

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

Rapport d'étude 2015

---

**Mesures de la qualité de l'air dans 3  
établissements accueillant des enfants en  
bas- âge, crèche et écoles maternelles.**

**Ville de Rennes**



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



**Air Breizh**  
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8<sup>ème</sup> étage - 35200 Rennes  
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

[www.airbreizh.asso.fr](http://www.airbreizh.asso.fr)

# MESURE DE LA QUALITÉ DE L’AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D’ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Etude réalisée par Air Breizh  
avec la participation  
du service Santé Environnement de la ville de Rennes

## 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](http://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 t, caractérisé par des conditions climatiques propres.

**Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des évènements 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 le service Santé Environnement de la ville de Rennes ainsi que l’ensemble du personnel des écoles, pour leur collaboration.

## Contribution

Service Etudes	Validation
Karine LE MEHAUTE-REY (Ingénieur d’études)	Magali CORRON (Directrice)

## Sommaire

Glossaire	3
I. Introduction	4
II. Présentation d’Air Breizh	4
III. Polluants étudiés	5
III.1. COV	5
III.2. Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	6
IV. Matériel et Méthode	6
IV.1. Métrologie	6
a. Benzène et formaldéhyde	6
b. Dioxyde de carbone et paramètres de confort	7
IV.2. Localisation des prélèvements	7
a. Choix des établissements	7
b. Localisation des points de mesures	10
c. Choix de l’emplacement du prélèvement dans la salle	11
IV.3. Déroulement des campagnes	11
V. Résultats	12
V.1. Qualité des mesures	12
V.2. Formaldéhyde et Benzène	12
a. Résultats des mesures et comparaison avec les valeurs de référence	12
b. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale	14
c. Comparaison avec d’autres campagnes de mesure du formaldéhyde	14
V.3. Résultats en BTEX, dont le Benzène	15
a. Résultats des mesures intérieures et comparaison avec les valeurs de référence :	15
b. Résultats des mesures réalisées en extérieur :	16
V.4 Dioxyde de carbone	18
V.5. Paramètres de confort	22
VI. Conclusions	25

## Glossaire

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l’Air
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CO	Monoxyde de carbone
COV	Composé Organique Volatil
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
ERP	Etablissement Recevant du Public
HCSP	Haut Conseil en Santé Publique
HR (%)	Humidité Relative en pourcentage
kPa	Kilo Pascal (Unité de pression atmosphérique)
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	microgramme par mètre cube
$\text{mg}/\text{m}^3$	milligramme par mètre cube
N (vol/h)	Taux de renouvellement d’air en volume par heure
$\text{NO}_2$	Dioxyde d’azote
$\text{O}_3$	Ozone
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l’Air Intérieur
PM10	Particule de diamètre aérodynamique médian inférieur ou égal à 10 micromètres
PM2,5	Particule de diamètre aérodynamique médian inférieur ou égal à 2,5 micromètres
ppm	partie par million (unité de mesure des concentrations de polluants)
$\text{SO}_2$	Dioxyde de soufre
T(°C)	Température en degré Celsius
QAI	Qualité de l’Air Intérieur
RSD	Règlement Sanitaire Départemental
Véh/j	Véhicules par jour
VGAI	Valeur Guide de Qualité de l’Air Intérieur

# MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

## I. Introduction

À la suite des différentes études réalisées depuis 2007 dans différentes écoles de la ville de Rennes, et notamment du suivi des concentrations en formaldéhyde à l'école Jules Isaac (2014), l'objectif de cette nouvelle étude est de caractériser la qualité de l'air intérieur au sein **des établissements d'accueil de petite enfance dont les bâtiments s'apparentent en termes de matériaux, d'année de construction et d'architecture**, à ceux de l'école Jules Isaac.

Dans le cadre de cette étude, des prélèvements ont été réalisés dans trois établissements accueillant des enfants en très bas-âge de la ville de Rennes, 2 écoles maternelles et 1 crèche.

La qualité de l'air intérieur est importante à prendre en considération dans la mesure où nous passons 80 à 90 % de notre temps dans des lieux clos : habitation, lieu de travail, moyens de transport, école, dans lesquels nous respirons un air différent de l'air extérieur. Il est essentiel d'investiguer la qualité de l'air au sein des établissements scolaires dans lesquels les enfants, population la plus sensible, passent une grande partie de leur temps.

Différents facteurs peuvent influencer la qualité de l'air intérieur et sont susceptibles d'engendrer des effets sur la santé de l'Homme :

- les appareils à combustion (monoxyde de carbone, dioxyde d'azote) ;
- les constituants du bâtiment, incluant les matériaux de construction et les mobiliers (plomb des peintures, formaldéhyde, COV, fibres de toutes sortes, acariens) ;
- l'activité humaine (CO<sub>2</sub>, vapeur d'eau, moisissures, produits ménagers, bricolage, etc...).

L'environnement extérieur et notamment le trafic routier constitue également une source de pollution pour l'air intérieur. Les bâtiments situés à proximité de voies de circulation denses sont logiquement les plus exposés à ce type de pollution.

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 26 associations régionales agréées (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<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Métaux lourds, HAP, BTEX, PM10 et 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

#### III.1. COV

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). Ils regroupent tous les composés organiques dont le point d'ébullition, mesuré à la pression standard de 101,3 kPa, est inférieur ou égal à 250 °C (Définition du décret 2006-623 du 29 mai 2006 [1]). Le benzène et le formaldéhyde font partis de cette famille de composés.

Produit chimique largement utilisé, notamment dans les éléments de décoration, d'ameublement et dans certains matériaux de construction, le formaldéhyde peut se retrouver en forte concentration en air intérieur. Substance très volatile, la principale voie d'exposition est l'inhalation. De par ses caractéristiques, elle ne pénètre pas en profondeur dans l'organisme mais se dépose principalement dans la partie supérieure des voies respiratoires. En 2004, le formaldéhyde a été classé *cancérogène pour l'homme* par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Le benzène est présent dans les carburants automobiles ainsi que dans de nombreux produits dérivés du pétrole et est émis par les processus de combustion. On le retrouve, lui aussi, à l'intérieur des bâtiments de par ses sources intérieures mais également extérieures. Une exposition aiguë, intermédiaire ou chronique au benzène est susceptible d'entraîner des effets néfastes sur la santé humaine. Considéré comme un composé aromatique des plus toxiques, il est connu pour ses effets mutagènes et cancérogènes. Il fait, par ailleurs, l'objet d'une réglementation dans l'air extérieur.

	Effets sur la santé	Sources
Formaldéhyde	Irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires. Classé <b>cancérogène certain</b> (CIRC)	Panneaux de particules, panneaux de fibres, contreplaqués, certains matériaux d'isolation, peintures à phase solvant, livres et magazines neufs, cosmétiques, parfums, cigarettes, photocopieurs, produits d'entretien...
Benzène	Effets cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques Classé <b>cancérogène certain</b> (CIRC)	Gaz d'échappement, processus de combustion (dont le tabagisme), activités industrielles, certains matériaux de construction

Effets sur la santé et sources d'émissions du formaldéhyde et du benzène

Nom	VGAI chronique et aigue de l'Anses*	Valeurs réglementaires	
		VGAI **	Valeurs de gestion ***
Formaldéhyde	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 2 heures, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en exposition chronique.	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition longue durée (à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2015) $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition longue durée (à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2023)	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzène	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 14 jours, $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de $10^{-5}$	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition longue durée (à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2013) $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition longue durée (à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2016)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valeurs réglementaires du formaldéhyde et du benzène

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

\* Il s'agit de Valeurs Guides pour l'Air Intérieur (VGAI) en exposition chronique et aiguë, définies par l'Anses en 2007.

\*\* Il s'agit de Valeurs Guides pour l'Air Intérieur (VGAI) publiées dans le « Décrets n°2011-1727 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public ». Ces VGAI sont à atteindre dans la mesure du possible afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs.

\*\*\* Il s'agit de valeurs de référence, publiées dans le « Décret n° 2012-14 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public », pour lesquelles des investigations complémentaires doivent être menées, en cas de dépassement.

Pour ces deux substances, 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 [2] [3] :

Formaldéhyde	Benzène	Actions à mettre en œuvre
< 20 µg/m <sup>3</sup>	< 2 µg/m <sup>3</sup>	Valeurs satisfaisantes, pas d'action particulière mise en place.
entre 20 et 50 µg/m <sup>3</sup>	entre 2 et 5 µg/m <sup>3</sup>	Actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel, laissées à l'initiative du Directeur d'établissement et du Maire
> 50 µg/m <sup>3</sup>	> 5 µg/m <sup>3</sup>	Investigations supplémentaires fortement recommandées. Identification des sources et engagement rapide d'actions d'amélioration de la situation
> 100 µg/m <sup>3</sup>	> 10 µg/m <sup>3</sup>	Information du Préfet. Diagnostic approfondi des sources afin de fournir au Directeur d'établissement et au Maire des préconisations de travaux et/ou de réorganisation des activités.

### III.2. Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

Dans les bâtiments, les émissions de dioxyde de carbone sont dues à la respiration des occupants. Lors de l'inspiration, le dioxygène (O<sub>2</sub>) passe au travers du système respiratoire et se fixe sur les hématies (globules rouges). Le sang oxygéné est transporté par les artères et est acheminé vers les différents organes où se produit la respiration cellulaire. Le dioxygène est alors utilisé pour une réaction d'oxydo-réduction visant à fournir de l'énergie à la cellule. Cette réaction produit du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui, dissout dans le plasma, est acheminé vers les poumons via les veines puis expulsé à l'expiration.

Contrairement aux COV, le dioxyde de carbone ne présente pas de toxicité pour l'homme aux concentrations observées dans les atmosphères intérieure et extérieure. Cependant, lorsque le niveau de CO<sub>2</sub> est élevé, le processus de respiration cellulaire peut être perturbé. La molécule rentre en compétition avec le dioxygène en se fixant elle aussi sur les globules rouges. L'organisme est alors susceptible de manquer d'oxygène et un état de fatigue ainsi qu'une diminution de l'attention sont ressentis notamment chez les enfants. En effet, une étude européenne a démontré que la concentration des élèves diminuait lorsque les niveaux de CO<sub>2</sub> augmentaient [4].

La teneur en CO<sub>2</sub> est représentative du niveau de confinement des bâtiments. Plus l'air est confiné, plus le niveau de CO<sub>2</sub> est élevé et moins bonne devrait être la qualité de l'air dans la pièce.

Le règlement sanitaire départemental type (RSD) impose de ne pas dépasser la concentration de 1300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer.

## IV. Matériel et Méthode

### IV.1. Métrologie

#### a. Benzène et formaldéhyde

Mars 2016 - 6/27



Tubes passifs installés dans une salle de classe

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

**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. En revanche, ces outils ne permettent pas de connaître l'évolution temporelle des niveaux de concentration 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 de 4,5 jours.

### b. Dioxyde de carbone et paramètres de confort



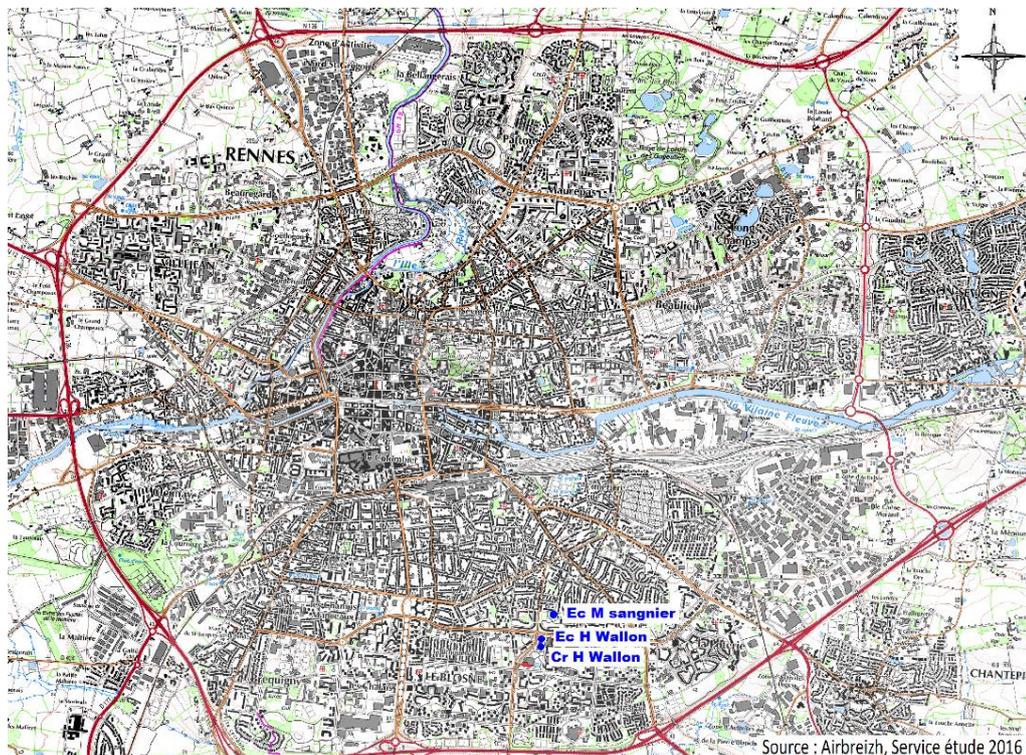
Analyseur

L'utilisation d'analyseur spécifique permet le suivi en continu de 4 paramètres : la température, l'humidité, le CO et le CO<sub>2</sub> (mesure toutes les minutes). L'estimation du renouvellement d'air est basée sur le suivi des concentrations en CO<sub>2</sub> d'origine métabolique, c'est-à-dire dû à la présence des enfants et des adultes dans la classe. Afin d'assurer une bonne représentativité des mesures, une période d'échantillonnage de 4,5 jours a été retenue (installation d'un analyseur le lundi matin et récupération vendredi après-midi).

## IV.2. Localisation des prélèvements

### a. Choix des établissements

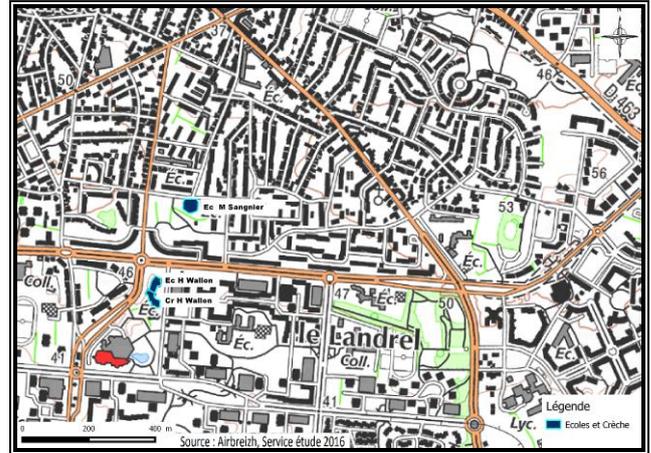
Dans le cadre de cette étude, les 3 établissements ayant fait l'objet de prélèvements sont les écoles maternelles Marc Sangnier et Henri Wallon, ainsi que la crèche du même nom, voisine l'une de l'autre. Ces trois établissements accueillant un public en bas-âge, sont situés dans un quartier sud de la ville de Rennes et ont été construites au début des années quatre-vingt selon une architecture caractéristique de cette époque.



Localisation géographique des établissements investigués

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Les 3 établissements à investiguer sont situés dans les quartiers Sud-Est de Rennes, essentiellement pourvus d'immeubles et de parcs et traversés par quelques grands axes de circulation.



Certains de ces bâtiments ont déjà fait l'objet de travaux de rénovation, telle l'école Marc Sangnier (réfection de sa toiture dont les panneaux sandwichs ont été changés en 2006, enlèvement des moquettes existantes, peintures refaites dans toutes les classes, ventilation dans les sanitaires...). La crèche Henri Wallon a davantage bénéficié de travaux de chauffage et d'isolation, notamment au sein d'un dortoir. L'école maternelle, quant à elle, a été équipée d'un système de ventilation mécanique contrôlé (VMC simple flux) et d'un nouveau faux-plafond mis en place au cours de l'été 2011. Les revêtements de sols ont également été changés.

- **L'école Marc Sangnier** : 1 classe investiguée, située en Rez-de-Chaussée



*Prélèvements par tubes passifs dans une salle de classe de Petite section/Moyenne section (PS/MS)*



*Enregistrement en continu des concentrations en CO<sub>2</sub> au cours de la semaine de prélèvements en PS/MS*



*Point de prélèvement extérieur - Cour de l'école Marc Sangnier -*

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

- L'école maternelle Henri Wallon : 1 classe investiguée en Rez-de-Chaussée



*Prélèvements par tubes passifs dans une salle de classe de Petite section/Moyenne section (PS/MS)*



*Point de prélèvement extérieur – Cour des PS/MS*



*Enregistrement en continu des concentrations en CO<sub>2</sub> au cours de la semaine de prélèvement dans la classe des PS/TPS*

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

- La crèche Henri Wallon : 1 unité de vie investiguée en Rez-de-Chaussée



*Prélèvements par tubes passifs dans l'unité Călinou de la crèche Henri Wallon*



*Enregistrement des concentrations en CO<sub>2</sub> en continu, au sein de l'unité Călinou, de la crèche Henri Wallon*



*Point de prélèvement extérieur  
Cour de la crèche Henri Wallon*

Le choix des établissements s'est effectué en concertation avec le service Santé Environnement de la ville de Rennes et a donc porté sur des établissements susceptibles de révéler des valeurs élevées en formaldéhyde, du fait des caractéristiques de ces bâtiments.

### **b. Localisation des points de mesures**

Au cours des campagnes, Air Breizh a mesuré les concentrations en COV (composés organiques volatils) ainsi que le dioxyde de carbone et les paramètres de confort (température et humidité relative), en continu, dans une salle de classe ou unité d'accueil de chaque établissement sélectionné.

Pour le Benzène, un deuxième point de prélèvement a été placé à l'extérieur, afin de déterminer l'impact éventuel des sources externes sur la qualité de l'air dans ces établissements.

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Ce point de prélèvement extérieur est situé, pour chaque établissement investigué, dans la cour, au plus près des salles investiguées.

### c. Choix de l'emplacement du prélèvement dans la salle

**La localisation des prélèvements respecte les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde, du benzène et du monoxyde de carbone 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, autant que possible, 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.

### IV.3. Déroulement des campagnes

Pour la période estivale, une première campagne de mesure a été menée **du 15 au 19 juin 2015 dans les 3 établissements concernés.**

Une deuxième campagne de mesures en période dite hivernale, s'est déroulée **du 14 au 18 décembre 2015**

Chaque classe a été équipée :

- de tubes à diffusion passive pour la mesure des BTEX et des Aldéhydes,
- d'un analyseur permettant le suivi en continu du CO<sub>2</sub>, de la température et de l'humidité relative.

En parallèle de ces mesures, et pour chaque établissement investigué, un prélèvement de BTEX a également été réalisé en extérieur.

# MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

## V. Résultats

### V.1. Qualité des mesures

Les résultats sont exprimés dans des conditions ambiantes de prélèvement, à savoir pour une température de 20°C et une pression de 1013 hPa, de manière à pouvoir comparer les résultats obtenus à l'issue des différentes campagnes de mesures réalisées.

Les concentrations obtenues sont exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Des prélèvements intérieurs, pour le formaldéhyde plus particulièrement puisqu'il s'agissait de vérifier les niveaux rencontrés, ont été effectués en doublon, afin de vérifier la reproductibilité des mesures et de valider les résultats pour chaque point de prélèvement.

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

### V.2. Formaldéhyde et Benzène

#### V.2.1 Résultats des prélèvements en 8 aldéhydes dont le Formaldéhyde

##### a. Résultats des mesures et comparaison avec les valeurs de référence

Les concentrations en Aldéhydes mesurées en hiver et en été dans les différentes classes sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Concentrations en Aldéhydes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Propanal	Butanal	Benzaldéhyde	Isopentanal	Pentanal	Hexanal
Ecole Marc Sangnier	Période estivale	43,5	6,1	2,2	7,6	1,3	1,1	4,5	16,7
	Période hivernale	39,8	6,5	1,8	4,9	1,3	1,6	3,6	14,4
	Moyenne annuelle	41,6	6,3	2,0	6,2	1,3	1,3	4,1	15,6
Crèche Henri Wallon	Période estivale	56,3	5,6	2,1	7,3	0,9	0,6	3,9	14,3
	Période hivernale	60,6	5,5	1,25	2,4	1,0	0,9	1,8	10,5
	Moyenne annuelle	58,5	5,5	1,7	4,8	0,9	0,8	2,9	12,4
Ecole Henri Wallon	Période estivale	77	7	2,4	9,9	1,8	1,0	4,2	23,5
	Période hivernale	44,6	3,5	0,9	2	1,6	0,9	1,6	9,1
	Moyenne annuelle	60,8	5,2	1,7	5,9	1,7	0,9	2,9	16,3

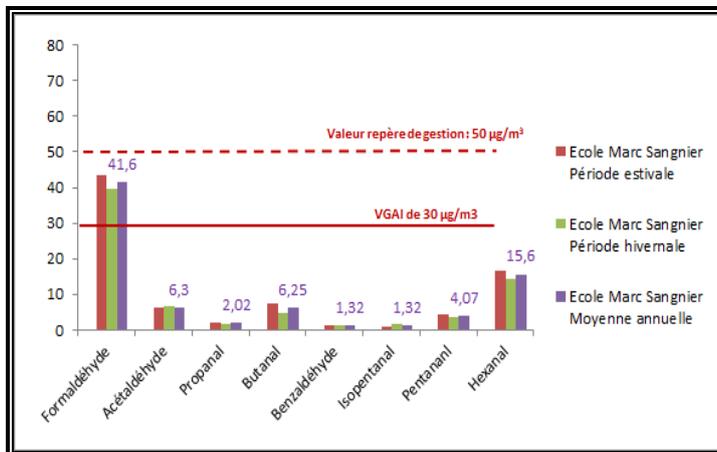
Concentrations moyennées sur les 2 périodes de prélèvements pour les 8 aldéhydes

Les valeurs figurant en rouge dépassent la VGAI de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pour le formaldéhyde.

Les concentrations en formaldéhyde enregistrées au sein des 3 établissements investigués et moyennées sur les 2 périodes de prélèvements **sont toutes supérieures à la VGAI de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$** , dépassant même, pour la crèche et l'école maternelle Henri Wallon, la valeur de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , au-dessus de laquelle, des investigations supplémentaires sont fortement recommandées (identification des sources, engagement rapide d'actions d'amélioration de la situation).

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Concentrations en Aldéhydes dans l'air intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les 2 périodes - Ecole Marc Sangnier -

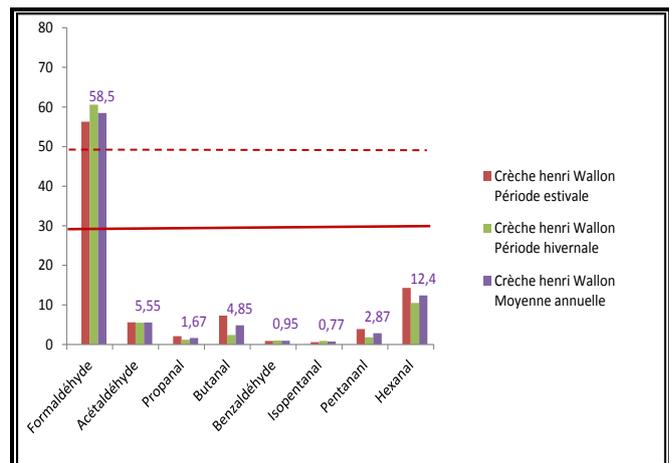


Les concentrations relevées en aldéhydes sur les 2 périodes d'investigation sont relativement homogènes avec des différences peu marquées entre les 2 saisons.

Les niveaux moyennés en formaldéhyde sont supérieurs à la VGAI de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , atteignant plus de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les 2 saisons d'investigation.

Suivent, à des niveaux cependant moindre, les concentrations en Hexanal, Butanal et Acétyldéhyde.

Concentrations en Aldéhydes dans l'air intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les 2 périodes - Crèche Henri Wallon -

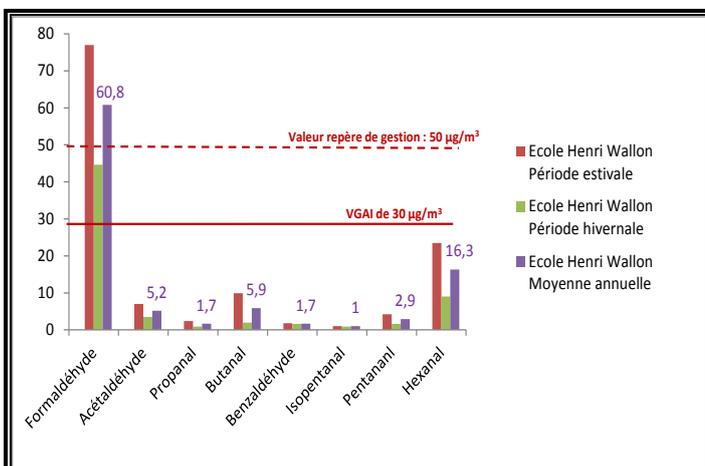


Les concentrations relevées en aldéhydes sur les 2 périodes d'investigation sont relativement homogènes avec des différences peu marquées entre les 2 saisons, au sein de l'unité d'accueil concernée.

Les niveaux moyennés en formaldéhyde sont bien supérieurs à la VGAI de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , atteignant près de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les 2 saisons d'investigation. Elles sont donc cette fois, supérieures au seuil de gestion de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les concentrations en Hexanal, Butanal et Acétyldéhyde sont, par contre, inférieures à celles précédemment relevées à l'école Marc Sangnier et sont donc peu élevées.

Concentrations en Aldéhydes dans l'air intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les 2 périodes - Ecole Henri Wallon -



Les concentrations en formaldéhyde sont particulièrement élevées à l'école Henri Wallon en période estivale, atteignant plus de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ce sont les plus élevées rencontrées au cours de cette campagne de mesures.

L'hexanal ainsi que butanal présentent également des concentrations plus importantes en période estivale que dans les autres établissements investigués.

Notons surtout la différence ici bien plus marquée qu'au sein des 2 autres établissements, entre les concentrations obtenues en période estivale et en période hivernale.

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

- Les bâtiments du groupe scolaire Henri-Wallon présentent ainsi des valeurs élevées en formaldéhyde et ce, qu'elle que soit la période d'investigation réalisée. Notons que les valeurs rencontrées dans la **crèche**, au sein de l'unité d'accueil faisant l'objet de prélèvements, sont relativement homogènes et diffèrent peu entre la période estivale, et la période hivernale, se situant entre **56 et 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

L'écart est davantage significatif entre les concentrations mesurées en été et en hiver au sein de l'école maternelle. En effet, les valeurs enregistrées dans la classe des PS/TPS passent alors de **77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en période estivale, à **44,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  lors des prélèvements réalisés en période hivernale. Rappelons par ailleurs que les prélèvements réalisés au cours du mois de décembre, ont été réalisés avec la ventilation en fonctionnement « intensif » dans cette classe (bruit perceptible lors de ces mesures alors que non audible courant juin), contribuant à la diminution des valeurs relevées au cours de la première campagne.

Rappelons par ailleurs que l'école Henri Wallon avait précédemment fait l'objet de mesures en air intérieur, en 2010-2011, dans le cadre de la campagne nationale dans les écoles (QAI, CN 35 V2, Air Breizh). En 2010, les niveaux rencontrés dans les 2 classes investiguées au sein de cette même école avaient alors présenté des **valeurs moyennées supérieures à 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , atteignant **98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en formaldéhyde en période estivale**. En 2011, les concentrations relevées en période estivale atteignaient 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  au mois de mai tandis qu'ils étaient inférieurs à 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (21,5 et 14,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) au mois d'octobre suivant. La réalisation des travaux au cours de l'été 2011 (installation d'un faux plafond et mise en place d'une VMC) explique cette diminution notable des niveaux rencontrés jusqu'alors au sein de cette école.

***Les niveaux rencontrés en 2015 dans les bâtiments de l'école maternelle Henri Wallon ont montré des concentrations en formaldéhyde moyennées sur les 2 périodes d'investigation, atteignant les 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , qui requièrent donc l'information des occupants et la mise en place d'actions rapidement. Les dysfonctionnements de la VMC existante ont ainsi certainement contribué à l'élévation des taux en formaldéhyde, sachant que l'origine probable des émissions est liée aux panneaux sandwichs situés sous toiture.***

***A l'école Marc Sangnier, les concentrations en formaldéhyde sont restées relativement homogènes entre les 2 périodes d'investigations, situées entre 40 et 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces valeurs, moindres que les précédentes, restent malgré tout, supérieures à la VGAI en vigueur pour ce polluant. Des actions visant à diminuer les niveaux rencontrés, devraient être proposées.***

- En ce qui concerne les 7 autres aldéhydes, précisons que les valeurs rencontrées au sein des 3 établissements investigués sont très peu élevées et se situent bien en deçà des valeurs guides en air intérieur pour ces composés, lorsqu'elles existent. Notons que le formaldéhyde, au-delà de sa toxicité, est, en proportion totale, l'aldéhyde le plus majoritairement représenté sur les 8 composés mesurés, bien avant l'hexanal et le butanal et enfin l'acétaldéhyde.

### **b. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale**

Classiquement, les concentrations en formaldéhyde sont plus élevées en période estivale qu'en période hivernale, principalement en raison de sa volatilité liée à la température ambiante.

Or lors des prélèvements réalisés dans les 3 établissements en 2015, cette différence semble pourtant moins marquée. En effet, les mesures réalisées sur les 2 périodes saisonnières sont relativement homogènes, excepté dans le cas de l'école maternelle Henri wallon où les différences sont plus marquées entre les périodes estivale et hivernale. Notons que cette année fut caractérisée par un hiver particulièrement doux, atténuant les différences d'ambiance entre les 2 saisons d'investigation. Les résultats détaillés des températures relevées lors de ces campagnes de mesures sont présentés en partie V.5 Paramètres de confort, pages 23, 24 et 25.

### **c. Comparaison avec d'autres campagnes de mesure du formaldéhyde**

Pour comparaison, les **concentrations en formaldéhyde mesurées dans les écoles et crèche investiguées** se situent dans l'intervalle de **30 à 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (école Marc Sangnier)**, correspondant à 9 %

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

des établissements et de **50 à 100 µg/m<sup>3</sup> (école et crèche Henri Wallon)**, rejoignant le pourcentage relativement faible (< 2 %) des écoles ayant présenté les taux les plus élevés en formaldéhyde, au cours de la campagne nationale 2009-2011.

Etude	Établissements investigués	Répartition des moyennes annuelles en formaldéhyde (à l'échelle de l'établissement)				
		0 à ≤ 10 µg/m <sup>3</sup>	10 à ≤ 30 µg/m <sup>3</sup>	30 à ≤ 50 µg/m <sup>3</sup>	50 à ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>	≥ 100 µg/m <sup>3</sup>
Campagne Nationale de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches (2009 - 2011)	300	18,4 %	71,0 %	9,0 %	1,6 %	-

*Comparaison avec les résultats en formaldéhyde de la campagne pilote*

Plus précisément, 50% des établissements investigués lors de la campagne nationale présente une moyenne annuelle, à l'échelle de l'établissement, inférieure à 15,7 µg/m<sup>3</sup>.

Les concentrations en formaldéhyde rencontrées au cours de cette étude sont donc particulièrement élevées, **supérieures en moyenne à 50 µg/m<sup>3</sup>**, rappelant les niveaux relevés lors des investigations réalisées au cours des années précédentes, à l'école Jules Isaac (2011-2015).

Pour les bâtiments de la crèche et de l'école maternelle Henri Wallon, de conception identique (année de construction, caractéristique de la toiture...), il est fort possible qu'une source fortement émettrice, inhérente et commune aux 2 bâtiments (crèche et école maternelle), soit responsable de ces concentrations élevées en formaldéhyde.

### V.3. Résultats en BTEX, dont le Benzène

#### a. Résultats des mesures intérieures et comparaison avec les valeurs de référence :

Les concentrations en BTEX mesurées en hiver et en été dans les différentes classes sont présentées dans le tableau ci-dessous ;

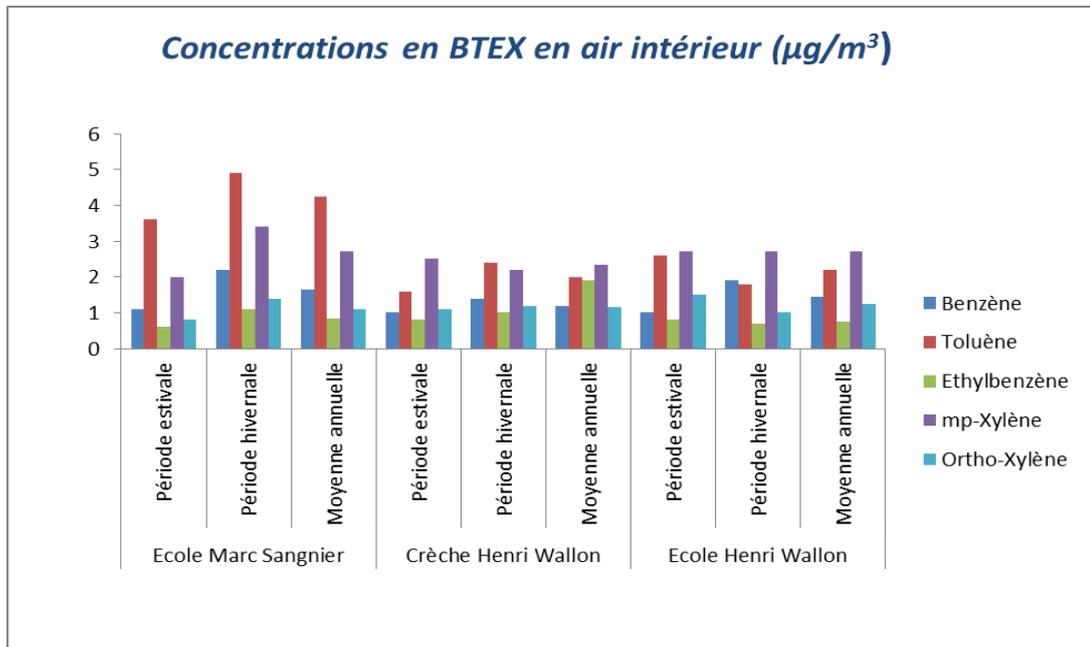
Concentrations intérieures en BTEX (µg/m <sup>3</sup> )		Benzène	Toluène	Ethylbenzène	mp-Xylène	Ortho-Xylène
Ecole Marc Sangnier	Période estivale	1,1	3,6	0,6	2,0	0,8
	Période hivernale	2,2	4,9	1,1	3,4	1,4
	Moyenne annuelle	1,6	4,2	0,8	2,7	1,1
Crèche Henri Wallon	Période estivale	1,0	1,6	0,8	2,5	1,1
	Période hivernale	1,4	2,4	1,0	2,2	1,2
	Moyenne annuelle	1,2	2	1,9	2,3	1,1
Ecole Henri Wallon	Période estivale	1,0	2,6	0,8	2,7	1,5
	Période hivernale	1,9	1,8	0,7	2,7	1,0
	Moyenne annuelle	1,4	2,2	0,7	2,7	1,2

*Les valeurs figurant en rouge dépassent la VGAI de 2 µg/m<sup>3</sup>, pour le benzène.*

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Concernant le benzène, aucun des résultats des moyennes des concentrations sur les deux campagnes de mesure réalisées dans les 3 établissements ne dépasse la valeur guide de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de  $10^{-5}$ .

Les résultats en BTEX obtenus en air intérieur dans les différents établissements et pour les 2 périodes, sont présentés dans le graphique ci-dessous :



Concentrations en BTEX en air intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les 2 périodes d'investigation puis moyennées

**Pour le benzène, composé prioritaire, les 3 établissements présentent donc des résultats satisfaisants avec des concentrations moyennes inférieures à la VGAI de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , à l'instar des 42,6 % des établissements étudiés lors de la campagne nationale.**

Seule la mesure réalisée en période hivernale à l'école Marc Sangnier dépasse très légèrement ce seuil de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition vie entière.

Pour les autres composés, les valeurs sont très peu élevées et bien inférieures aux VGAI correspondantes ( $200$  à  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

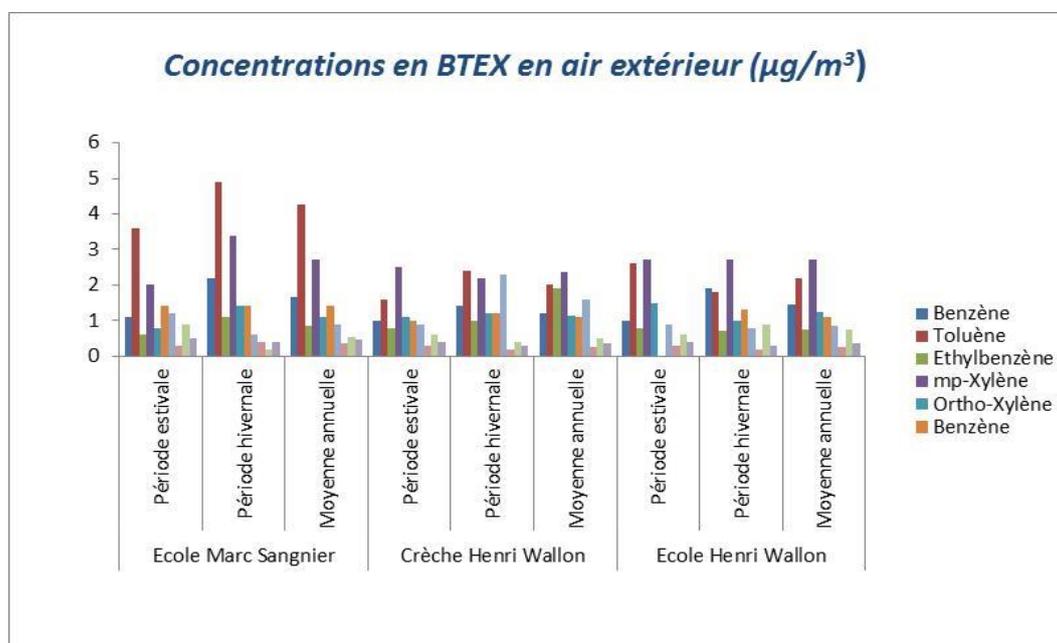
### b. Résultats des mesures réalisées en extérieur :

Les concentrations en BTEX mesurées en extérieur, (hiver et été) à proximité des différentes classes investiguées et situées dans chacune des cours des établissements concernés, sont présentées dans le tableau suivant :

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Concentrations en BTEX ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées en extérieur		Benzène	Toluène	Ethylbenzène	mp-Xylène	Ortho-Xylène
Ecole Marc Sangnier (cour école)	Période estivale	1,4	1,2	0,3	0,9	0,5
	Période hivernale	1,4	0,6	0,4	0,2	0,4
	Moyenne annuelle	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,35</b>	<b>0,55</b>	<b>0,45</b>
Crèche Henri Wallon (cour crèche)	Période estivale	1,0	0,9	0,3	0,6	0,4
	Période hivernale	1,2	2,3	0,2	0,4	0,3
	Moyenne annuelle	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>0,5</b>	<b>0,35</b>
Ecole Henri Wallon (cour école)	Période estivale	0,9	0,9	0,3	0,6	0,4
	Période hivernale	1,3	0,8	0,2	0,9	0,3
	Moyenne annuelle	<b>1,1</b>	<b>0,85</b>	<b>0,25</b>	<b>0,75</b>	<b>0,35</b>

Globalement, les concentrations en BTEX relevées à l'extérieur des établissements investigués varient peu entre les 2 saisons, avec cependant parfois une légère augmentation en période hivernale selon les cas.



La comparaison des mesures intérieures/extérieures I/E montrent des ratios autour de 1 pour le benzène, signifiant que les sources émettrices intérieures sont relativement peu importantes en ce polluant pour les établissements concernés. Ces ratios semblent par contre augmenter davantage pour les autres composés lourds (toluène, éthylbenzène, xylène ...) laissant supposer qu'ils sont probablement émis par des sources plus spécifiquement intérieures.

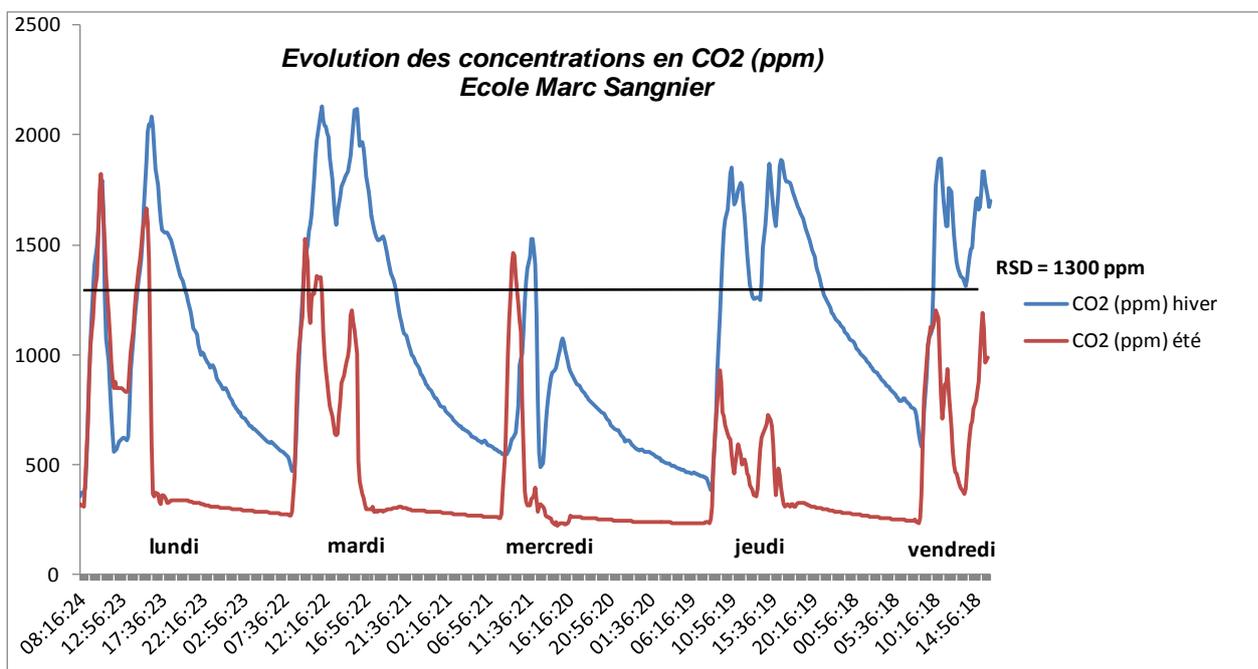
## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

### V.4 Dioxyde de carbone

L'évolution de la teneur en CO<sub>2</sub> est particulièrement bien corrélée avec les temps d'occupation des salles. Une élévation rapide de la quantité de CO<sub>2</sub> est généralement constatée dès l'arrivée des enfants dans les locaux. Le reste de la journée est marqué par des variations en dents de scie du CO<sub>2</sub>, selon le degré d'occupation de la salle et le rythme d'ouverture des portes et fenêtres. En fin de journée, la concentration revient habituellement à son niveau de fond (entre 300 à 400 ppm).

#### V.4.1 - Dioxyde de carbone : Ecole Marc Sangnier

##### Évolution du taux de CO<sub>2</sub> au cours de la semaine – Ecole Marc Sangnier Périodes hivernale et estivale



Les concentrations en CO<sub>2</sub> augmentent rapidement après l'arrivée des élèves le matin pour atteindre une valeur maximale supérieure à 2000 ppm en période hivernale, qui diminue brièvement sur la période de midi (sortie des élèves) puis augmente de nouveau pour atteindre des niveaux identiques au cours de l'après-midi, avant de décroître doucement.

Les concentrations en CO<sub>2</sub> enregistrées en période hivernale sont nettement plus importantes qu'en période estivale, où l'allure des courbes diffère par ailleurs, traduisant un meilleur renouvellement d'air au sein de la classe, favorisée par l'aération plus fréquente et plus longue de la pièce via l'ouverture des fenêtres de la pièce en été.

Entre les 2 saisons, la différence est assez marquée en termes de décroissance notamment, celle-ci étant beaucoup plus lente en période hivernale.

#### CALCUL DE L'INDICE DE CONFINEMENT <sup>[6]</sup> :

Le calcul de l'indice de confinement nécessite de disposer de l'enregistrement des valeurs de concentrations en CO<sub>2</sub> et de la plage de présence dans le local (en occupation normale) durant la semaine. Pour le calcul de l'indice, seules les valeurs des concentrations en CO<sub>2</sub> mesurées pendant la présence en occupation normale des enfants dans la salle, sont prises en compte.

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Les plages de présence des enfants dans chaque local sont renseignées idéalement à postériori, avec l'aide de l'adulte enseignant ou encadrant sur l'ensemble de la semaine.

Lorsque les périodes d'occupation réelles de la pièce n'ont pas pu être renseignées aussi précisément, nous nous prenons en considération les horaires correspondant à une journée type d'occupation des locaux correspondant aux heures d'entrée le matin et de sortie en fin d'après-midi pour chaque journée de la semaine.

Les valeurs de dioxyde de carbone correspondant aux périodes retenues sont ensuite partitionnées en 3 classes selon leur niveau :

- nombre de valeurs inférieures ou égales à 1000 ppm ( $n_0$ )
- nombre de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm inclus ( $n_1$ )
- nombre de valeurs supérieures à 1700 ppm ( $n_2$ )

### Calcul de l'indice de confinement :

$$ICONE = \left( \frac{2,5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

$$f_1 : \text{proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm} \left( f_1 = \frac{n_1}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

$$f_2 : \text{proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm} \left( f_2 = \frac{n_2}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

ICÔNE :	0	1	2	3	4	5
Confinement	nul	faible	moyen	élevé	très élevé	extrême

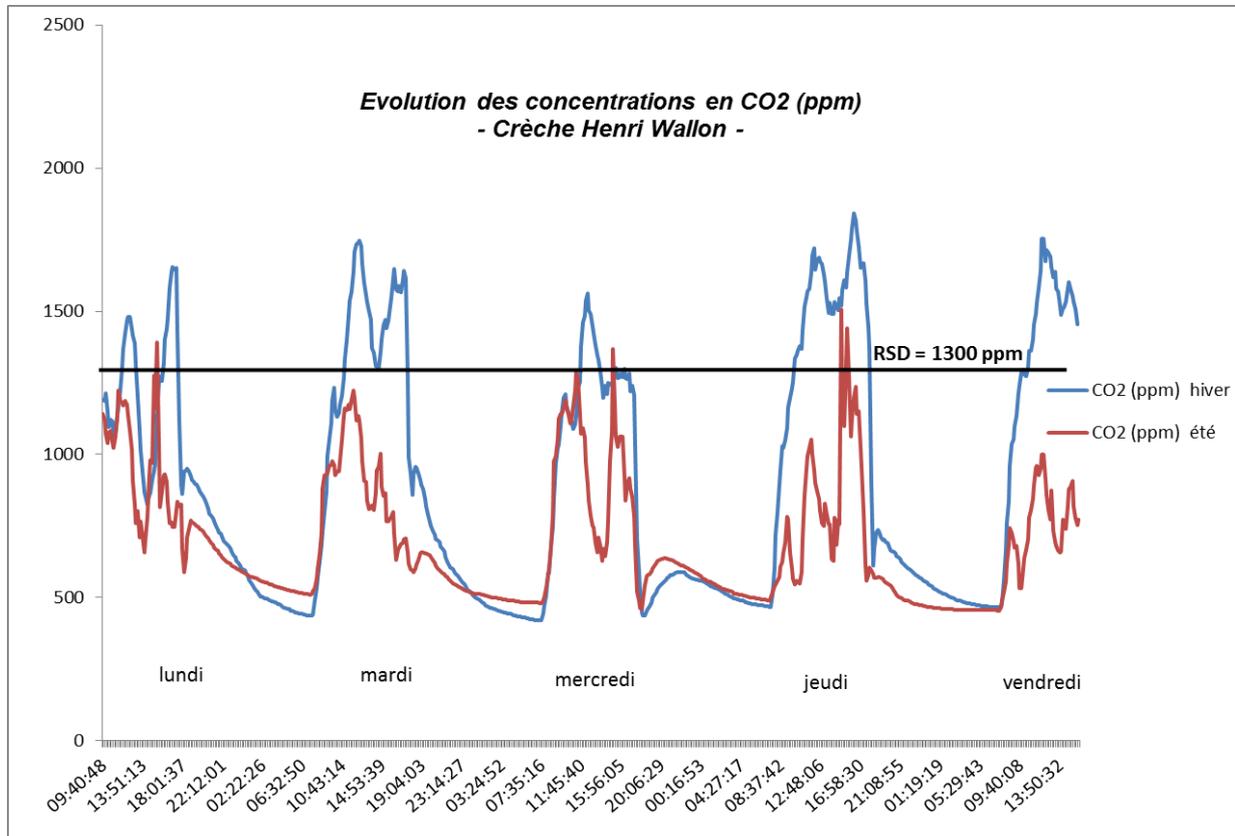
	juin-15	déc-15
ICONE Ecole MS	1	3
Confinement	faible	élevé

Malgré l'absence de système de ventilation permanent dans la pièce, le degré de confinement est faible en été, les aérations fréquentes et prolongées permettant de faire diminuer notablement les concentrations en CO<sub>2</sub>. En hiver, le confinement apparaît plus important, voire élevé, les phases d'aération étant moindres et de courtes durées.

# MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

## V.4.2 Dioxyde de carbone : Crèche Henri Wallon

### Évolution du taux de CO<sub>2</sub> au cours de la semaine – Crèche Henri Wallon Périodes hivernale et estivale



Les pics de CO<sub>2</sub> enregistrés au cours des 2 périodes de mesures restent majoritairement en deçà de la valeur seuil recommandée de 1300 ppm (RSD), illustrant des niveaux globalement corrects, notamment en période estivale (augmentation en fréquence des périodes d'aération et d'ouverture des fenêtres).

Notons que les concentrations en CO<sub>2</sub> enregistrées en période hivernale se distinguent de par leur amplitude plus marquée, les valeurs maximales atteignant plus de 1800 ppm alors qu'elles se situent autour de 1300 ppm en été.

Quelle que soit la période d'enregistrement, les évolutions des taux de CO<sub>2</sub> sont réguliers et cycliques avec des phases de croissance et de décroissance relativement rapides.

Rappelons, au sein de l'unité de vie investiguée, l'absence de tout système de ventilation.

En été, les pratiques d'aération contribuent à abaisser notablement le niveau des pics enregistrés, les concentrations maximums rencontrées restant en deçà de la valeur seuil de 1300 ppm.

#### Calcul de l'indice de confinement :

	juin-15	déc-15
<b>ICONE Crèche HW</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Confinement</b>	<b>faible</b>	<b>moyen</b>

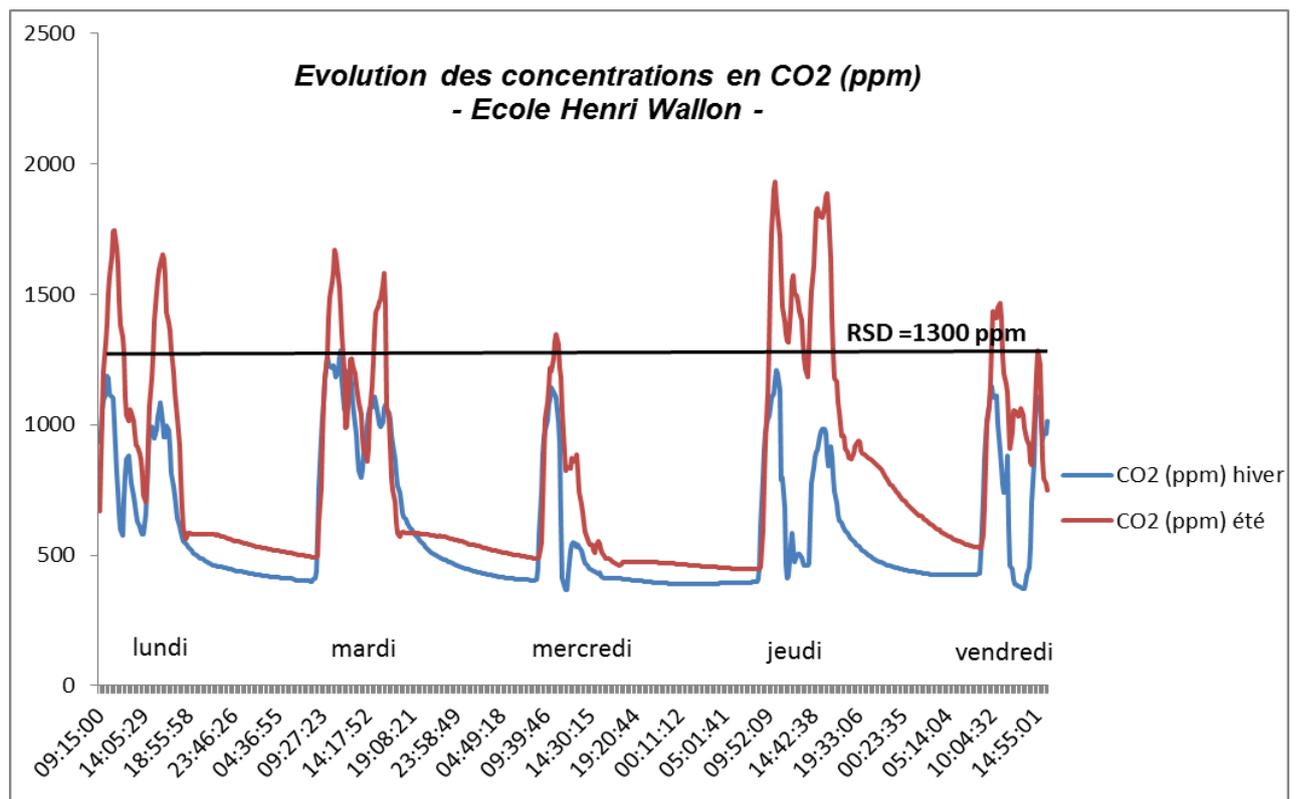
## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Malgré l'absence de système de ventilation permanent dans la pièce, le degré de confinement varie de moyen en hiver à faible en été, les aérations fréquentes et prolongées permettant de faire diminuer notablement les concentrations en CO<sub>2</sub> en période estivale. En hiver, le confinement est, comme habituellement en ces périodes, plus important sans être pour autant être problématique.

Notons que le confinement est habituellement moindre en crèche car il y a souvent moins d'enfants que dans une classe, pour un volume plus important.

### V.4.3 Dioxyde de carbone : Ecole Henri Wallon

#### Évolution du taux de CO<sub>2</sub> Ecole maternelle Henri Wallon - Périodes hivernale et estivale



A l'école maternelle Henri Wallon, au sein de la classe des PS/TPS la différence est bien plus marquée entre les 2 périodes de mesures hivernales et estivales.

Les concentrations en CO<sub>2</sub> apparaissent ici plus élevées en période estivale, dépassant systématiquement la valeur seuil des 1300 ppm, recommandée par le règlement sanitaire départemental. A contrario, les valeurs maximales relevées en période hivernale, sont inférieures à la valeur recommandée, ce qui peut sembler surprenant a priori.

L'insuffisance du renouvellement d'air s'illustre également par des phases de décroissance plus lentes, indiquant que le taux de renouvellement d'air au sein de cette classe est insuffisant lorsque le système de ventilation, pourtant présent, ne fonctionne pas. L'aération, seule, ne suffit donc pas à assurer un bon renouvellement d'air.

Les cycles sont réguliers et bien marqués sur chaque journée, et les pics estivaux apparaissent bien corrélés aux pics hivernaux reflétant la cohérence temporelle des valeurs maximales enregistrées en présence des enfants. Les phases de décroissance apparaissent quant à elles, bien plus rapides en période hivernale, suggérant un bien meilleur renouvellement d'air au sein de la pièce investiguée que précédemment, ceci étant corroboré par des niveaux en CO<sub>2</sub> également bien plus faibles, concluant à l'absence de tout confinement en période hivernale ainsi qu'à un meilleur renouvellement de l'air lors de cette campagne.

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

Cette différence notable et marquée entre les 2 campagnes de mesures peut s'expliquer du fait d'un dysfonctionnement du système de ventilation en place au cours de la campagne de mesures estivale (juin).

Ce même système, en fonctionnement lors des mesures réalisées au mois de décembre 2015, a donc permis un abaissement remarquable des niveaux en CO<sub>2</sub> précédemment enregistrés dans cette classe et atteste de l'efficacité du système de ventilation en termes de renouvellement d'air, lorsqu'il fonctionne.

### Calcul de l'indice de confinement :

	juin-15	déc-15
ICONE Ecole HW	2	1
Confinement	Moyen	Faible

Contrairement aux autres établissements, le degré de confinement est ici plus élevé en période estivale, qu'en période hivernale.

Le fonctionnement du système de ventilation au cours de la période de mesure hivernale a pu permettre la diminution des pics les plus élevés rencontrés au cours de l'été, où elle ne fonctionnait pas au même régime (bruit non perceptible lors de la pose des capteurs en période estivale alors que très amplifié voire inconfortable en période hivernale).

### Conclusion sur le renouvellement d'air des 3 salles :

**Les niveaux en CO<sub>2</sub> sont acceptables avec un indice de confinement variant de faible à élevé en fonction des salles investiguées et de leur équipement en termes de ventilation, ainsi que de la période de l'année.**

**Les niveaux enregistrés en période hivernale sont généralement plus élevés du fait d'une aération moins fréquente, excepté dans la salle de classe de l'école Henri Wallon, ce qui pourrait être lié au fonctionnement du système de ventilation existant en période hivernale et à son dysfonctionnement en période estivale.**

## V.5. Paramètres de confort

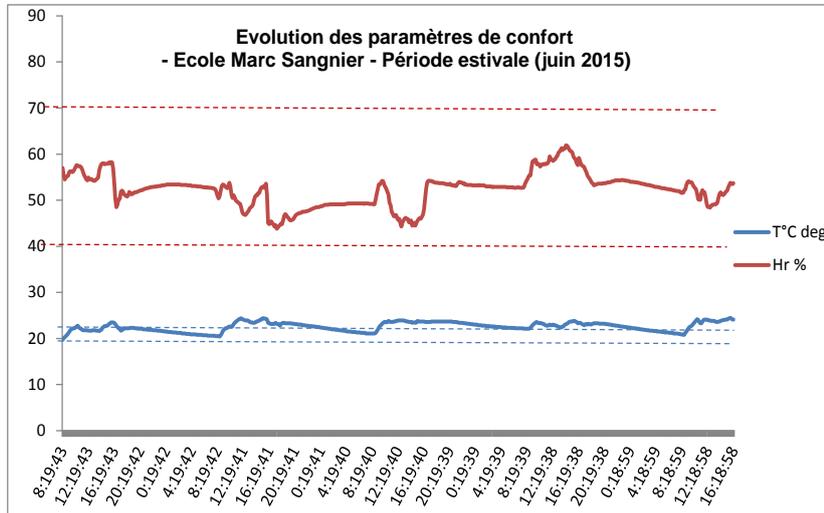
La température T(°C) et l'humidité relative Hr (%) sont les principaux paramètres de confort à prendre en compte. Une faible humidité peut causer des gênes telles qu'un dessèchement de la peau ou une irritation des yeux ou de la gorge. A l'inverse, une humidité importante liée à une température élevée favorise l'apparition d'acariens et de moisissures provoquant, chez certaines personnes, des réactions allergiques. 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.

Les moyennes des températures et humidités relatives, ainsi que l'étendue des valeurs enregistrées pendant le temps d'occupation des classes, sont présentées, pour chaque classe investiguée, dans les graphiques ci-dessous ;

# MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

## V.5.1. Température et Humidité Relative : Ecole Marc Sangnier

Paramètres de confort - Ecole Marc Sangnier - période estivale



En période estivale, les paramètres de confort à savoir, température et hygrométrie, sont satisfaisantes dans la classe ayant fait l'objet des mesures.

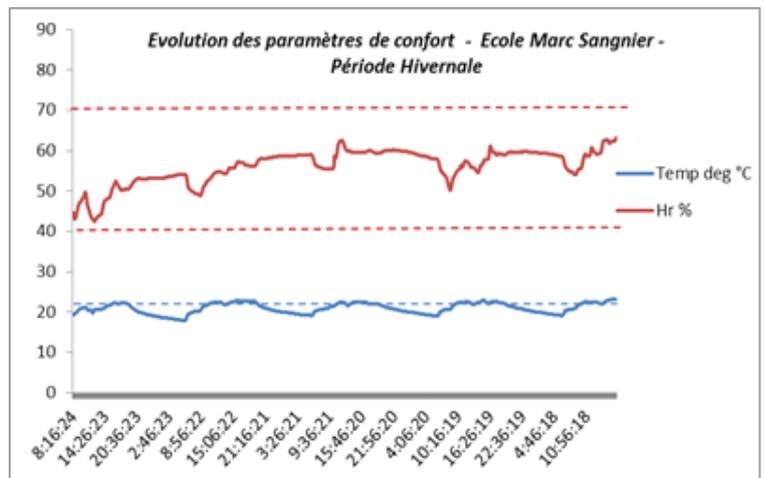
Notons que les températures sont parfois susceptibles de dépasser légèrement les valeurs préconisées (>22°C).

En période hivernale, les paramètres de confort à savoir, température et hygrométrie, diffèrent peu des précédentes dans la classe ayant fait l'objet des mesures.

Les températures sont relativement stables par rapport aux enregistrements effectués en période estivales, variant entre 19 et 22°C du fait du fonctionnement du chauffage lors des mesures.

L'Hygrométrie est quant à elle, légèrement plus importante en période hivernale, ce qui correspond aux taux d'humidité classiquement rencontrés dans l'air intérieur.

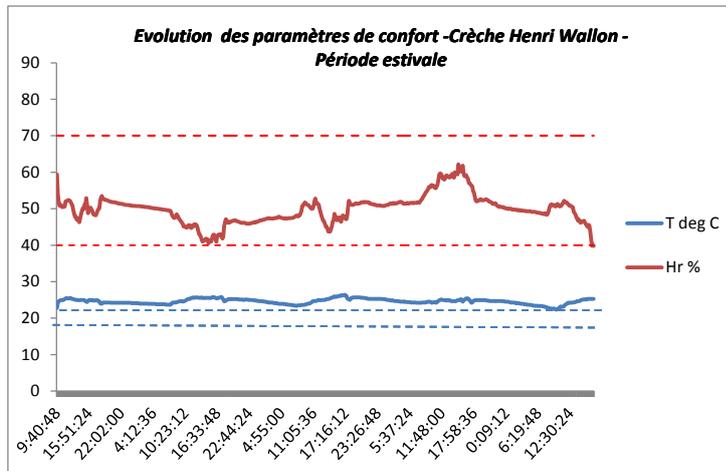
Paramètres de confort - Ecole Marc Sangnier - période hivernale



# MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

## V.5.2. Température et Humidité Relative : Crèche Henri Wallon

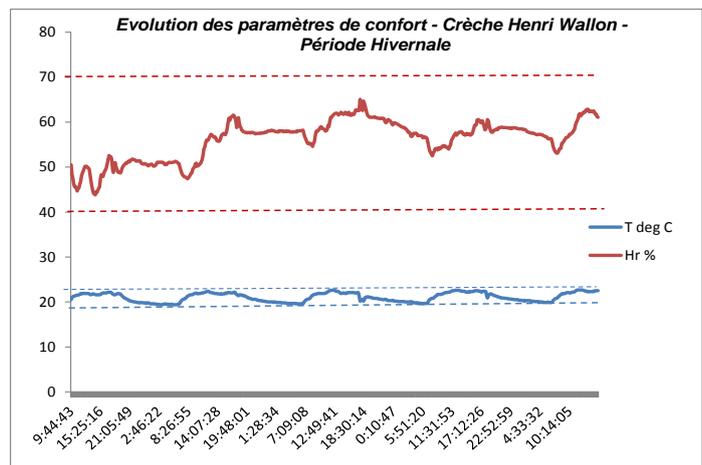
Paramètres de confort - Crèche Henri Wallon - période estivale



En période estivale, le taux d'humidité relative enregistré au sein de la crèche Henri Wallon reste situé dans la zone de confort (40%-70%).

Les températures relevées au sein de l'unité d'accueil concernée sont quant à elles bien supérieures à la zone de confort, oscillant autour de 25/26 °C.

Paramètres de confort - Crèche Henri Wallon - période hivernale

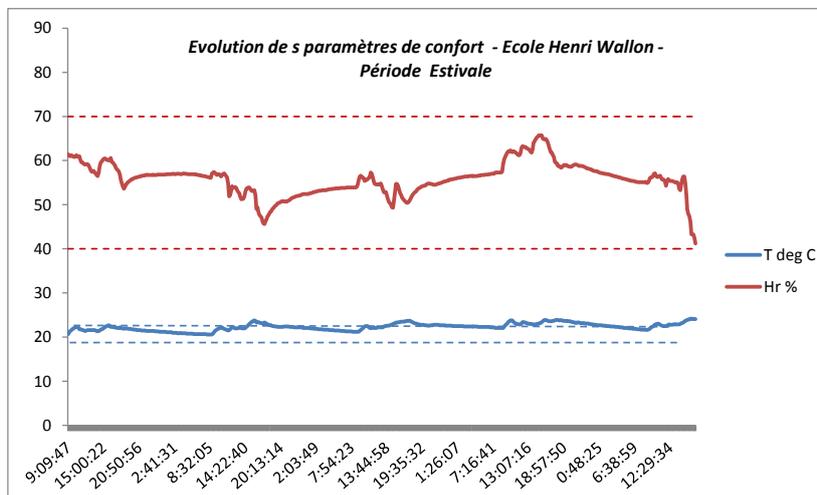


En période hivernale, le taux d'humidité relative augmente comme attendu en cette saison, mais reste situé entre 40 et 65 %, ce qui est plutôt satisfaisant.

La température, quant à elle, reste comprise entre 19 °C et 22 °C, dans la plage conseillée.

## V.5.3. Température et Humidité Relative : Ecole Henri Wallon

Paramètres de confort - Ecole Henri Wallon – Période estivale



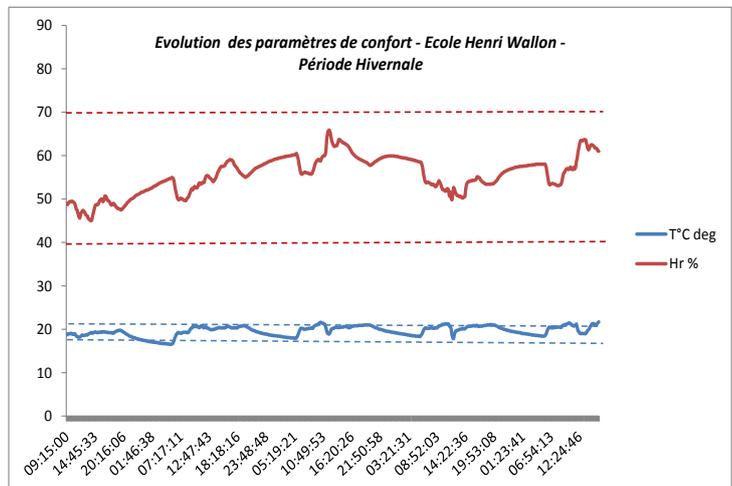
En période estivale, les valeurs enregistrées en tant que paramètres de confort au sein de la classe investiguée se situent dans les plages recommandées et sont plutôt satisfaisantes.

La température reste relativement homogène et se situe bien dans une plage comprise entre 19 et 22 °C. Ceci peut paraître un peu surprenant, au regard des concentrations élevées en formaldéhyde relevées sur cette semaine de mesures.

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

En période hivernale, les paramètres de confort sont également satisfaisants et homogènes par rapport aux niveaux enregistrés lors de à la période estivale, dans cette même classe.

Paramètres de confort - Ecole Henri Wallon - Période hivernale



### Conclusion sur les paramètres du confort des 3 écoles :

Les niveaux des paramètres de confort enregistrés lors de ces campagnes de mesures, compris dans les gammes de valeurs recommandées par l'OQAI, sont acceptables bien que légèrement élevés en période estivale dans la crèche Henri Wallon.

## VI. Conclusions

Cette étude avait pour objectif de caractériser la qualité de l'air intérieur dans 3 établissements d'accueil de jeunes enfants, à savoir 2 écoles maternelles et 1 crèche municipale, situées à Rennes.

Ces établissements avaient préalablement été sélectionnés par le service Santé-Environnement de la Ville de Rennes, car leurs bâtiments présentaient des structures identiques à celle des écoles maternelles et élémentaires Jules Isaac ayant, par le passé, présenté des concentrations particulièrement élevées en formaldéhyde.

L'objectif était donc ici de caractériser la qualité de l'air et de vérifier les **niveaux en Composés Organiques Volatils, dont le formaldéhyde**, susceptibles d'être rencontrés, en concentrations anormales, dans ces 3 établissements dont les dates et le type de construction (toitures, matériaux constituant les isolants) s'apparentaient à celles du groupe scolaire précédemment cité.

Les résultats présentés dans ce rapport, ont été moyennés à partir des résultats des 2 périodes de prélèvements réalisées au cours des **mois de juin et de décembre 2015**.

- Concernant le **formaldéhyde**, les concentrations obtenues dans les trois établissements investigués sont **supérieures à la VGAI de 30 µg/m<sup>3</sup>** (valeur guide à long terme fixée par l'ANSES).

**Deux des trois bâtiments faisant l'objet de prélèvements ont montré des concentrations moyennes annuelles supérieures à 50 µg/m<sup>3</sup>, seuil au-dessus duquel, la mise en place d'actions correctives est conseillée par l'HCSP.**

En effet, quelle que soit la période de prélèvement, estivale comme hivernale, les valeurs de concentrations moyennes en formaldéhyde sont, au sein **de la crèche et de l'école Henri Wallon, bien supérieures aux valeurs limites d'actions préconisées par le HCSP**. Notons que l'école maternelle, située à proximité de la crèche du même nom, avait déjà fait l'objet de mesures en air intérieur lors de la campagne nationale de 2010-2011 et que les concentrations relevées en formaldéhyde sur la période

## MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 ETABLISSEMENTS D'ACCUEIL DE PETITE ENFANCE A RENNES : CRECHE ET ECOLES

estivale, atteignaient alors plus de 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les prélèvements réalisés courant juin 2015 (77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), corroborent ainsi les valeurs particulièrement élevées en formaldéhyde, susceptibles d'être rencontrées dans cette école.

**Il est ainsi probable qu'une source fortement émettrice et inhérente au bâti, soit à l'origine de ces concentrations particulièrement élevées en formaldéhyde**, notamment lorsque les températures extérieures tendent à s'élever. Remarquons l'effet notable du système de ventilation mis en œuvre lors de la campagne de mesures hivernale, qui a permis d'abaisser les niveaux de manière significative, passant de 77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ces derniers restant néanmoins supérieurs à la VGAI de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , une recherche de sources en formaldéhyde au sein de la classe investiguée devrait être préconisée afin d'identifier les principales sources d'émission et engager les mesures correctives nécessaires visant à abaisser durablement et significativement les niveaux rencontrés. Ces conclusions s'appliquent également aux bâtiments de la crèche du même nom laquelle présente des concentrations homogènes et approchant les 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , indépendamment de la période d'investigation.

Les niveaux enregistrés à l'école Marc Sangnier, sont moins élevés en moyenne que ceux rencontrés au sein des deux autres bâtiments (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et devraient pouvoir être limités en agissant sur l'amélioration du renouvellement d'air et la mise en place d'un système de ventilation (VMC) au sein des classes.

- **Pour le benzène**, les 3 établissements ont présenté des concentrations moyennes satisfaisantes, ne dépassant que sur une seule mesure et de peu, la **valeur seuil de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Les résultats sont donc, pour les BTEX, satisfaisants sur les 3 établissements concernés.
- **Enfin, l'enregistrement en continu du CO<sub>2</sub> et des paramètres de confort associés** (température, humidité relative) dans les 3 bâtiments sélectionnés, montrent globalement des niveaux de confinement acceptables, (faibles à moyens), avec des valeurs souvent plus élevées en période hivernale, lorsque l'aération est moins fréquente.

Seule exception, l'école Henri Wallon, où le fonctionnement de la VMC courant décembre, a permis de réduire significativement les concentrations en CO<sub>2</sub> rencontrées initialement au cours de la période estivale.

***En synthèse de cette étude, nous recommandons la mise en œuvre rapide d'actions prioritairement au niveau des locaux de l'école maternelle et de la crèche Henri Wallon, pour lesquels les niveaux en formaldéhyde sont supérieurs au seuil d'action défini par l'HCSP. Le bon fonctionnement de la ventilation au niveau de la salle de classe de l'école maternelle, semble avoir été positif en termes de diminution des concentrations en formaldéhyde lors de la campagne hivernale. Une confirmation est toutefois nécessaire en période estivale, où les niveaux les plus élevés ont été rencontrés.***

***Pour l'établissement Marc Sangnier, les niveaux en formaldéhyde sont moins élevés, bien qu'ils nécessitent la réalisation d'actions simples d'amélioration selon les conseils de l'HCSP (sensibilisation du personnel, aérations plus fréquentes...).***

## Bibliographie

- [1] Décret 2006-623 du 29 mai 2006 relatif à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certains vernis et peintures et dans les produits de retouche de véhicules
- [2] HCSP – Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – Le formaldéhyde – Octobre 2009
- [3] HCSP – Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – Le benzène – Juin 2010
- [4] Myhrvold, A.N., E.Olsen, and O. Lauridsen (1996). "Indoor Environment in Schools — Pupils' Health and Performance in regard to CO2 Concentrations". *Indoor Air*. The Seventh International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Vol 4, pp. 369–371.
- [5] Ministère de la Santé et des Affaires sociales
- [6] CSTB – Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement d'accueil de la petite et d'accueil de loisirs, Département Energie Santé-Environnement, Division Santé, Pôle Expologie des Environnements Intérieurs, Mai 2012.