle à atteindre dans la mesure du possible en 2023 [6] 30 µg/m ³ en moyenne annuelle [6] 50 µg/m ³ à court terme (2h) [11]
Acétaldéhyde	VGAI long-terme	160 µg/m ³ (exposition > 1an) [12]

3. Organisation de l'étude

Dans le cadre de cette étude, les polluants suivants ont été mesurés :

- ✓ Dioxyde de carbone (CO₂) ;
- ✓ BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes) ;
- ✓ Autres COV : trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, styrène, alpha-pinène, 1,4-dichlorobenzène ;
- ✓ Formaldéhyde ;
- ✓ Autres aldéhydes : acétaldéhyde, acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal.
- ✓ Paramètres de confort : température et humidité relative (HR).

Pour chaque paramètre, le matériel de mesure est présenté dans le Tableau 1, ainsi que la méthode d'analyse utilisée.

Polluants mesurés	Matériel	Principe d'analyse
CO ₂	Analyseur automatique (pas de temps : 10 minutes)	Spectroscopie d'absorption infrarouge non dispersif (NDIR)
COV	Tubes à diffusion passive (Radiello code 145) – Carbograph 4	Thermodésorption + détection GC-FID
Aldéhydes	Tubes à diffusion passive (Radiello code 165) – florisil / 2,4-DNPH	Extraction au solvant + détection HPLC-UV

Tableau 1 : matériel de mesure et méthode d'analyse

Prélèvements passifs :

Les prélèvements de COV et aldéhydes sont réalisés à l'aide d'échantillonneurs à diffusion passive, aussi appelés tubes passifs, de type « Radiello ».

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 des composés polluants à travers la membrane poreuse, de la zone la plus concentrée en polluants (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.

Les échantillonneurs passifs sont installés en air ambiant dans des boîtes de protection contre les intempéries. Ces boîtes sont accrochées à 2 m de hauteur sur des gouttières, poteaux électriques ou lampadaires dégagés de tout obstacles.



En air intérieur, les tubes passifs sont accrochés au centre de la pièce principale des logements (salon/séjour) à une distance d'1m des murs et des sources potentielles de pollution.

Figure 1 : tube à diffusion passive

Stratégie temporelle :

La campagne de mesures estivale a été réalisée du **lundi 2 au vendredi 6 octobre 2017**.

La campagne de mesures hivernale a été réalisée du **lundi 11 au vendredi 15 décembre 2017**.

A chaque campagne, les mesures ont duré 4.5 jours, ce qui est considéré comme la durée d'occupation moyenne des élèves lors d'une semaine d'école classique.

Le CO₂ a été mesuré uniquement pendant la campagne hivernale, conformément à ce qui est préconisé dans la réglementation [2]. En effet, c'est en phase hivernale que le confinement, et donc le taux de CO₂, sont les plus élevés.

En même temps que les campagnes de mesures, un planning d'occupation de la salle de classe investiguée a été complété par les occupants. Ce planning d'occupation précise le nombre de personnes présentes dans la pièce par tranche de 30 minutes. Les occupants ont également complété, pour chaque campagne, un questionnaire d'activités. On y retrouve les informations suivantes :

- Les périodes/fréquences d'ouverture des portes et fenêtres,
- Les différentes activités réalisées dans les locaux,
- Les activités ménagères,
- Le fonctionnement du système de ventilation, le cas échéant,
- Les évènements particuliers qui pourraient avoir un impact sur la QAI.

Stratégie spatiale :

L'école des Grandes Varennes est située avenue de la Résistance à La Rochelle (17) en zone péri-urbaine (voir Figure 2).

Les mesures intérieures sont réalisées dans la salle de classe du Directeur au 1^{er} étage de l'école des Grandes Varennes. Les mesures extérieures sont réalisées devant l'entrée de l'école.

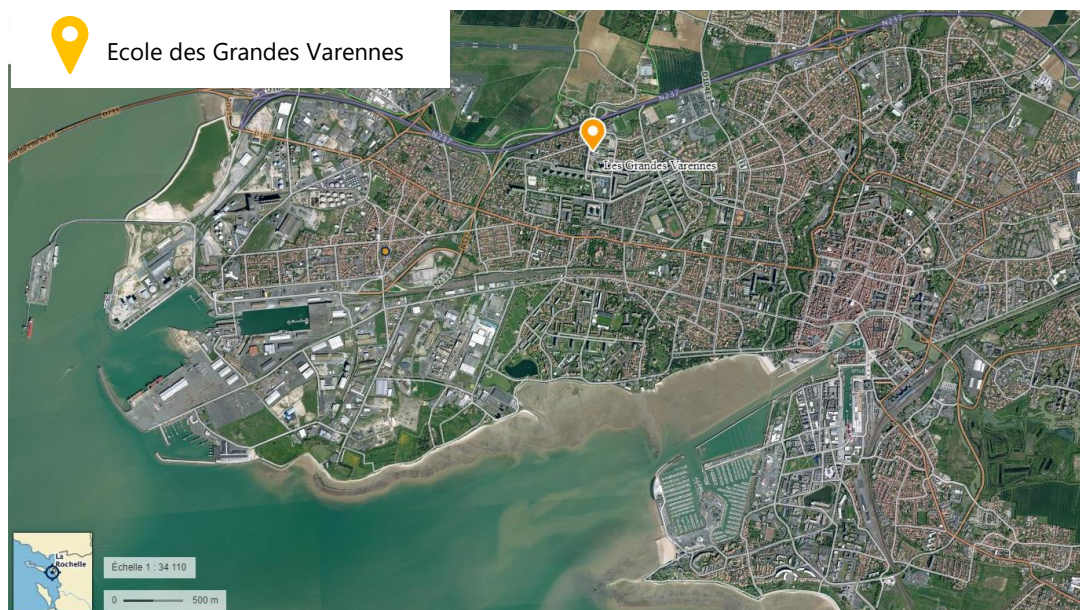


Figure 2 : plan de situation

Limites :

Les campagnes de mesures sont ponctuelles (4.5 jours), or les concentrations en polluants peuvent évoluer au cours d'une année (influence de la température, de l'humidité, du rayonnement solaire, des émissions de polluants extérieurs, des interactions entre différents polluants mais aussi des activités pratiquées dans les salles investiguées, des produits d'entretien et de l'aération/ventilation).

Le nombre de paramètres mesurés n'est pas exhaustif. Cette sélection découle des différents travaux nationaux basés sur des considérations sanitaires mais aussi liées à la faisabilité technique de la mesure ou de l'analyse. Néanmoins il existe de nombreux autres polluants potentiellement présents en air intérieur.

Enfin, les valeurs de références utilisées dans ce rapport sont susceptibles de modifications ultérieures du fait de l'évolution des connaissances.

Nota : cette étude n'est pas réalisée dans le cadre du dispositif réglementaire de la surveillance de la qualité de l'air dans les Etablissements Recevant du Public [2] , néanmoins, la méthode d'échantillonnage et les techniques analytiques utilisées sont les mêmes que celles définies dans la réglementation. Des composés chimiques ont été recherchés en plus de ceux définis dans la réglementation.

4. Résultats

4.1. Paramètres de confort

Sur les Figure 3 et Figure 4 est représentée l'évolution de la température au cours du temps dans la salle de classe du directeur et à l'extérieur de l'établissement lors des campagnes estivale et hivernale.

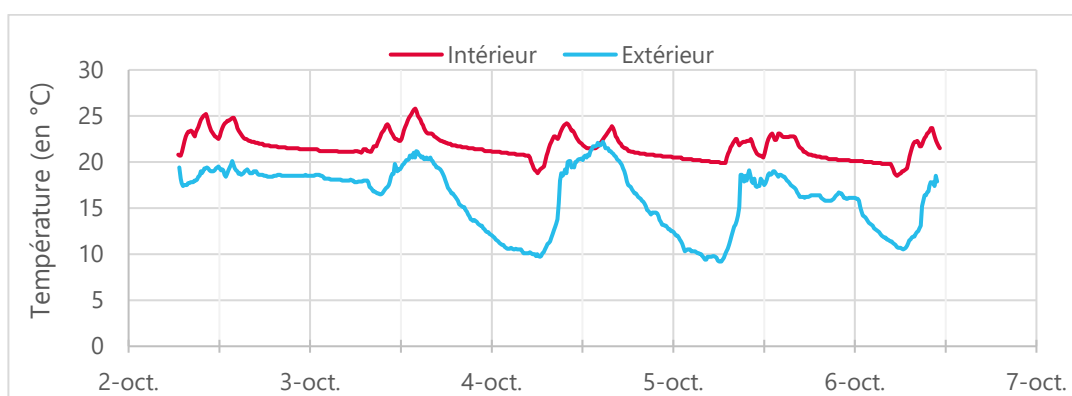


Figure 3 : évolution de la température en phase estivale

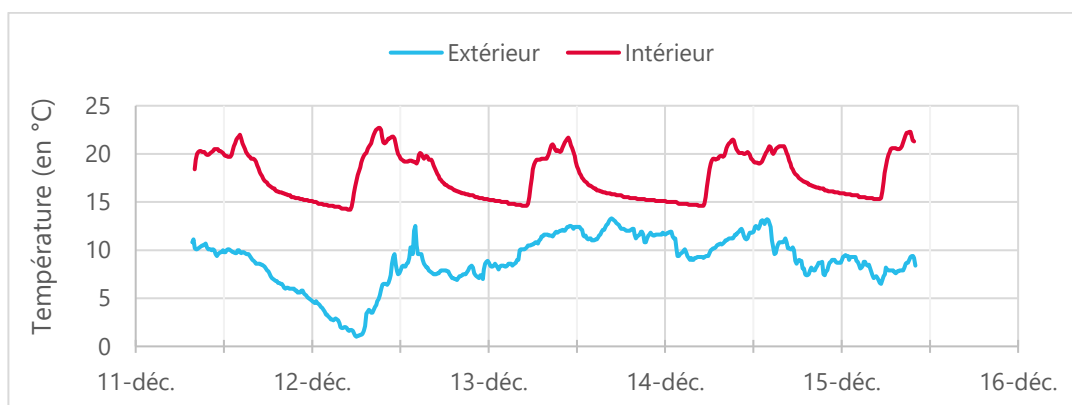


Figure 4 : évolution de la température en phase hivernale

Les températures dans la salle de classe investiguée varient entre 18,5 et 25,8°C pendant la campagne estivale (octobre 2017) et entre 14,2 et 22,7°C pendant la campagne hivernale (décembre 2017).

A l'extérieur les températures varient entre 9,2 et 22,2°C pendant la campagne estivale et entre 1,0 et 13,3°C pendant la campagne hivernale.

Une augmentation de la température est observée pendant les périodes d'occupation de la salle de classe (+ 2°C à + 7 °C quand la salle est occupée). Ces variations de température sont dues à plusieurs facteurs : régulation de la température de chauffage l'hiver, présence ou absence des occupants, ensoleillement au travers des vitrages, température extérieur, ventilation, etc.

Sur les Figure 5 et Figure 6 et est représentée l'évolution de l'humidité relative au cours du temps dans la salle de classe du directeur et à l'extérieur de l'établissement lors des campagnes estivale et hivernale.

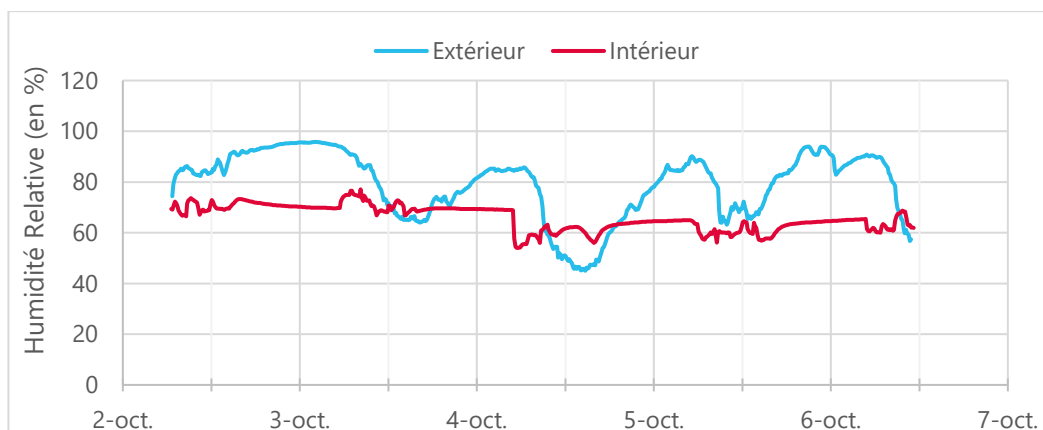


Figure 5 : évolution de l'humidité relative en phase estivale

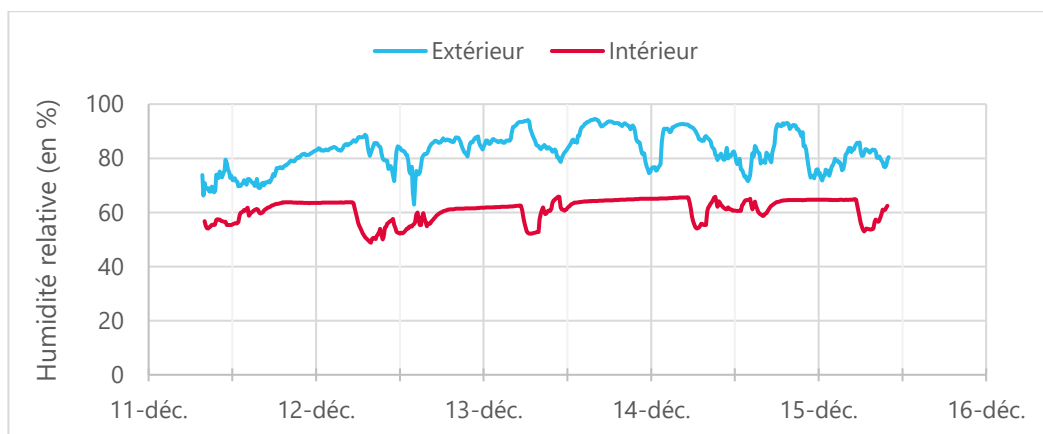


Figure 6 : évolution de l'humidité relative en phase hivernale

L'humidité relative dans la salle de classe investiguée varie entre 54.0 et 77.1 % pendant la campagne estivale et entre 48.8 et 65.8 % pendant la campagne hivernale.

A l'extérieur, l'humidité relative varie entre 45.0 et 95.8 % pendant la campagne estivale et entre 62.9 et 94.5% pendant la campagne hivernale.

Le chauffage, la ventilation, mais aussi la présence et les activités des occupants jouent un rôle sur l'humidité relative d'une pièce. Ainsi, on voit que l'humidité relative de la salle investiguée augmente de 9% en moyenne pendant les horaires d'occupation et diminue quand la salle n'est plus occupée. Ces variations sont liées à l'occupation des pièces. Comme pour la température, plusieurs facteurs ont un impact sur l'humidité relative d'une pièce : l'ensoleillement au travers des vitrages, l'humidité extérieure, la température, la ventilation, ...

Pour l'humidité relative, les bornes généralement admises comme satisfaisantes sont entre 20 et 70 % [1] Lors de ces 2 campagnes de mesures, l'humidité relative n'est jamais inférieure à 20% mais dépasse ponctuellement les 70% pendant la campagne estivale. Une humidité relative importante (> 70%) peut engendrer une légère augmentation des émissions de COV dans l'air des matériaux de construction/décoration.

Concentration en CO ₂ (en ppm)	Médiane ² (en occupation)	Percentile 99% ³	Percentile 1% ⁴
Campagne nationale - maternelle	944	3993	285
Campagne nationale - élémentaire	1300	4890	266

Tableau 2 : synthèse des résultats de la campagne pilote nationale (dans 160 établissements)

La concentration moyenne en CO₂ (en période d'occupation) en décembre 2017 dans la salle de classe du Directeur des Grandes Varennes est supérieure aux médianes obtenues dans les écoles maternelle et élémentaire de la campagne nationale. La concentration maximale observée au Grandes Varennes est du même ordre de grandeur que les percentiles 99% obtenus lors de la campagne nationale.

Les paramètres pouvant expliquer ce type de situation sont : la ventilation, les habitudes d'aération, l'encombrement des classes, la configuration du bâti ou encore le taux d'occupation des pièces.

On note que la salle de classe investiguée n'est pas particulièrement encombrée et que les ouvrants sont accessibles. La salle de classe ne possède pas de système de ventilation spécifique, ainsi l'aération de la pièce est totalement dépendante des ouvertures manuelles des portes et fenêtres.

Nota : les concentrations en CO₂ aux Grandes Varennes sont issues d'une unique campagne de mesures réalisée en décembre 2017. Les concentrations en CO₂ présentées dans le Tableau 2 pour les campagnes comparatives sont issues des données de 2 campagnes réalisées à deux périodes différentes de l'année (une campagne hivernale et une campagne estivale). Or, les concentrations en CO₂ sont souvent plus fortes en période hivernale.

Indice de confinement

L'indice de confinement calculé pour la salle de classe du Directeur des Grandes Varennes pendant la campagne de décembre 2017 est de 5, c'est-à-dire que le confinement est « extrême ».

L'indice de confinement est égal à la valeur limite de 5 définie dans le décret n°2015-1926 [3] au-delà de laquelle des actions de recherche des causes sont à entreprendre rapidement.

Ces résultats proviennent d'une unique campagne réalisée en décembre 2017. Or, en période hivernale, le confinement, comme la concentration en CO₂, tend à augmenter en lien avec les habitudes d'aération : les occupants ouvrent souvent moins les fenêtres pour des raisons de confort thermique.

Message de sensibilisation destiné à l'exploitant et aux occupants du bâtiment :

- Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu.
- En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant la période d'occupation.

Sur la Figure 8 est présentée la répartition des indices de confinement à l'échelle nationale (résultats de la campagne pilote dans 160 écoles maternelle et élémentaire).

² Médiane sur les 160 établissements de la campagne pilote (phase 2), c'est-à-dire que 50 % des établissements présentent des concentrations inférieures à cette valeur et 50 % sont supérieurs à cette valeur.

³ Percentile 99% : c'est-à-dire que 1% des établissements présentent des concentrations supérieures à cette valeur.

⁴ Percentile 1% : c'est-à-dire que 1% des établissements présentent des concentrations inférieures à cette valeur.

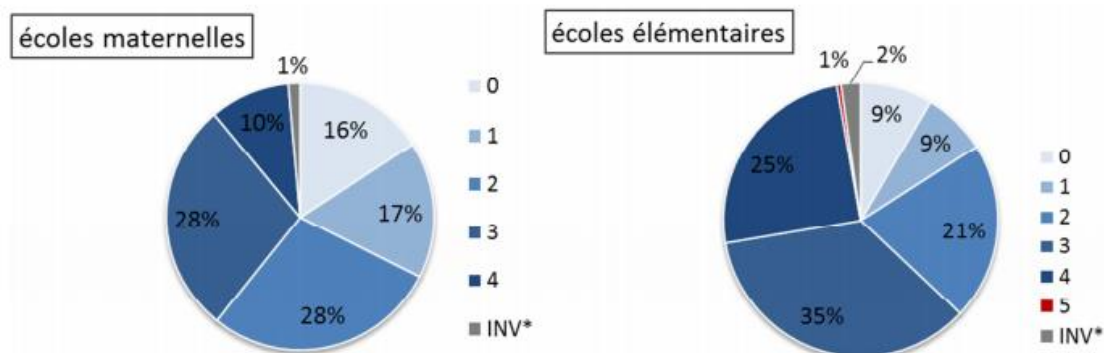


Figure 8 : répartition des indices de confinement à l'échelle nationale (campagne pilote 2009-2011) [13] *INV = données invalides

A l'échelle nationale, l'indice de confinement extrême est rencontré dans 1% des écoles élémentaires instrumentées et aucune école maternelle.

4.3. Composés organiques volatils (COV)

Benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes (BTEX)

Sur la Figure 9 sont représentées les concentrations en benzène dans la salle de classe du Directeur des Grandes Varennes (2015 et 2017), ainsi que les concentrations observées à l'extérieur de l'école.

Les concentrations moyennes annuelles (2017) en air ambiant des différentes stations fixes de Nouvelle-Aquitaine (où sont mesurés les BTEX) sont présentées pour comparaison :

- ➔ Les [stations trafic](#) représentent l'exposition maximale sur les zones soumises à une forte circulation urbaine et routière. Les stations trafic pris en compte ici sont celles d'Angoulême, Niort, Poitiers, Bordeaux et Limoges.
- ➔ Les [stations de fond urbaines](#) représentent l'air respiré par la majorité des habitants au cœur de l'agglomération. Elles sont placées en ville, hors de l'influence immédiate et directe d'une voie de circulation ou d'une installation industrielle. Les stations de fond urbaines pris en compte ici sont celles de Bassens (Gironde) et de Guéret (Creuse).

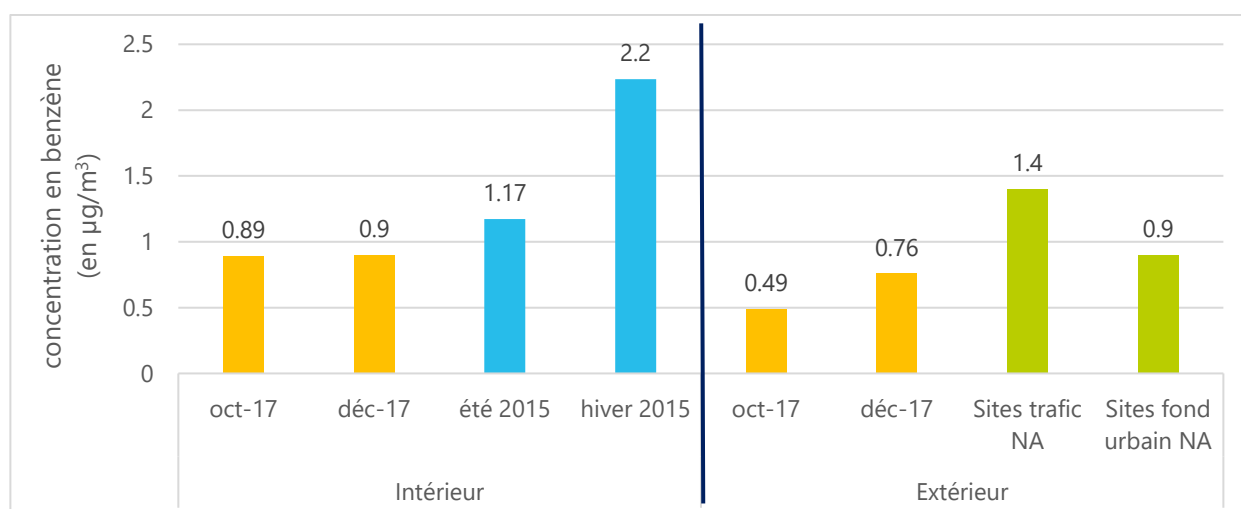


Figure 9 : concentrations en benzène aux Grandes Varennes (2015 et 2017, intérieur et extérieur) et concentrations sur les stations fixes d'Atmo Nouvelle-Aquitaine (NA) pour comparaison

Les concentrations en benzène sont légèrement plus élevées à l'intérieur du bâtiment qu'à l'extérieur. Cette différence est due d'une part aux sources de pollution potentiellement présentes à l'intérieur des bâtiments qui s'additionnent aux sources extérieures qui pénètrent en partie à l'intérieur des bâtiments. Et d'autre part au phénomène de confinement et donc d'accumulation des polluants à l'intérieur des bâtiments.

Les sources potentielles de benzène sont détaillées en annexe.

Les concentrations en benzène mesurées à l'extérieur (devant l'école des Grandes Varennes) sont faibles et inférieures aux concentrations moyennes mesurées sur les sites « trafic » et les sites « de fond urbain » de Nouvelle-Aquitaine (moyennes annuelles 2017).

Le benzène en air ambiant est soumis à des valeurs réglementaires. Ces valeurs réglementaires sont définies pour des moyennes annuelles, elles sont donc comparables à la moyenne été/hiver de la présente étude.

- Ainsi, la valeur moyenne pour le benzène ($0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est très inférieure à la valeur limite qui est de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'échelle annuelle.
- De même, l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) pour le benzène est respecté sur la période.

Les concentrations en benzène mesurées à l'intérieur de l'école des Grandes Varennes (salle de classe du Directeur) sont faibles et inférieures aux concentrations mesurées lors de l'étude Impact'air en 2015.

- Les concentrations en benzène à l'intérieur de l'école sont largement inférieures aux valeurs de référence existantes (voir paragraphe 2.2).

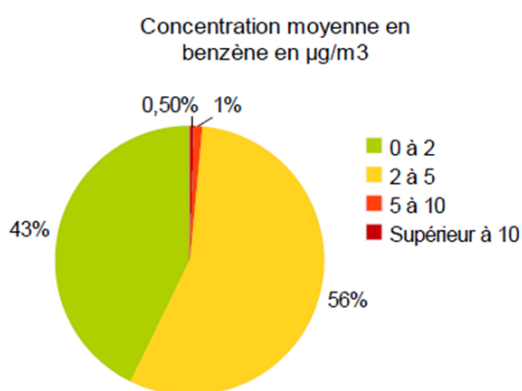


Figure 10 : Répartition des concentrations en benzène observée lors de la campagne pilote nationale (2009-2011)

Dans la Figure 10 sont présentés, pour comparaison, les résultats de la campagne nationale pilote dans 160 écoles maternelle et élémentaire.

Les concentrations mesurées en 2017 aux Grandes Varennes sont comprises entre 0 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme 43 % des établissements scolaires investigués lors de la campagne nationale pilote.

Seul le benzène a été mesuré lors de la campagne nationale pilote dans 160 écoles maternelle et élémentaire (2009-2011).

Autres COV

Les concentrations mesurées à l'intérieur de l'école des Grandes Varennes en 2017 pour les autres COV sont également faibles, et légèrement inférieures aux concentrations mesurées en 2015.

- A titre indicatif, la concentration moyenne en éthylbenzène ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est largement inférieure à la Valeur Toxicologique de Référence chronique ($1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition supérieure à 1 an).
- A titre indicatif, les concentrations en trichloroéthylène et en perchloroéthylène sont très largement inférieures aux valeurs de référence existantes (voir paragraphe 2.2).

Les graphes pour le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont présentés en annexe, ainsi que la table de données.

Le benzène et les autres COV mesurés aux Grandes Varennes peuvent être comparés :

- Lorsque les valeurs existent, aux médianes de la Campagne Nationale Logements (CNL), réalisée entre 2003 et 2005 dans 600 logements français (OQAI-CSTB) [14].
- Sinon, aux médianes du projet européen OFFICAIR réalisé dans 37 immeubles de bureaux neufs ou récemment réhabilités répartis dans 8 pays européens en 2012-2013 [15].

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Intérieur				Extérieur	
	Été 2017	Hiver 2017	CNL	OFFICAIR	Été 2017	Hiver 2017
Benzène	0.89	0.90	2.1	1.4	0.49	0.76
Toluène	2.58	3.12	12.2	4.0	1.51	1.95
Ethylbenzène	0.44	0.63	2.3	1.1	0.29	0.24
Xylènes	1.25	1.98	7.9	2.4	0.79	0.88
Trichloroéthylène	0.01	0.06	1.0	NA	< LQ	< LQ
Tétrachloroéthylène	0.01	0.04	1.4	NA	0.02	0.01
Styrène	1.07	1.40	1.1	NA	0.71	0.16
1,4-dichlorobenzène	< LQ	< LQ	3.2	NA	< LQ	< LQ
Alpha-pinène	3.49	5.88	NA	3.7	0.21	0.07

NA = donnée non existante

< LQ = inférieure à la limite de quantification (ici LQ = $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tableau 3 : synthèse des résultats des COV aux Grandes Varennes et données de comparaison

Les concentrations en toluène, éthylbenzène, xylènes, styrène et alpha-pinène sont plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'établissement. Comme pour le benzène, cette différence est due d'une part aux sources de pollution potentiellement présentes à l'intérieur des bâtiments qui s'additionnent aux sources extérieures qui pénètrent en partie à l'intérieur des bâtiments. Et d'autre part au phénomène de confinement et donc d'accumulation des polluants à l'intérieur des bâtiments. *Les sources potentielles de COV sont détaillées en annexe.*

Les concentrations en COV aux Grandes Varennes mesurées lors des 2 campagnes de 2017 sont inférieures ou du même ordre de grandeur que les données de comparaison de la Campagne Nationale Logements et du projet européen OFFICAIR.

4.4. Aldéhydes

Formaldéhyde

Sur la Figure 11 sont représentées les concentrations en formaldéhyde dans la salle de classe du Directeur des Grandes Varennes (2015 et 2017).

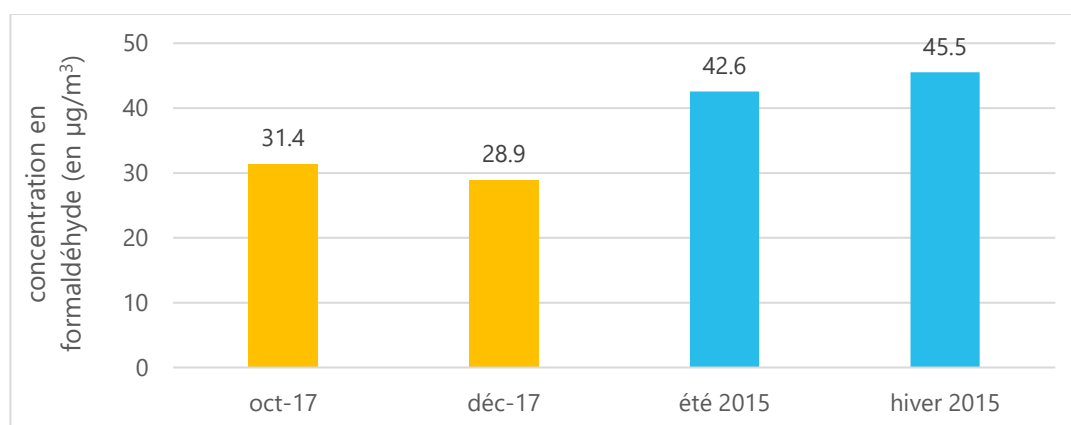


Figure 11 : concentrations en formaldéhyde aux Grandes Varennes (en 2015 et 2017)

Le formaldéhyde n'a pas été mesuré en extérieur car il n'existe pas dans l'environnement de l'école des Grandes Varennes de source de formaldéhyde. Les concentrations habituellement mesurées en air ambiant sont de l'ordre de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations mesurées à l'intérieur des bâtiments sont, sauf cas particulier, plus élevées que les concentrations en formaldéhyde en air ambiant. Ceci s'explique par le fait que la majorité des sources de

formaldéhyde se trouve à l'intérieur des bâtiments (matériaux de construction, de finition, d'ameublement, les livres et magazines neufs, certains produits d'entretien). De plus, le confinement éventuel des bâtiments peut engendrer l'accumulation de ce polluant à l'intérieur des bâtiments. *Les sources potentielles de formaldéhyde sont détaillées en annexe.*

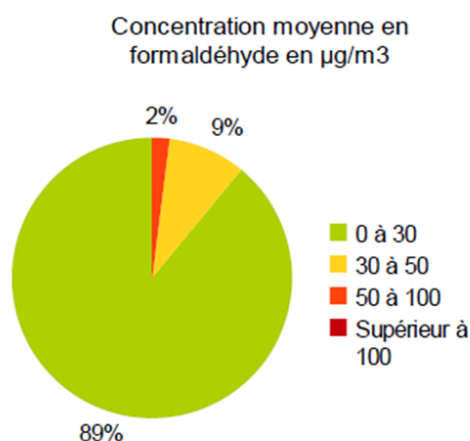
- Les concentrations en formaldéhyde mesurées lors de cette étude sont inférieures à la valeur d'action rapide ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI) court terme ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Il existe également une VGAI long terme pour le formaldéhyde qui est applicable dans les ERP. Cette VGAI est définie en moyenne annuelle, elle est donc comparable à la moyenne été/hiver de la présente étude. Ainsi, la valeur moyenne pour le formaldéhyde ($30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est très légèrement supérieure à la VGAI qui est de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'échelle annuelle.

L'application de la nouvelle peinture a été réalisée dans la salle de classe à l'été 2016.

Les concentrations mesurées en 2017 sont inférieures à celles mesurées en 2015.

Cependant, il faut savoir, que les émissions de formaldéhyde (et d'autres aldéhydes) des matériaux neufs diminuent progressivement et naturellement dans le temps. Ainsi, la distinction entre la diminution classique des concentrations en formaldéhyde d'une part et l'effet de la peinture « qui capte » le formaldéhyde d'autre part ne peut pas être faite de façon significative.

Les résultats de ces campagnes de mesures ne permettent pas de conclure sur l'efficacité de la peinture « qui capte » le formaldéhyde.



Dans la Figure 12 sont présentés, pour comparaison, les résultats de la campagne nationale pilote dans 160 écoles maternelle et élémentaire.

Les concentrations mesurées en 2017 aux Grandes Varennes sont comprises entre 30 et $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme 9% des établissements scolaires investigués lors de la campagne nationale pilote.

Seul le formaldéhyde a été mesuré lors de la campagne nationale pilote dans 160 écoles maternelle et élémentaire (2009-2011).

Figure 12 : Répartition des concentrations en formaldéhyde observée lors de la campagne pilote nationale (2009-2011)

Autres aldéhydes

Les concentrations mesurées à l'intérieur de l'école des Grandes Varennes en 2017 pour les autres aldéhydes sont faibles, et légèrement inférieures aux concentrations mesurées en 2015.

- A titre indicatif, la concentration moyenne en acétaldéhyde ($14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est largement inférieure à la Valeur Toxicologique de Référence long terme ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition supérieure à 1 an).

Les graphes pour les autres aldéhydes et les tables de données sont présentés en annexe.

Le formaldéhyde et les autres aldéhydes mesurés aux Grandes Varennes peuvent être comparés :

- Lorsque les valeurs existent, aux médianes de la Campagne Nationale Logements (CNL), réalisée entre 2003 et 2005 dans 600 logements français (OQAI-CSTB) [14].
- Sinon, aux médianes du projet européen OFFICAIR réalisé dans 37 immeubles de bureaux neufs ou récemment réhabilités répartis dans 8 pays européens en 2012-2013 [15].
- Ou encore aux moyennes de la campagne pilote d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans des bâtiments haut-normands performants en énergie (appel à projet PREBAT, ADEME-Atmo Normandie) réalisée entre 2011 et 2014 dans 9 logements [16].

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Intérieur				
	Été 2017	Hiver 2017	CNL	OFFICAIR	PREBAT (Normandie)
Formaldéhyde	31.4	28.9	19.5	10.8	19.7
Acétaldéhyde	10.6	17.7	11.6	5.3	11.7
Acroléine	< LQ	1.0	NA	NA	NA
Propanal	0.9	2.1	NA	1.8	3.3
Butanal	6.9	7.7	NA	NA	9.9
Benzaldéhyde	1.1	1.2	NA	NA	1.0
Isopentanal	< LQ	0.2	NA	NA	1.7
Pentanal	2.0	2.4	NA	NA	6.5
Hexanal	11.7	12.6	13.6	7.2	36.1

NA = donnée non existante

< LQ = inférieure à la limite de quantification

(ici LQ de l'acroléine = $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et LQ de l'isopentanal = $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tableau 4 : synthèse des résultats des aldéhydes aux Grandes Varennes et données de comparaison

Les concentrations mesurées en 2017 aux Grandes Varennes pour l'ensemble des aldéhydes (sauf formaldéhyde) sont inférieures ou du même ordre de grandeur que les données de comparaison de la Campagne Nationale Logements, du projet européen OFFICAIR ou de l'étude PREBAT en Normandie. Les sources potentielles d'aldéhydes sont détaillées en annexe.

Seules les concentrations en formaldéhyde aux Grandes Varennes en 2017 sont supérieures aux valeurs de comparaison.

5. Conclusion

Des mesures de COV, aldéhydes, CO₂, confinement et paramètres de confort ont été réalisées à l'intérieur et à l'extérieur de l'école des Grandes Varennes à La Rochelle. Ces polluants sont mesurés lors de deux campagnes de mesures, en phase estivale (du 2 au 6 octobre 2017) et en phase hivernale (du 11 au 15 décembre 2017). Les conclusions de ces 2 campagnes de mesures sont les suivantes :

- L'évolution des concentrations en CO₂ est bien corrélée avec les périodes d'occupation de la salle de classe.
- Les concentrations en CO₂ sont élevées pendant les périodes d'occupation et dépassent pendant 96% du temps d'occupation la valeur seuil du Règlement Sanitaire Départemental (qui est de 1300 ppm).
- L'indice de confinement est extrême (ICONE = 5) dans la salle de classe du Directeur des Grande Varennes. La réglementation [3] préconise dans ce cas-là de mettre en place des actions rapides pour identifier les facteurs à l'origine du confinement et le réduire.
- Les concentrations en COV dont celles du benzène sont faibles et légèrement inférieures à celles mesurées en 2015. Les concentrations en COV dont celles du benzène sont inférieures ou du même ordre de grandeur que les résultats des études comparatives françaises ou européennes.
- Les concentrations en aldéhydes (sauf formaldéhyde) sont faibles et légèrement inférieures à celles mesurées en 2015. Les concentrations en aldéhydes (sauf formaldéhyde) sont inférieures ou du même ordre de grandeur que les résultats des études comparatives françaises ou européennes.
- Les concentrations en formaldéhyde sont légèrement plus faibles que celles mesurées en 2015. Cependant, elles sont légèrement plus élevées que les résultats des études comparatives françaises ou européennes. Et la moyenne été/hiver aux Grandes Varennes (30.2 µg/m³) est très légèrement supérieure à la Valeur Guide en Air Intérieur (30 µg/m³ en moyenne annuelle).
- Enfin, les résultats de ces campagnes de mesures ne permettent pas de conclure sur l'efficacité de la peinture « qui capte » le formaldéhyde.

Annexes

Bibliographie

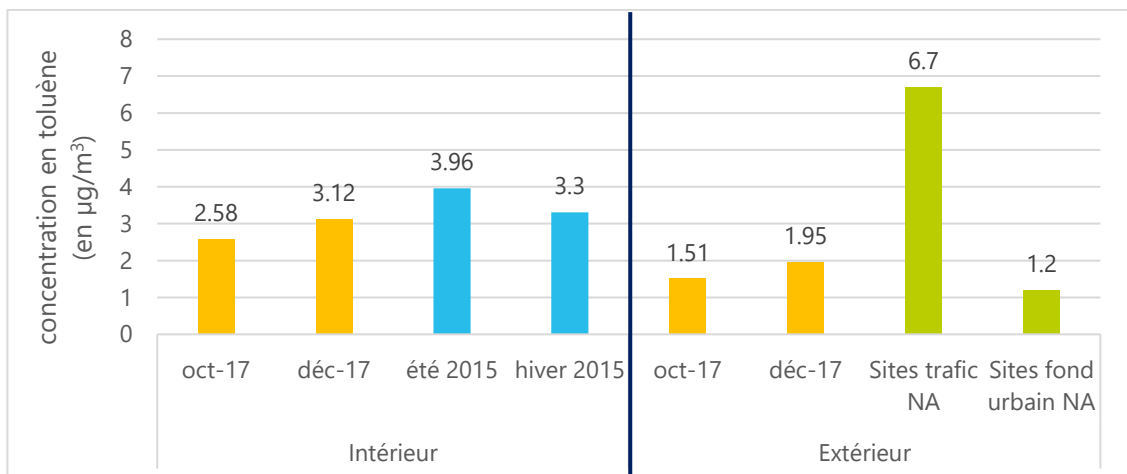
- [1] DEOUX Suzanne. Bâtir pour la santé des enfants. Andorra : Medieco Editions, 2010, 689p. ISBN 978-99220-1-770
- [2] Décret n° 2015-1000 du 17 août 2015 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public [en ligne]. Journal officiel, n°0190 du 19 août 2015, p. 14456. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031052712&dateTexte=20180109> (consulté le 9.01.2018)
- [3] Décret n° 2015-1926 du 30 décembre 2015 modifiant le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public [en ligne]. Journal officiel, n° 0001 du 1^{er} janvier 2016, texte n° 8. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031741934&categorieLien=id> (consulté le 11.01.2018)
- [4] Circulaire du 20 janvier 1983 relative à la révision du règlement sanitaire départemental type. Journal officiel du 25 février 1983.
- [5] Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air [en ligne]. Journal officiel, n° 0247 du 23 octobre 2010, p. 19011, texte n° 2. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2010/10/21/DEVE1016116D/jo> (consulté le 11.01.2018)
- [6] Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène [en ligne]. Journal officiel du 4 décembre 2011, p. 20529, texte n° 4. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024909119&dateTexte=&categorieLien=id> (consulté le 11.01.2018)
- [7] Valeurs guides de l'air intérieur – le benzène [en ligne]. AFSSET, en partenariat avec le CSTB. Rapport d'expertise collective, 2008, 95pp. Disponible sur : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2004_etVG004Ra.pdf (consulté le 10.01.2018)
- [8] Elaboration de VTR aigue et chronique par voie respiratoire pour l'éthylbenzène [en ligne]. ANSES. Rapport d'expertise collective, Edition scientifique, octobre 2016, 136 pp. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBSTANCES2016SA0004Ra.pdf> (consulté le 10.01.2018)
- [9] Valeurs guide de qualité d'air intérieur – le trichloroéthylène [en ligne]. AFSSET. Rapport d'expertise collective, Edition scientifique, septembre 2009, 85 pp. Disponible sur : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2004_etVG006Ra.pdf (consulté le 11.01.2018)
- [10] Valeurs guides de qualité d'air intérieur – le tétrachloroéthylène [en ligne]. AFSSET. Rapport d'expertise collective, Edition scientifique, janvier 2010, 112 pp. Disponible sur : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2004_etVG008Ra.pdf (consulté le 11.01.2018)
- [11] Valeurs guides de qualité d'air intérieur – le formaldéhyde [en ligne]. AFSSET, en partenariat avec le CSTB. Rapport d'expertise collective, juillet 2007, 83 pp. Disponible sur : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2004_etVG002Ra.pdf (consulté le 11.01.2018)
- [12] Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur – l'acétaldéhyde [en ligne]. ANSES. Rapport d'expertise collective, avril 2014, 154 pp. Disponible sur : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2013_sa0076Ra.pdf (consulté le 11.01.2018)

- [13] MICHELOT N., MANDIN C., RAMALHO O., et al. Campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France. Pollution atmosphérique, juillet-septembre 2011, n° 211, pp3 267-279.
- [14] OQAI. Campagne nationale logements, état de la qualité de l'air dans les logements français, rapport final [en ligne]. CSTB, ANSES, rapport n° DDD/SB 2006-57, mis à jour en mai 2007, 183 p. Disponible sur : http://www.oqai.fr/userdata/documents/Document_133.pdf (consulté le 16.01.2018)
- [15] OQAI. Qualité de l'air intérieur et confort dans les immeubles de bureaux [en ligne]. CSTB, bulletin de l'OQAI n°8, novembre 2014, 8p. Disponible sur : http://www.oqai.fr/userdata/documents/460Bulletin8_QAI_Confort_Bureaux.pdf (consulté le 16.01.2018)
- [16] Air Normand. Campagne pilote d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans des bâtiments haut-normands performants en énergie [en ligne]. Convention ADEME-Air Normand, rapport n° 1180-001, du 14 décembre 2015, 16p. Disponible sur : <http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Rapports-d-etudes> (consulté le 17.01.2018)

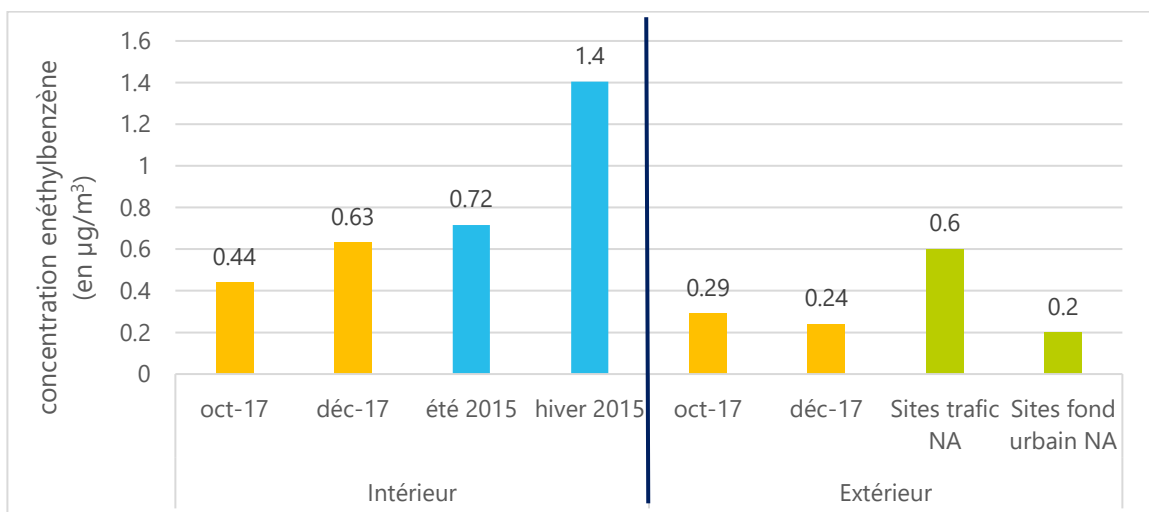
Sources potentielles

Composés	Sources potentielles
<i>benzène</i>	Carburants, fumée de cigarette, produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration, encens, désodorisants liquides
<i>toluène</i>	Peinture, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence, produits d'entretien
<i>éthylbenzène</i>	Carburants, cires
<i>m/p/o-xylènes</i>	Peintures, vernis, colles, insecticides
<i>styrène</i>	Matières plastiques, matériaux isolants, combustion (trafic routier, fumée de tabac, encens, incinérateurs), cires et vernis, peintures, adhésifs, nettoyeurs métaux
<i>trichloroéthylène</i>	Peintures, vernis, colles, dégraissants métaux
<i>tétrachloroéthylène</i>	Nettoyage à sec, moquettes, tapis
<i>1,4-dichlorobenzène</i>	Antimites, désodorisants, blocs WC, taupicides
<i>alpha-pinène</i>	Désodorisants, parfums d'intérieur, produits d'entretien, bois, cire
<i>formaldéhyde</i>	Peintures et colles, produits de construction et décoration avec colles ou liants urée-formol, livres et magazines neufs, textiles, photocopieurs, imprimantes laser, désinfectants et produits de nettoyage
<i>acétaldéhyde</i>	Combustion du bois, fumée de tabac, photocopieurs, imprimantes laser, panneaux de bois bruts, panneaux de particules, peintures, maturation des fruits, réaction ozone/terpènes
<i>acroléine</i>	Combustion de matière organique (graisses végétales ou animales, bois, déchets agricoles), soudage ou découpage de matière plastique, gaz d'échappement automobile, fumée de cigarette, herbicide, anti-algues
<i>propanal</i>	Fumée de tabac
<i>butanal</i>	Photocopieurs, imprimantes à tambours, combustion matières plastiques
<i>benzaldéhyde</i>	Peintures en phase solvants, photocopieurs, imprimantes laser, parquet traité
<i>isopentanal</i>	Parquets traités, panneaux de particules
<i>pentanal</i>	Livres et magazines neufs, panneaux de particules, peintures à phase solvant
<i>hexanal</i>	Panneaux de particules, émissions des livres et magazines neufs, peintures en phase solvant, produits de traitement du bois, panneaux de bois brut

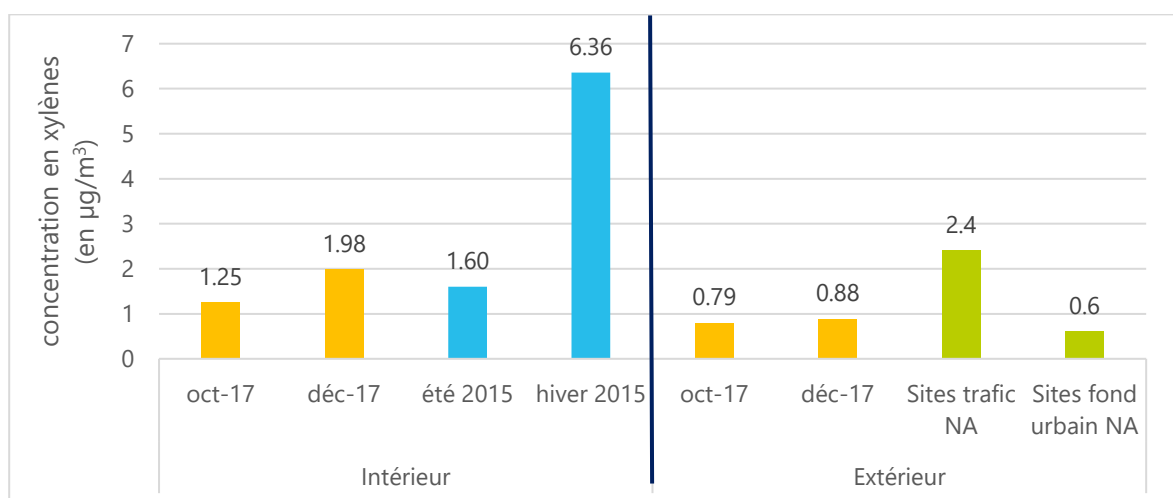
Synthèse des résultats pour le toluène



Synthèse des résultats pour l'éthylbenzène

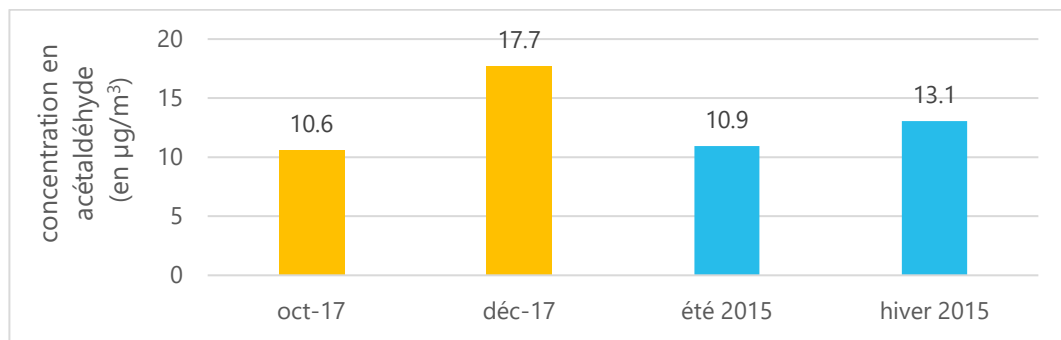


Synthèse des résultats pour les xylènes

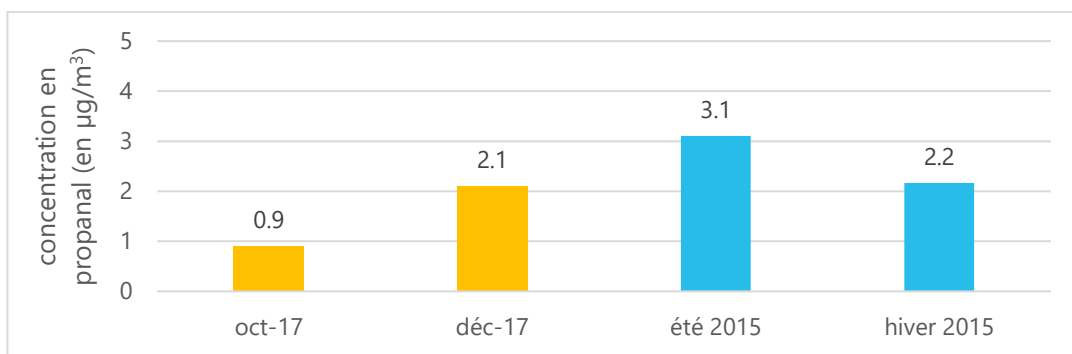


Xylènes = m/p-xylène + o-xylène

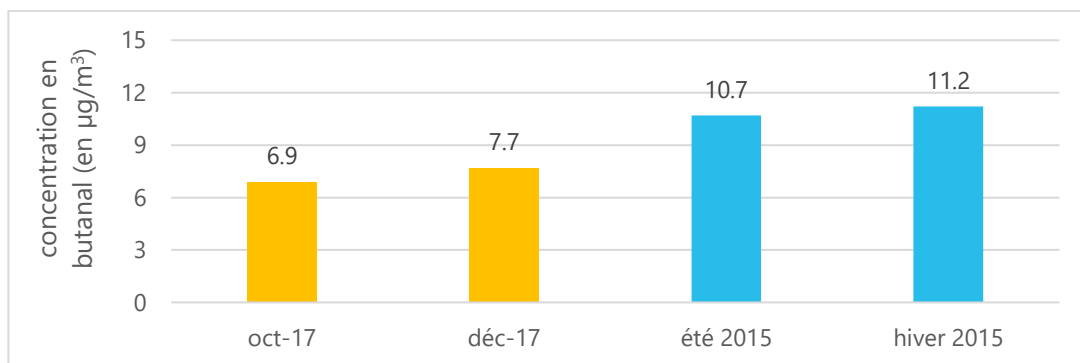
Synthèse des résultats pour l'acétaldéhyde (intérieur)



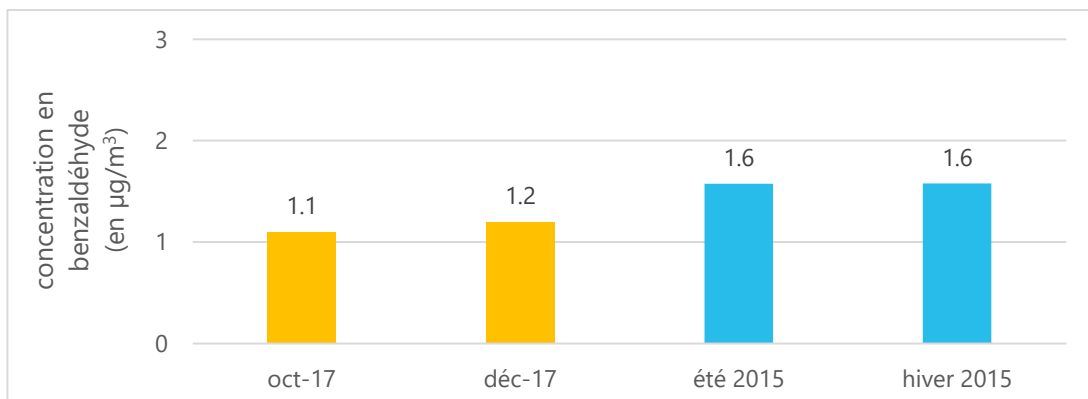
Synthèse des résultats pour le propanal (intérieur)



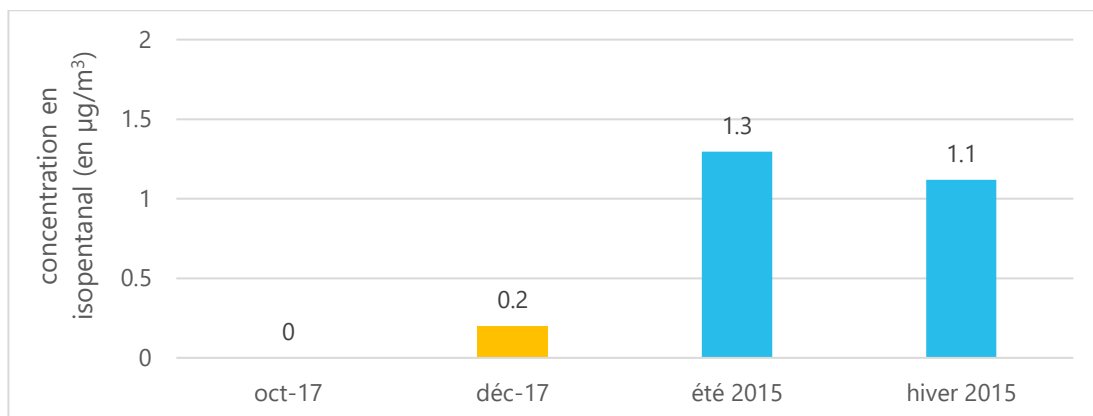
Synthèse des résultats pour le butanal (intérieur)



Synthèse des résultats pour le benzaldéhyde (intérieur)

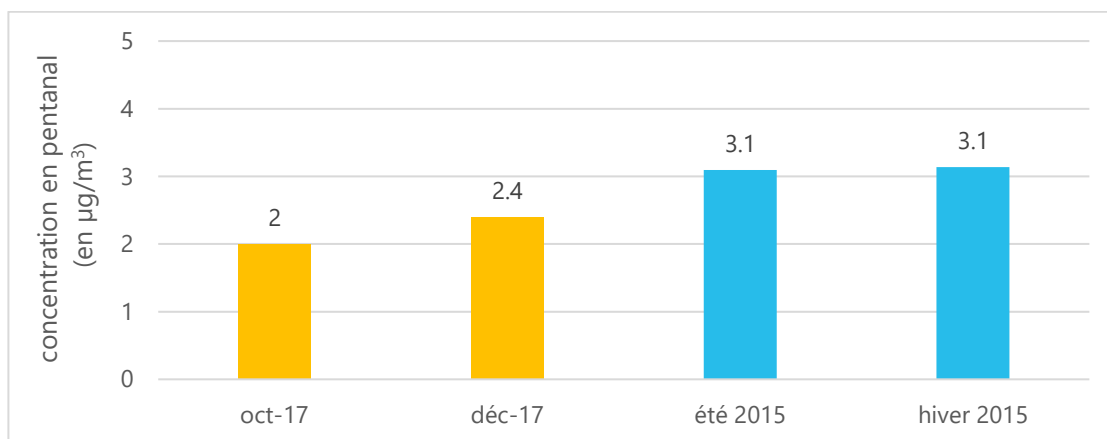


Synthèse des résultats pour l'isopentanal (intérieur)

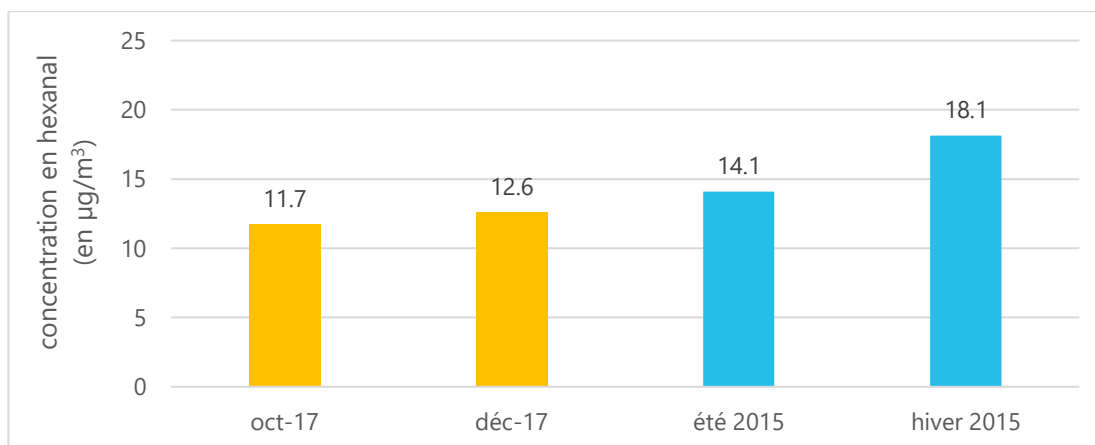


< LQ : inférieure à la limite de quantification

Synthèse des résultats pour le pentanal (intérieur)



Synthèse des résultats pour l'hexanal (intérieur)



Tables de données : COV

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des COV pendant la phase estivale du 2 au 6 octobre 2017 :

Composés	Blanc de lot	Blanc terrain intérieur	Classe du Directeur	Classe du Directeur (Réplicat)	Extérieur Grandes Varennes	Blanc terrain extérieur	LQ
benzène	0.01	0.09	0.89	1.13	0.49	0.05	0.01
toluène	< LQ	< LQ	2.58	2.12	1.51	< LQ	
éthylbenzène	< LQ	< LQ	0.44	0.41	0.29	< LQ	
m/p xylènes	< LQ	0.01	0.86	0.75	0.54	< LQ	
o xylène	< LQ	< LQ	0.39	0.35	0.25	< LQ	
styrène	< LQ	< LQ	1.07	0.95	0.71	< LQ	
trichloroéthylène	< LQ	< LQ	0.01	0.01	< LQ	< LQ	
tétrachloroéthylène	< LQ	< LQ	0.01	0.02	0.02	< LQ	
pinène	< LQ	< LQ	3.49	3.09	0.21	< LQ	
1,4-dichlorobenzène	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	

LQ = Limite de Quantification

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des COV pendant la phase hivernale du 11 au 15 décembre 2017 :

Composés	Blanc terrain intérieur	Classe du Directeur	Classe du Directeur (Réplicat)	Extérieur Grandes Varennes	Blanc terrain extérieur	LQ
benzène	0.06	0.90	1.09	0.46	0.01	0.01
toluène	0.01	3.12	3.59	1.95	< LQ	
éthylbenzène	< LQ	0.63	0.68	0.24	< LQ	
m/p xylènes	< LQ	1.35	1.49	0.61	< LQ	
o xylène	< LQ	0.63	0.67	0.27	< LQ	
styrène	< LQ	1.40	1.56	0.16	< LQ	
trichloroéthylène	< LQ	0.06	0.06	< LQ	< LQ	
tétrachloroéthylène	< LQ	0.04	0.04	0.01	< LQ	
pinène	< LQ	5.88	2.16	0.07	< LQ	
1,4-dichlorobenzène	< LQ	< LQ	0.24	< LQ	< LQ	

LQ = Limite de Quantification

Tables de données : aldéhydes

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des aldéhydes pendant la phase estivale du 2 au 6 octobre 2017 :

Composés	Blanc terrain intérieur	Classe du Directeur	Classe du Directeur (Réplicat)	LQ
formaldéhyde	0.6	31.4	30.5	0.1
acétaldéhyde	0.5	10.6	9.9	0.1
acroléine	< LQ	< LQ	< LQ	0.2
propanal	< LQ	0.9	1.3	0.2
butanal	1.2	6.9	8.2	0.6
benzaldéhyde	< LQ	1.1	1	0.1
isopentanal	< LQ	< LQ	0.1	0.1
pentanal	< LQ	2	2	0.2
hexanal	< LQ	11.7	11.5	0.4

LQ = Limite de Quantification

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des aldéhydes pendant la phase hivernale du 11 au 15 décembre 2017 :

Composés	Blanc terrain intérieur	Classe du Directeur	Classe du Directeur (Réplicat)	LQ
formaldéhyde	0.7	28.9	29.7	0.1
acétaldéhyde	0.6	17.7	18.2	0.1
acroléine	< LQ	1.0	1.0	0.2
propanal	< LQ	2.1	2.2	0.2
butanal	< LQ	7.7	8.1	0.6
benzaldéhyde	< LQ	1.2	1.1	0.1
isopentanal	< LQ	0.2	0.3	0.1
pentanal	< LQ	2.4	2.6	0.2
hexanal	< LQ	12.6	13.3	0.4

LQ = Limite de Quantification



RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Auguste Fresnel
17 184 Périgny Cedex

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

