

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

Etude 2013

Mesures de la qualité de l'air dans les écoles et crèches à 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^{ème} étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES ECOLES ET CRECHES RENNES - 2013

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, dans la rubrique téléchargement.

Avertissement

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

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des 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 des directrices et du personnel des établissements, pour leur collaboration.

Contribution

Service Etudes	Validation
Cyprien LECLAIR	
Karine LE MEHAUTE	Magali CORRON
Ophélie POUSSET	

Sommaire

GLOSSAIRE	3
I. INTRODUCTION	4
II. PRESENTATION D'AIR BREIZH	4
III. POLLUANTS ETUDIES	5
III.1. COV	5
III.2. Radon	6
III.3. Monoxyde et dioxyde de carbone	7
IV. MATERIEL ET METHODE	7
IV.1. Métrologie	7
IV.2. Localisation des prélèvements	8
IV.3. Déroulement de la campagne	9
V. RESULTATS	10
V.1. Qualité des mesures	10
V.2. Formaldéhyde et Benzène	10
V.3. Radon	11
V.4. Monoxyde et Dioxyde de carbone	12
V.5. Paramètres de confort	13
VI. CONCLUSION	15
BIBLIGRAPHIE	16

Glossaire

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
AFSSET	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
Bq/m ³	Becquerel par mètre cube
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CO	Monoxyde de carbone
COV	Composés Organiques Volatils
CSHP	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
hPa	Hecto Pascal
HCSP	Haut Conseil en Santé Publique
HR(%)	Humidité Relative en pourcentage
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
µg/m ³	microgramme par mètre cube
mg/m ³	milligramme par mètre cube
NO ₂	Dioxyde d'azote
O ₃	Ozone
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
PM10	Particule de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres
PM2,5	Particule de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 micromètres
ppm	partie par million (unité de mesure des concentrations de polluants)
RSD	Règlement Sanitaire Départemental
SO ₂	Dioxyde de soufre
T(°C)	Température en degré Celsius
T(K)	Température en degré Kelvin
VGAI	Valeur Guide de qualité de l'Air Intérieur définie par l'ANSES

I. Introduction

Au cours de cette étude, des prélèvements dans les locaux de l'école Jacques Prévert et de la crèche Marie Curie de Rennes ont été réalisés du 21 au 25 janvier 2013 pour la période hivernale et du 13 au 17 mai 2013 pour la période estivale.

Dans les établissements scolaires, les concentrations en différents polluants de l'air intérieur peuvent atteindre des niveaux plus élevés que dans d'autres espaces clos (habitats, bureaux). En effet, diverses sources potentielles comme le mobilier, le matériel scolaire (colle, feutres, peintures) ou encore les produits d'entretien, utilisés quotidiennement dans ces locaux, peuvent être particulièrement émissives. Par ailleurs, des dispositifs de ventilation inadaptés ou insuffisants (mauvais entretien, dysfonctionnement) sont également susceptibles d'induire des concentrations particulièrement élevées. Enfin, le public visé dans ces lieux clos est particulièrement sensible du fait de son jeune âge et de nombreuses études montrent une augmentation des allergies et des affections respiratoires chez les enfants. En France, la manifestation de troubles non spécifiques (maux de tête, nausées, vertiges...) dans des écoles ces dernières années, a conduit à s'interroger sur la possible contribution de la qualité de l'air intérieur.

L'objectif de cette étude est d'une part, de poursuivre les campagnes réalisées depuis 2007 dans différentes écoles de la ville de Rennes, au sein de ces 2 établissements, ainsi que d'étendre la caractérisation de la qualité de l'air dans les écoles aux **mesures de radon**.

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

II. Présentation d'Air Breizh

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des organismes régionaux (AASQA), constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France. En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh, depuis 1986.

Les missions réglementaires d'Air Breizh sont :

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO₂, NO₂, CO, O₃, Métaux lourds, HAP, BTEX, PM10 et PM2,5) 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 partie 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 cancérogène certain (CIRC)	Panneaux de particules, panneaux de fibres, contreplaqués, certains matériaux d'isolation, peintures à phase solvant, livres et magazines neufs, cosmétiques, parfums, cigarettes, photocopieurs.
Benzène	Effets cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques Classé cancérogène certain (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'AFSSET *	Valeurs réglementaires	
		VGAI **	Valeurs de référence ***
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 ^{er} janvier 2015) $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition longue durée (à partir du 1 ^{er} 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 ^{er} janvier 2013) $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition longue durée (à partir du 1 ^{er} janvier 2016)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valeurs réglementaires du formaldéhyde et du benzène

MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES ECOLES ET CRECHES RENNES - 2013

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

Le HCSP préconise des actions à mettre en œuvre à partir des valeurs suivantes :

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

III.2. Radon

Le radon est un gaz radioactif inodore et incolore. D'origine naturelle, il est issu de la désintégration du radium et de l'uranium présents dans les roches granitiques et volcaniques. Avec un sous-sol riche en granit, la Bretagne partie des régions prioritaires face au risque radon.

En 1987, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) a reconnu le radon comme agent cancérigène pulmonaire. Selon l'InVS, entre 1 234 et 2 913 décès par cancer du poumon seraient attribuables, chaque année en France, à l'exposition au radon, soit une proportion de 5 à 12 % du nombre total annuel de décès par cancer du poumon [2]. A l'échelle de la Bretagne, on estime que cette proportion est de l'ordre de 20 % [3].

La concentration en radon s'exprime en Becquerel par mètre cube (Bq/m³). Un Bq correspond à une désintégration par seconde.

Prenant en compte l'avis du CSHP, les pouvoirs publics ont retenu deux seuils d'action [4]. Le **seuil de précaution**, en-dessous duquel la situation ne justifie pas d'action corrective particulière, est fixé à **400 Bq/m³**. Des concentrations au-delà du **seuil d'alerte fixé à 1 000 Bq/m³** entraînent la mise en place d'actions correctrices, impérativement conduites dans de brefs délais.

III.3. Dioxyde de carbone (CO₂)

Dans les bâtiments, les émissions de dioxyde de carbone sont dues à la respiration des occupants. Lors de l'inspiration, le dioxygène (O₂) 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 (CO₂) 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 CO₂ 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 CO₂ augmentaient [5].

La teneur en CO₂ est représentative du niveau de confinement des bâtiments. Plus l'air est confiné, plus le niveau de CO₂ 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 1 300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer.

III.4. Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore et inodore. Il est émis lors d'une combustion incomplète et ce, quel que soit le combustible utilisé : bois, gaz naturel, charbon, essence, butane, fuel, pétrole. Absorbé rapidement par l'organisme, il se fixe sur les globules rouges avec plus d'affinités que l'oxygène. Les organes les plus sensibles à cette diminution de l'oxygénation sont le cerveau et le cœur. L'inhalation de CO entraîne des maux de tête et des vertiges. Nausées et vomissements apparaissent à forte concentration.

En cas d'exposition à des niveaux élevés en milieu confiné, ce polluant peut avoir un effet asphyxiant mortel. Le monoxyde de carbone est responsable, en moyenne chaque année, d'une centaine de décès en France [6].

La valeur limite pour la protection de la santé est de **10 mg/m³** sur 8 heures, en air extérieur d'après le **Décret n° 2003-1085 du 12 novembre 2003 (modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998) et l'Arrêté Ministériel du 17 août 1998**. Les recommandations de l'OMS et de l'ANSES indiquent comme valeurs guides des concentrations, en air intérieur de :

- 100 mg/m³ sur 15 minutes,
- 60 mg/m³ sur 30 minutes,
- 30 mg/m³ sur 1 heure,
- 10 mg/m³ sur 8 heures.

IV. Matériel et Méthode

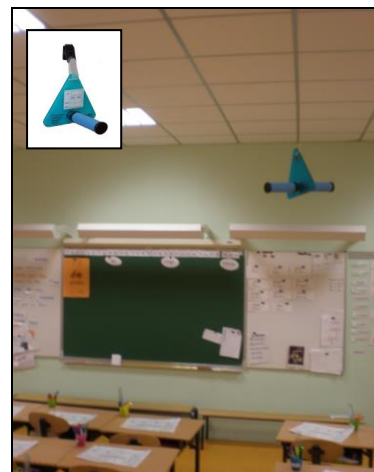
IV.1. Métrologie

a. BTEX et formaldéhyde

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

Pour la mesure des composés organiques volatils, la technique de l'échantillonnage passif par tubes 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 pollution des composés, durant la



Prélèvements passifs dans une salle de classe

période d'échantillonnage.

Afin d'assurer une durée de prélèvement suffisante, les tubes sont exposés du lundi au vendredi.

b. Monoxyde et dioxyde de carbone et paramètres de confort

L'utilisation d'un analyseur CO/CO₂ permet le suivi en continu de 4 paramètres : la température, l'humidité, le CO et le CO₂ (mesure toutes les 2 minutes).

L'estimation du renouvellement d'air est basée sur le suivi des concentrations en CO₂ 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 5 jours a été retenue (installation d'un analyseur le lundi matin et récupération vendredi après le départ des élèves).



Analyseur

c. Radon

Le matériel choisi est un dosimètre radon. Le dosimètre se présente sous la forme d'un petit boîtier noir en plastique dont le couvercle sert de support à un film rouge (le LR115). Ce film est constitué de nitrate de cellulose de 12 microns d'épaisseur, sur un support polyester de 100 microns. Après exposition, il est envoyé et traité en laboratoire.

Le dosimètre est un détecteur dit "passif". Une fois le boîtier ouvert, le film est exposé directement à l'air ambiant, il enregistre non seulement les rayonnements alpha issus du ²²²Rn mais aussi ceux de ses descendants (²¹⁸Po, ²¹⁴Po). La connaissance du facteur d'équilibre entre le radon et ses descendants est nécessaire pour estimer l'activité volumique du radon.

L'enregistrement du radon commence dès que le boîtier est ouvert et s'arrête dès qu'il est refermé. La durée d'exposition du dosimètre est de 2 mois.



Dosimètre radon KODALPHA

IV.2. Localisation des prélèvements

a. Choix des sites

Dans le cadre de cette étude, 2 établissements ont fait l'objet de prélèvements : l'école élémentaire Jacques Prévert et la crèche Marie-Curie, tous deux situés à Rennes. En ce qui concerne l'école Jacques Prévert, les prélèvements ont été effectués dans une classe de maternelle. Une unité accueillant des enfants en bas-âge a, quant à elle, été investiguée au sein de la crèche Marie-Curie.

Le choix s'est porté sur différentes spécificités :

- Une classe en fonctionnement normal, située en rez-de-chaussée afin de pouvoir réaliser les mesures de radon.
- Une unité d'accueil au sein de la crèche, en fonctionnement normal, dont la conception des locaux permettait l'installation du matériel sans que ce dernier puisse être à portée de mains des enfants.

b. 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.

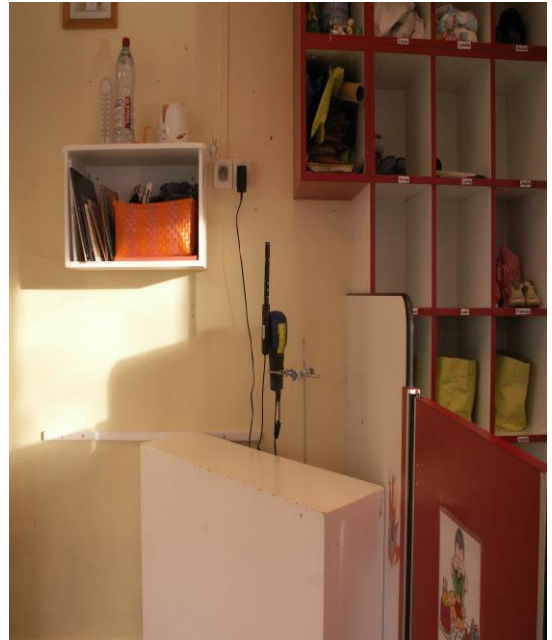
MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES ECOLES ET CRECHES RENNES - 2013

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

Ecole J.Prévert



Crèche Marie Curie



Installation des prélèvements

IV.3. Déroulement de la campagne

Deux campagnes de mesure ont été menées dans les établissements : une première pendant la période hivernale, du 21 au 25 janvier 2013 et une seconde en période estivale, du 13 au 17 mai 2013.

La classe et l'unité d'accueil ont été équipées :

- de tubes à diffusion passive,
- d'un analyseur CO/CO₂ permettant le suivi en continu des concentrations en CO₂ (+ CO, T°, Humidité).

Afin d'assurer une bonne représentativité des mesures, l'installation du matériel a eu lieu les lundis matins et la récupération les vendredis après-midis.

Les dosimètres radon ont, quant à eux, été installés pour une durée de 2 mois (du 21 janvier au 21 mars 2013).

V. Résultats

V.1. Qualité des mesures

Les résultats sont donnés pour une température de 20°C et une pression de 1013 hPa.

Les concentrations obtenues sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Des prélèvements intérieurs ont été effectués en doublon, afin de valider les résultats et de vérifier la répétabilité des mesures.

Des blancs de terrain ont suivi le même parcours que les tubes exposés, à l'exception du prélèvement, et sont donc témoins d'éventuelles contaminations durant le stockage et le transport. Les valeurs des blancs (faibles par rapport aux quantités prélevées dans les échantillons) ont été retranchées aux échantillons.

V.2. Formaldéhyde et Benzène

V.2.1 Formaldéhyde

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

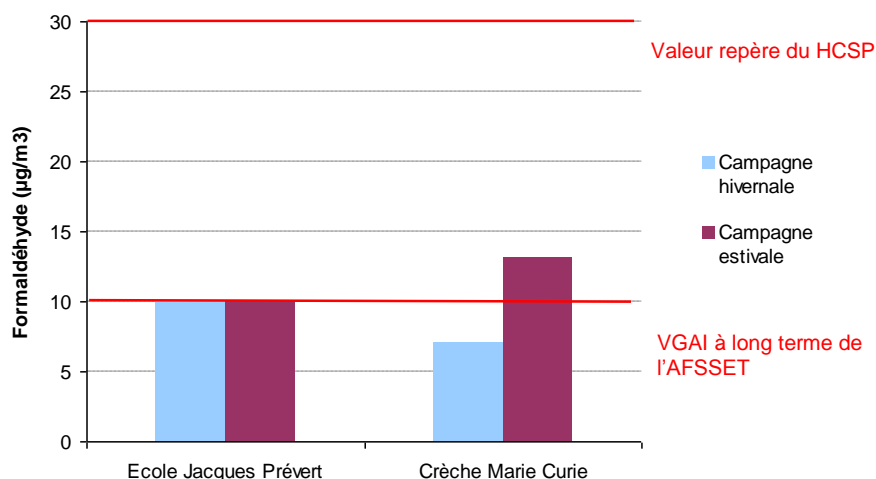
Concentrations en Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecole Jacques Prévert	Crèche Marie Curie
Campagne hivernale	9,9	7,1
Campagne estivale	10	13,1
Moyenne	9,95	10,1

Résultats des mesures en formaldéhyde

En hiver, les concentrations en formaldéhyde sont conformes à la VGAI de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, préconisée par l'Afsset pour une exposition chronique et ce, pour les 2 établissements investigués.

En été, le résultat de l'école Prévert est égale à la VGAI de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis que celui de la crèche Marie Curie est supérieur à cette valeur. Néanmoins, la concentration moyenne de la crèche sur les deux campagnes ($10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), plus représentative d'une exposition à long terme, est quasiment identique à cette VGAI.

Par ailleurs, l'ensemble des concentrations mesurées dans les deux établissements, au cours des deux campagnes de prélèvement, est bien inférieur à la valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du HCSP, en-dessous de laquelle aucune action spécifique n'est à entreprendre.



Concentrations en formaldéhyde

b. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale

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

La concentration entre la période hivernale et la période estivale à l'école Jacques Prévert reste stable, même si une hausse modérée de la température est constatée dans la salle (19°C en moyenne en hiver contre 20,7°C en moyenne en été).

La crèche Marie Curie a vu son taux de formaldéhyde presque doublé entre les deux saisons avec des températures moyennes variant de 19,1°C en hiver à 21,7°C en été. Néanmoins, le taux de formaldéhyde, en été, reste relativement bas (13,1 µg/m³).

V.2.2 Benzène

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

Concentrations en Benzène (µg/m ³)		Ecole Jacques Prévert	Crèche Marie Curie
Campagne hivernale	Intérieur	1,85	1,9
	Extérieur	1,3	1,1
Campagne estivale	Intérieur	1,2	1,3
	Extérieur	/	0,7

Résultats des mesures en benzène

/ : donnée manquante

L'ensemble des résultats des prélèvements de benzène, effectué au sein des deux établissements, respecte la valeur guide de 2 µg/m³ pour une exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵. En dessous de cette même valeur, le HCSP ne préconise aucune action corrective spécifique.

b. Comparaison entre les campagnes de mesures hivernale et estivale

Dans chacune des salles, la concentration intérieure relevée en hiver est plus élevée que celle mesurée en été. Ceci ne correspond pas à ce qui a été constaté lors de la phase 1 de la campagne nationale dans les écoles, pour laquelle une majorité d'établissement avait obtenu des concentrations plus importantes en période chaude qu'en période froide [5].

Dans le cas de la crèche Marie Curie, les résultats des mesures intérieures sont bien corrélés avec ceux des prélèvements extérieurs qui suivent la même tendance à la baisse en été.

Les résultats des mesures en benzène sur les 2 saisons semblent donc bien cohérentes entre elles et restent par ailleurs inférieurs à la valeur guide préconisée.

V.3. Radon

Les concentration moyennes en radon, obtenues dans les salles investiguées, sont les suivantes :

- **23 Bq/m³** pour l'école Jacques Prévert,
- **< 15 Bq/m³** pour la crèche Marie Curie.

Les niveaux en radon enregistrés au sein des deux établissements sont minimes et bien en deçà des

MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES ECOLES ET CRECHES RENNES - 2013

valeurs seuils réglementaires préconisées de 1 000 et 400 Bq/m³. Acceptables, ils ne requièrent donc pas la mise en place d'actions correctives particulières.

V.4. Monoxyde et Dioxyde de carbone

V.4.1 Monoxyde de carbone

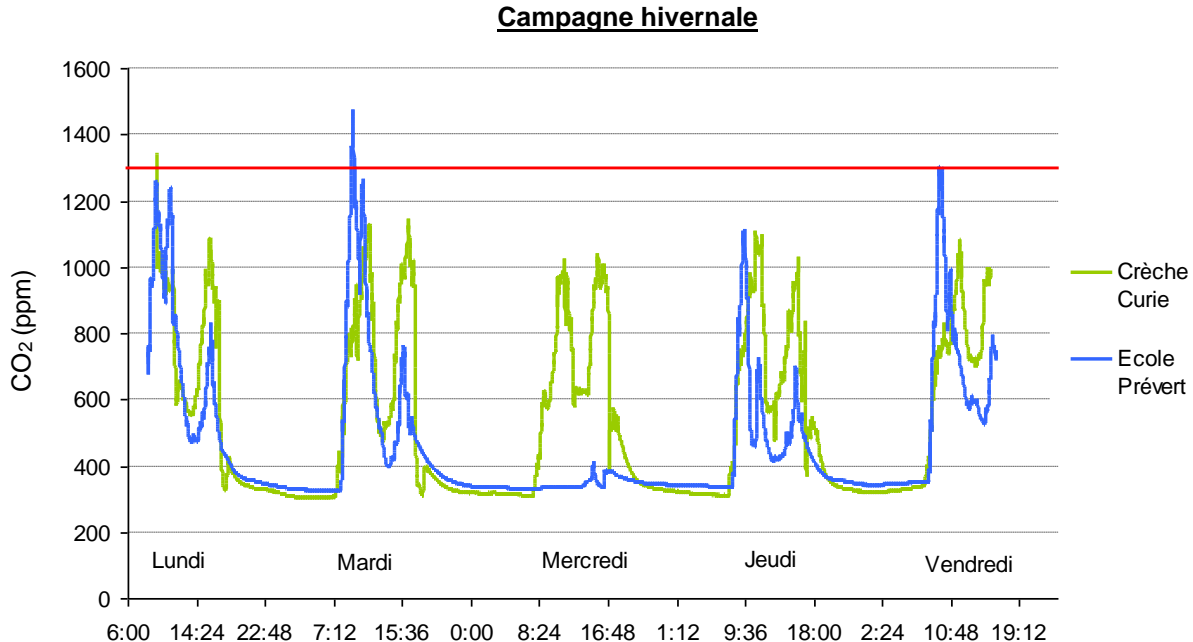
CO (en mg/m ³)		Ecole Jacques Prévert	Crèche Marie Curie
Campagne hivernale	Moyenne	0	1
	Valeur maximale	0,45	2
Campagne estivale	Moyenne	0,2	0,2
	Valeur maximale	1,1	1,1

Les résultats des mesures en CO respectent très largement la valeur guide de l'Anses et de l'OMS, à savoir 10 mg/m³ sur 8 heures, puisque tous affichent une valeur inférieure ou égale à 1 mg/m³. Les valeurs maximales enregistrées par minute, restent également inférieures ou proches de 2 mg/m³, toujours bien en deçà des valeurs limites préconisées.

Résultats des mesures de monoxyde de carbone

V.4.2 Dioxyde de carbone

En ce qui concerne le dioxyde de carbone, les niveaux relevés au sein des deux établissements varient en fonction du taux d'occupation des pièces investiguées ainsi que de la fréquence de l'ouverture des portes et des fenêtres. Les concentrations n'ont que rarement dépassé la concentration maximale tolérée de 1 300 ppm indiquant, malgré l'occupation des locaux, de bons taux de renouvellement de l'air.



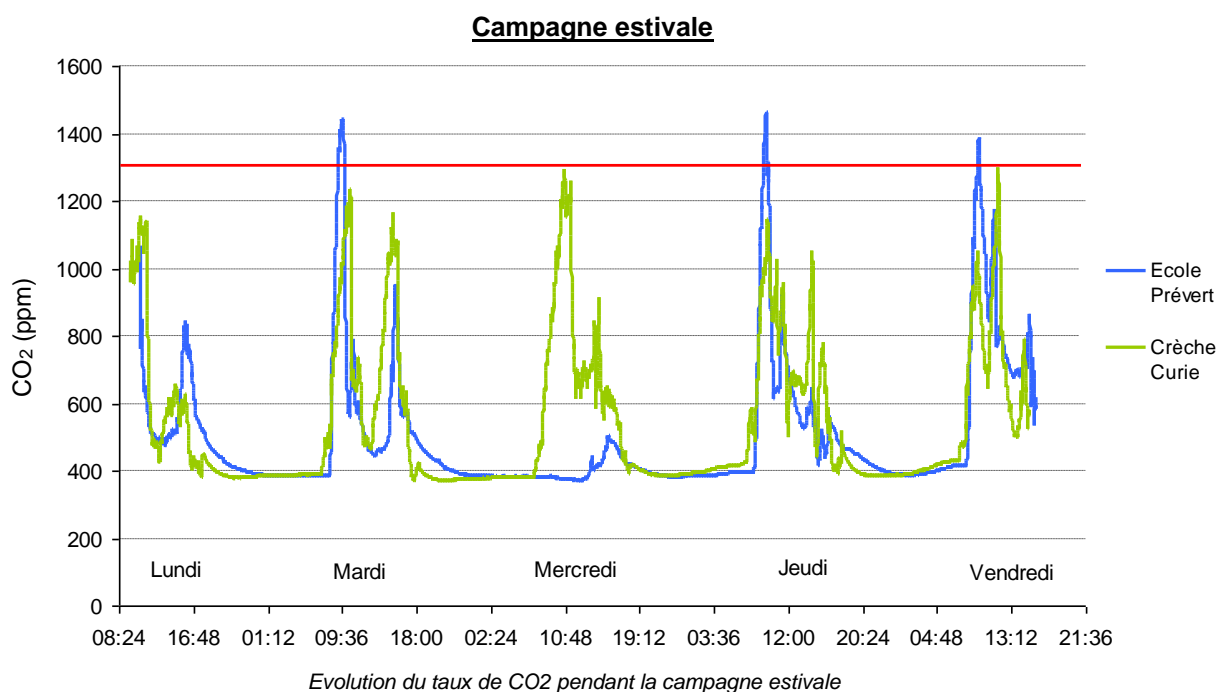
Evolution du taux de CO₂ pendant la campagne hivernale

À l'école Jacques Prévert, l'évolution des concentrations en CO₂ enregistrées au sein de la classe ayant fait l'objet des mesures, montre l'existence d'augmentations régulières et cycliques des niveaux en CO₂ sur la semaine. Ainsi, des pics réguliers peuvent être observés le matin lorsque la classe est occupée les lundi, mardi, jeudi et vendredi. Ces journées ont, par ailleurs, donné lieu à quelques dépassements de la

MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES ECOLES ET CRECHES RENNES - 2013

concentration maximale tolérée de 1 300 ppm avec notamment un pic atteignant 1 475 ppm le mardi matin à 9h35 et un second dépassement le vendredi matin à 9h25. Ces pics, bien que ponctuellement élevés, sont toutefois suivis de phases de décroissance rapides, indiquant un renouvellement de l'air intérieur plutôt satisfaisant. Seule la journée du mercredi est marquée par des niveaux en CO₂ stables et peu élevés (<400 ppm), témoignant de l'inoccupation de la salle de classe lors de cette journée.

A la crèche Marie Curie, l'évolution des concentrations en CO₂ reste cyclique et régulière tout au long de la semaine comme observé à l'école Jacques Prévert avec des niveaux mesurés inférieurs et bien en deçà de la valeur de 1 300 ppm tolérée par le RSD. Chaque journée d'occupation est marquée par 2 pics successifs, l'un en milieu de matinée, l'autre en milieu d'après-midi, suivis de périodes de décroissance rapides, précédant les phases d'inoccupation des locaux où la concentration se stabilise aux alentours de 350 ppm. Le renouvellement d'air au sein de l'unité de la crèche faisant l'objet de ces mesures apparaît donc ici satisfaisant.



En période estivale, les concentrations dans chacune des écoles sont globalement similaires aux taux retrouvés en hiver. Pour l'école Jacques Prévert, les pics dépassant le seuil RSD sont plus nombreux en été mais restent, cependant, relativement faibles avec un maximum de 1 464 ppm, enregistré le jeudi matin vers 9h30.

En dehors des pics matinaux survenant lors de l'occupation maximale de la salle de classe, les taux de CO₂, en hiver et en été, restent quasiment toujours inférieurs à la concentration de 1 300 ppm, tolérée par le Règlement Sanitaire Départemental (RSD) et sont globalement satisfaisants.

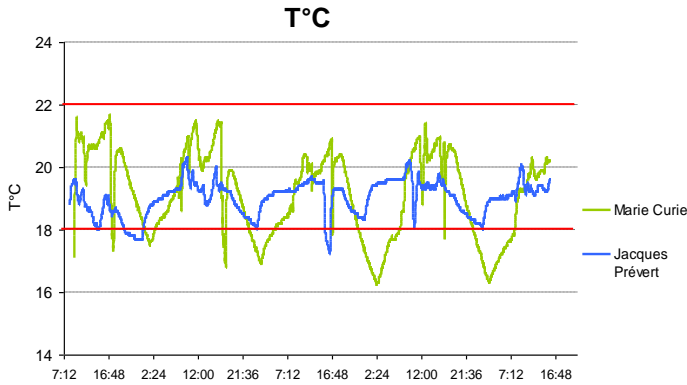
V.5. Paramètres de confort

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.

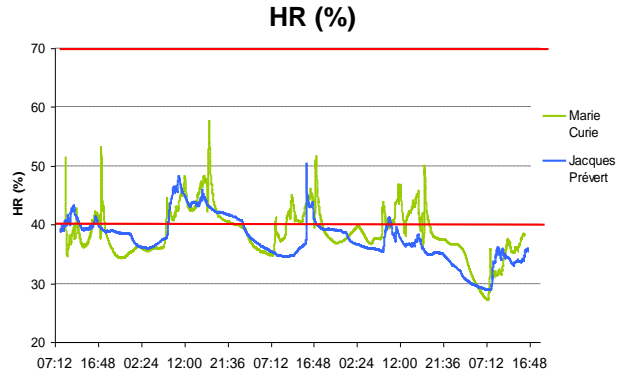
MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES ECOLES ET CRECHES RENNES - 2013

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution de la température et de l'humidité relative pendant les campagnes hivernale et estivale :

Campagne hivernale



Evolution de la température pendant la campagne hivernale

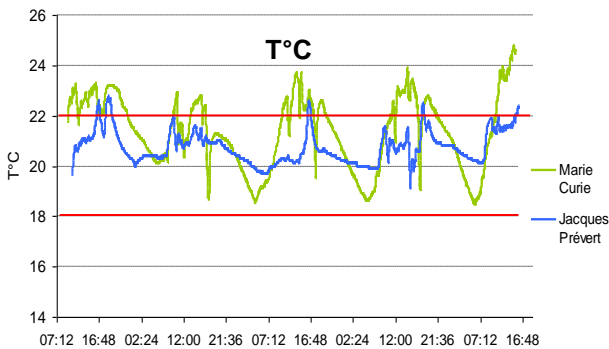


Evolution de l'humidité relative pendant la campagne hivernale

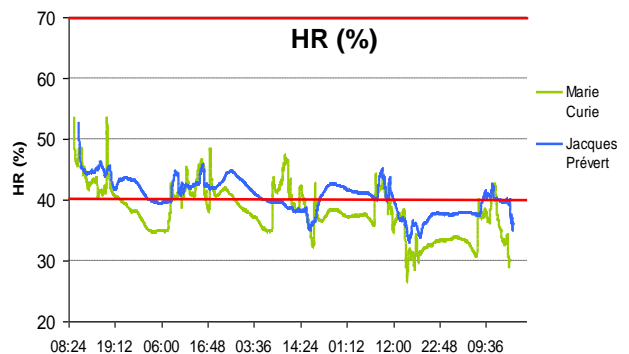
Pendant le temps d'occupation des salles, la température varie dans l'intervalle de confort optimal (entre 18 et 22 °C) et ce, pour les deux établissements.

L'humidité relative ne dépasse jamais la barre des 60%, dans les deux pièces investiguées. Pour les deux établissements, une tendance à dépasser la borne inférieure de l'intervalle de confort optimal (40%) est constatée. La valeur minimale enregistrée est de 27,6% à Marie Curie, atteinte le vendredi matin à 7h40, et de 30% à Jacques Prévert, obtenue la même journée à 8h30.

Campagne estivale



Evolution de la température pendant la campagne estivale



Evolution de l'humidité relative pendant la campagne estivale

Globalement, la température au sein de la classe de Jacques Prévert reste comprise entre 18 et 22°C, en été. Pour la crèche Marie Curie, la température dépasse régulièrement la borne supérieure de l'intervalle de confort optimal pendant la journée et atteint un maximum de 24,8°C, le vendredi après-midi à 14h45.

Pendant la campagne estivale, les résultats oscillent globalement entre 30 et 50 %. En fin de semaine, les journées sont marquées par des taux d'humidité plus faibles dans les deux établissements. Le minimum enregistré est de 27 % atteint le jeudi à 15h15 et témoigne d'un air plutôt sec.

VI Conclusion

Les résultats de cette étude de la qualité de l'air intérieur, réalisée au sein de l'école Jacques Prévert et de la Crèche Marie Curie à Rennes, tous deux établissements accueillant des enfants en bas-âge, montrent des niveaux relativement faibles en polluants de l'air intérieur

L'ensemble des concentrations en **formaldéhyde** mesurées au cours des deux campagnes de prélèvement est **inférieur à la valeur repère de 30 µg/m³ du HCSP**, en-dessous de laquelle **aucune action spécifique n'est à entreprendre**.

L'ensemble des résultats des prélèvements de **benzène respecte la valeur guide de 2 µg/m³** pour une

exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵. En dessous de cette même valeur, le HCSP ne préconise **aucune action corrective spécifique**.

De même, les **taux de CO₂** sont globalement satisfaisants puisqu'ils restent, pour la majeure partie du temps, **inférieurs à la concentration de 1 300 ppm**, tolérée par le Règlement Sanitaire Départemental (RSD), montrant une aération suffisante des locaux.

La particularité de cette étude était d'étendre la caractérisation de la qualité de l'air intérieur des écoles rennaises aux mesures de radon. Les résultats de ces deux établissements montrent des niveaux en **radon** faibles et bien en deçà des valeurs seuils réglementaires préconisées de 1 000 et 400 Bq/m³. Acceptables, **ils ne requièrent donc pas la mise en place d'actions correctives particulières**.

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 retouches de véhicules
- [2] InVS – Bulletin épidémiologique hebdomadaire, Numéro thématique - Impact sanitaire du radon domestique : de la connaissance à l'action, 2007
- [3] Pirard P, Hubert Ph. Le radon en Bretagne ; évaluation de l'exposition et du risque associé. Note Technique SEGR/00-79. Institut de protection et de sûreté nucléaire, 2001
- [4] Circulaire conjointe DGS/VS 5 et DGUHC n° 99-46 du 27 janvier 1999 relative à l'organisation de la gestion du risque lié au radon
- [5] 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.
- [6] Ministère de la Santé et des Affaires sociales