

# évaluation de la qualité de l'air intérieur

école du vieux chêne - Orvault

mars 2019

**air** | pays de  
la Loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)



# sommaire

<b>synthèse</b> .....	<b>1</b>
contexte : un bâtiment neuf certifié HQE en phase conception .....	1
résultats : une qualité de l'air intérieur à améliorer .....	1
conclusions et perspectives .....	3
<b>introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>méthodologie</b> .....	<b>5</b>
objectif de la campagne .....	5
dispositif mis en œuvre .....	6
points et périodes de mesure .....	7
<b>les résultats</b> .....	<b>8</b>
évaluation des paramètres de confort hygrothermique .....	8
évaluation du confinement .....	10
évaluation de la qualité de l'air intérieur .....	12
<b>conclusions et perspectives</b> .....	<b>18</b>
annexe 1 : Air Pays de la Loire .....	19
<b>bibliographie</b> .....	<b>20</b>

## contributions

Coordination de l'étude, rédaction : Pauline Baron-Renou, Mise en page : Bérangère Poussin

Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Sonia Cécile, Photographies : Arnaud Tricoire,

Validation : Karine Pierre.

## conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2016 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

# synthèse

## contexte : un bâtiment neuf certifié HQE en phase conception

Dans le cadre de la construction d'un nouvel établissement scolaire « l'école du vieux chêne », la ville d'Orvault s'est engagée dans une démarche de performance environnementale et sanitaire à travers la certification HQE en phase programme et conception.

La démarche recommande la réalisation de mesures de qualité de l'air intérieur à la livraison du bâtiment. Dans ce contexte, la ville d'Orvault a souhaité faire appel à Air Pays de la Loire pour réaliser cette campagne de mesure et apporter son expertise sur la qualité de l'air intérieur.

Suite à cette demande, Air Pays de la Loire a instrumenté l'école du vieux chêne en janvier 2019. A cette date, le bâtiment accueillait déjà élèves et enseignants depuis la rentrée scolaire 2018/2019.

L'enjeu de cette nouvelle étude consiste à qualifier la qualité de l'air intérieur de l'école du vieux chêne sur des paramètres physico-chimiques et de confort hygrothermique.

Pour cette étude, deux salles de classe et une salle d'activité périscolaire, ont fait l'objet de mesures en période hivernale, du 21 au 25 janvier 2019.

## résultats : une qualité de l'air intérieur à améliorer

### classe maternelle

		Résultats	Commentaires
<b>Paramètres hygrothermiques et de confinement</b>	Température	😊	La classe de maternelle présente un faible confinement et une température stable dans la zone de confort. Son taux d'humidité est toutefois en dessous de la zone optimale de confort.
	Humidité relative	😐	
	Dioxyde de carbone	😊	
<b>Paramètres physico-chimiques</b>	Composés Organiques Volatils	😐	La concentration en benzène est supérieure à la valeur de référence fixée à 2 µg/m <sup>3</sup> , des investigations complémentaires sont nécessaires pour identifier la source de pollution.  La concentration en formaldéhyde respecte la valeur guide la plus faible de 10 µg/m <sup>3</sup> défini dans le décret de surveillance de la qualité de l'air intérieur.  Les composés organiques volatils totaux présentent une concentration faible en dessous des concentrations fréquemment rencontrées dans les établissements scolaires.  La balise Azimut met en évidence une charge de pollution de fond élevée, pouvant être lié à des composés organiques non prioritaires.
	Dioxyde d'azote	😊	La concentration en dioxyde d'azote respecte la valeur guide pour l'air intérieur fixée à 20 µg/m <sup>3</sup> .
	Particules fines		Les résultats des particules fines ne permettent pas d'être exploités.

### classe élémentaire

		Résultats	Commentaires
<b>Paramètres hygrothermiques et de confinement</b>	Température	😊	La classe élémentaire présente des paramètres hygrothermiques optimaux. Le confinement dépasse régulièrement le seuil du RSDT.
	Humidité relative	😊	
	Dioxyde de carbone	😞	
<b>Paramètres physico-chimiques</b>	Composés Organiques Volatils	😞	<p>La concentration en benzène est supérieure à la valeur de référence fixée à 2 µg/m<sup>3</sup>, des investigations complémentaires sont nécessaires pour identifier la source de pollution.</p> <p>La concentration en formaldéhyde dépasse la valeur guide la plus faible de 10 µg/m<sup>3</sup> (fixé pour 2023) défini dans le décret de surveillance de la qualité de l'air intérieur, mais respecte la valeur guide actuelle de 30 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Les composés organiques volatils totaux présentent des concentrations représentatives des concentrations rencontrées dans les établissements scolaires.</p>
	Dioxyde d'azote	😊	La concentration en dioxyde d'azote respecte la valeur guide pour l'air intérieur fixée à 20 µg/m <sup>3</sup> .
	Particules fines		Les résultats des particules fines ne permettent pas d'être exploités.

### salle d'activité

		Résultats	Commentaires
<b>Paramètres physico-chimiques</b>	Composés Organiques Volatils	😞	<p>La concentration en benzène est supérieure à la valeur de référence fixée à 2 µg/m<sup>3</sup>, des investigations complémentaires sont nécessaires pour identifier la source de pollution.</p> <p>La concentration en formaldéhyde respecte la valeur guide la plus faible de 10 µg/m<sup>3</sup> défini dans le décret de surveillance de la qualité de l'air intérieur.</p> <p>Les composés organiques volatils totaux présentent une charge faible en dessous des concentrations fréquemment rencontrées dans les établissements scolaires.</p>
	Dioxyde d'azote	😊	La concentration en dioxyde d'azote respecte la valeur guide pour l'air intérieur fixée à 20 µg/m <sup>3</sup> .
	Particules fines		Les résultats des particules fines ne permettent pas d'être exploités.

## conclusions et perspectives

L'évaluation de la qualité de l'air intérieur au sein de l'école du vieux chêne à Orvault du 21 au 25 janvier 2019 a mis en évidence :

Des paramètres hygrothermiques à améliorer :

- températures dans la zone de confort dans l'ensemble des classes ;
- humidité relative dans la zone de confort pour l'élémentaire et légèrement inférieure pour la classe de maternelle ;
- confinement important dans la classe élémentaire pouvant être le signe d'une insuffisance ou d'un dysfonctionnement du système de ventilation.

Des paramètres physico-chimiques à améliorer :

- à l'extérieur, des concentrations en benzène et en NO<sub>2</sub> en dessous des valeurs de références
- à l'intérieur des locaux, des concentrations de benzène supérieures aux valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur, nécessitant des investigations complémentaires afin d'en identifier la source, des concentrations en NO<sub>2</sub> inférieures à la valeur guide ;
- des concentrations en formaldéhyde faibles pour la salle d'activité et la classe maternelle, légèrement plus élevées pour la classe élémentaire ;
- des concentrations en COVT très satisfaisantes ;
- une pollution de fond dans la classe de maternelle élevée par rapport aux références ;
- les prélèvements en particules n'ont pas pu être interprétés.

Pour améliorer la qualité de l'air, plusieurs préconisations peuvent donc être établies, notamment à court terme, il convient de vérifier le fonctionnement et les débits d'extraction du système de ventilation (débits réglementaires : 18m<sup>3</sup>/h/enfant). Une augmentation du débit est notamment préconisée dans la classe élémentaire ; alors qu'une légère baisse des débits pourrait être effectuée en maternelle pour augmenter l'humidité relative.

Par ailleurs, à moyen terme, Air Pays de la Loire recommande l'utilisation de produits ménagers à faibles impacts sur la qualité de l'air intérieur. Les produits labellisés ecolabel européens, et sans parfum pourront notamment être privilégiés.

Enfin, pour identifier la source de benzène (intérieur/extérieur), ainsi que la source de la pollution de fond, des investigations complémentaires pourront être menées et orienteront les actions curatives à mettre en œuvre.

# introduction

**E**n 2019, Air Pays de la Loire a réalisé au sein de l'école du vieux chêne à Orvault une évaluation de la qualité de l'air intérieur portant sur des paramètres de confort, de confinement ainsi que des paramètres physico-chimiques (Particules fines PM10 et PM2.5, BTEX, aldéhydes, COVT, NO<sub>2</sub>), en référence au référentiel HQE, suivi dans le cadre de la conception du bâtiment.

L'établissement se situe au sein de la commune d'Orvault, il est entouré de bâtiments tertiaires et résidentiels. La rue du raffineau qui longe l'établissement est une voie passagère, régulièrement empruntée, notamment aux heures d'embauche et de débauche. Les mesures de NO<sub>2</sub> permettront de situer la qualité de l'air intérieur au regard de la pollution occasionnée par cette route.

Le bâtiment dispose par ailleurs d'une ventilation double flux pour assurer un renouvellement d'air suffisant dans les locaux en minimisant la perte de chaleur. Une réflexion a par ailleurs été menée en conception pour privilégier des matériaux faiblement émissifs en composés organiques volatils (COV). Les mesures de confort hygrothermique et de COV (BTEX, Aldéhydes et COV) permettront de qualifier la qualité de l'air intérieur au regard des équipements et matériaux installés.

Le présent rapport décrit les niveaux de concentration rencontrés dans deux salles de classe à des étages différents et une salle d'activité périscolaire. Les locaux ont été instrumentés en période hivernale, du 21 au 25 janvier 2019.

# méthodologie

## objectif de la campagne

Orvault a inauguré, en octobre 2018, un nouvel établissement scolaire pour lequel une démarche HQE a été menée lors de sa programmation et conception.

Afin de quantifier la performance du bâtiment au regard de la démarche et des efforts engagés, la ville d'Orvault a souhaité soumettre le bâtiment à une mesure de la qualité de l'air intérieur basé sur des mesures de COV et de confort hygrothermique. Par ailleurs, le bâtiment étant situé à proximité d'une route empruntée le matin et le soir, les mesures permettront de vérifier l'influence de la voie sur la qualité de l'air intérieur.

Afin de tenir compte de la représentativité spatiale du groupe scolaire, 3 pièces ont été instrumentées, ainsi qu'un point à l'extérieur du bâtiment (dans la cour maternelle) à titre de comparaison pour le benzène et le NO<sub>2</sub>.

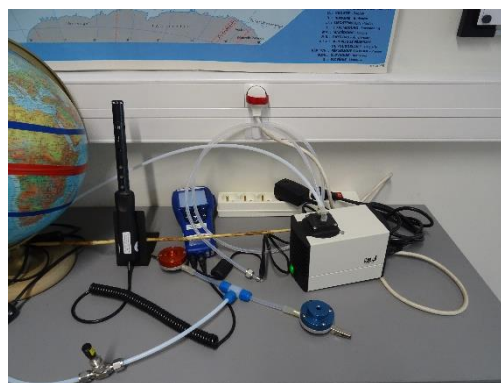
Les 3 points intérieurs sont situés dans des espaces où les enfants passent le plus de temps ainsi que dans des espaces différemment exposés aux pollutions provenant de l'extérieur (trafic automobile). Il en résulte une instrumentation des salles suivantes :

- salle d'activité 5 – périscolaire
- classe 2 – école maternelle - RDC
- classe 6 – école élémentaire - étage

## dispositif mis en œuvre

Le suivi des **paramètres hygrothermiques et du confinement** a été réalisé grâce à un appareil Q-track programmé selon un pas de temps de 10 minutes.

Les appareils ont été installés dans les classes élémentaires et maternelles pour évaluer les conditions de confort hygrothermique (Température en °C, Humidité Relative en %) et de confinement (concentration en CO<sub>2</sub> en ppm).



Par ailleurs, les **paramètres physico-chimiques** ont été suivi grâce à la mise en place de tubes passifs (passam® pour le dioxyde d'azote et radiello® pour les aldéhydes) dans l'ensemble des locaux instrumentés.

Ces dispositifs évaluent les concentrations en air intérieur en dioxyde d'azote, benzène, formaldéhyde, COVT. Les résultats sont des concentrations moyennes sur la semaine d'exposition.

La classe de maternelle est également instrumentée d'un dispositif de mesure dynamique mesurant des concentrations en fonction du temps. Ce dispositif prend en compte les COV légers (équivalent formaldéhyde) et les COV lourds (équivalents toluène) et permet d'identifier les élévations ponctuelles de pollution et d'obtenir un indicateur d'une charge de pollution.

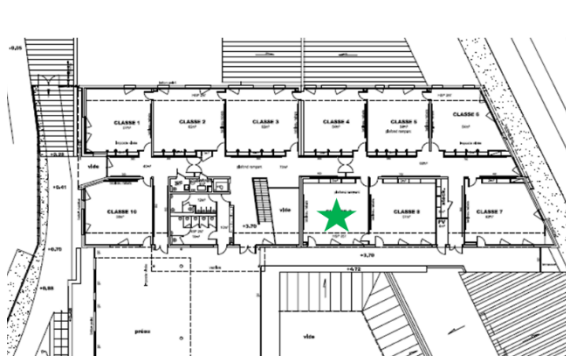


Lieux instrumentés	Polluants investigués
salle d'activité 5 – périscolaire	dioxyde d'azote, benzène, formaldéhyde, COVT
classe 2 – école maternelle - RDC	dioxyde d'azote, benzène, formaldéhyde, COVT, PM 10 et PM 2.5 T°C , HR et CO <sub>2</sub> Mesure indicatives COVT - Balise Azimut
classe 6 – école élémentaire - étage	dioxyde d'azote, benzène, formaldéhyde, COVT, PM 10 et PM 2.5 T°C , HR et CO <sub>2</sub>
extérieur	dioxyde d'azote, benzène



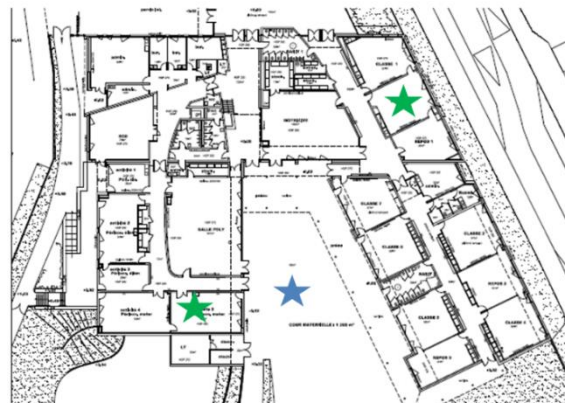
## points et périodes de mesure

Les plans ci-dessous localisent les espaces ayant fait l'objet des mesures



★ Point extérieur    ★ Point intérieur

**RDC**



★ Point extérieur    ★ Point intérieur

**R+1**

Les points de prélèvements validés par la direction de l'école sont les suivants :

- un point extérieur pour évaluer la contribution dans l'air intérieur des polluants d'origine extérieure : NO<sub>2</sub>/Bz (ceux dont la source est principalement le trafic routier),
- les classes 2 et 6 respectivement dans l'école maternelle au RDC et dans l'école élémentaire à l'étage, ainsi que dans la salle d'activité périscolaire 5, pour l'évaluation des paramètres de confort hygrothermique, du confinement et des paramètres physico-chimiques.

Les mesures se sont déroulées en présence des enfants, du lundi 21 au vendredi 25 janvier 2019.

# les résultats

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure de l'air intérieur menée dans l'école du vieux chêne à Orvault concernant :

- le suivi des paramètres de confort hygrothermique et de confinement ;
- la qualification des paramètres physico-chimiques.

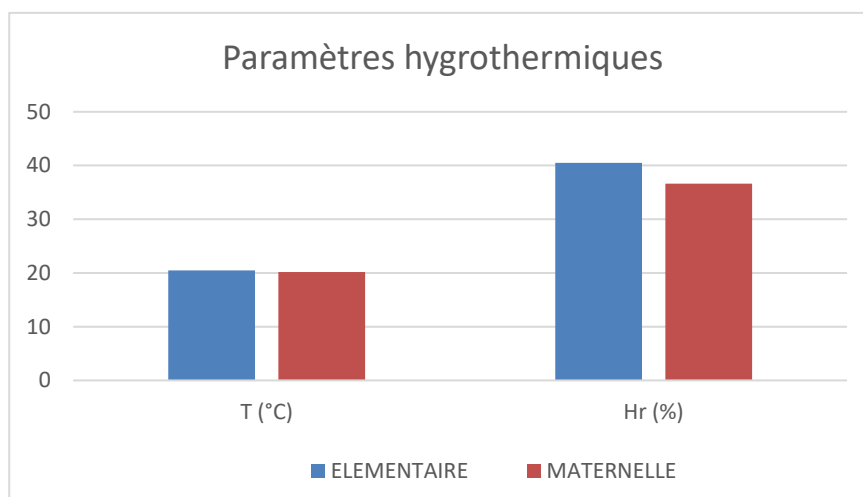
## évaluation des paramètres de confort hygrothermique

### valeurs de référence

**La température** optimale de l'air se situe entre 19 et 23°C selon les conditions d'humidité et l'activité des occupants.

**L'humidité relative** doit être comprise entre 40 et 60 %. En dessous de 40 %, l'air est trop sec et provoque des sécheresses oculaires, nasales, etc. Au dessus de 60 %, la prolifération des micro-organismes est plus importante et peut engendrer une augmentation des symptômes allergiques.

### résultats des mesures



Le graphique ci-dessus révèle un niveau confort hygrothermique optimal dans la classe d'élémentaire. Pour les deux salles, les températures sont bien comprises entre 19 et 21°C ; L'humidité est toutefois un peu basse dans la classe maternelle.

Le confort hygrothermique, résultant du couple température/humidité relative est traduit à travers le diagramme psychrométrique suivant. Les zones 1, 2, 3 et 4 correspondent aux légendes suivantes :

- 1 : zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- 2 et 3 : zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microorganismes dont les moisissures.
- 3 : zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.
- 4 : polygone de confort hygrothermique.

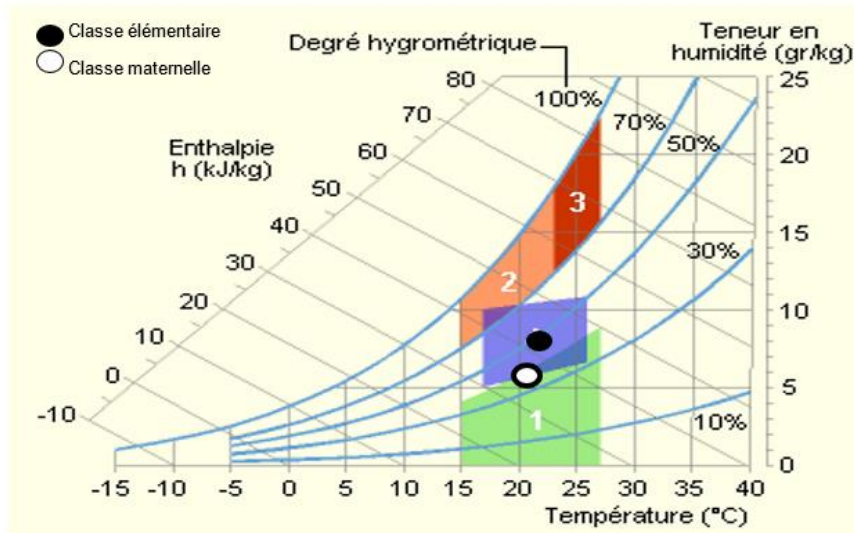
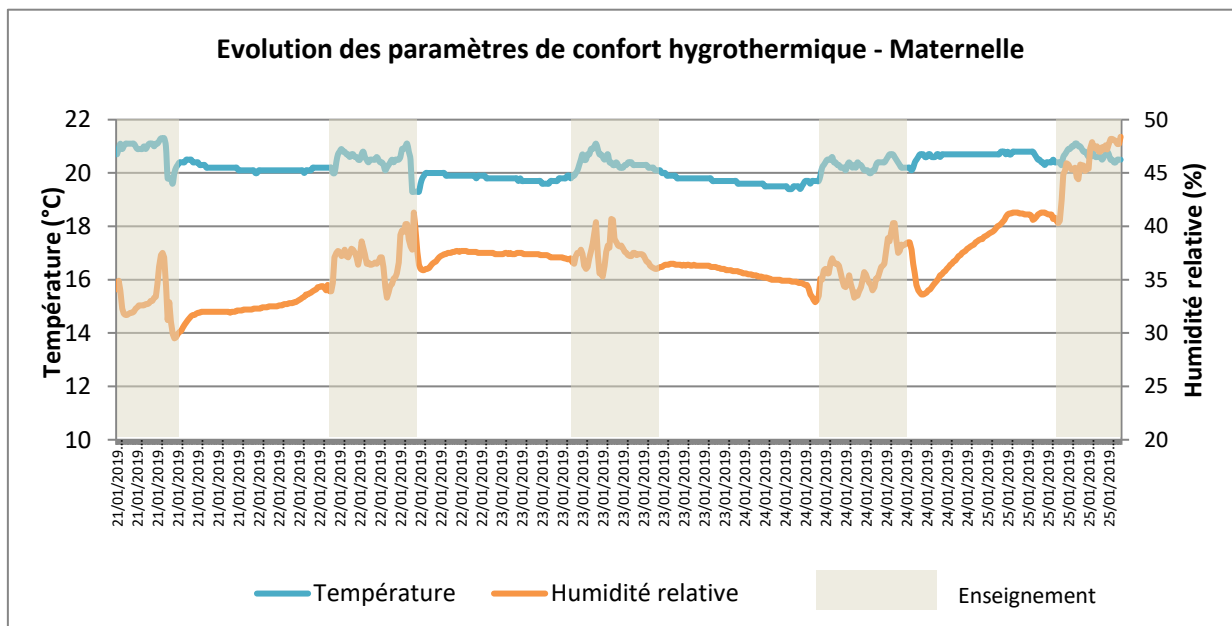


Diagramme sur la période de la campagne

Le diagramme met en évidence des paramètres de confort entre la zone 1 et 4 pour la salle de classe maternelle. Une légère sensation de sécheresse peut apparaître dans la salle de classe. Une diminution des débits de renouvellement d'air pourrait être effectuée pour augmenter légèrement l'humidité relative. Toutefois, il conviendra d'effectuer ce réglage au regard des concentrations en CO<sub>2</sub>.

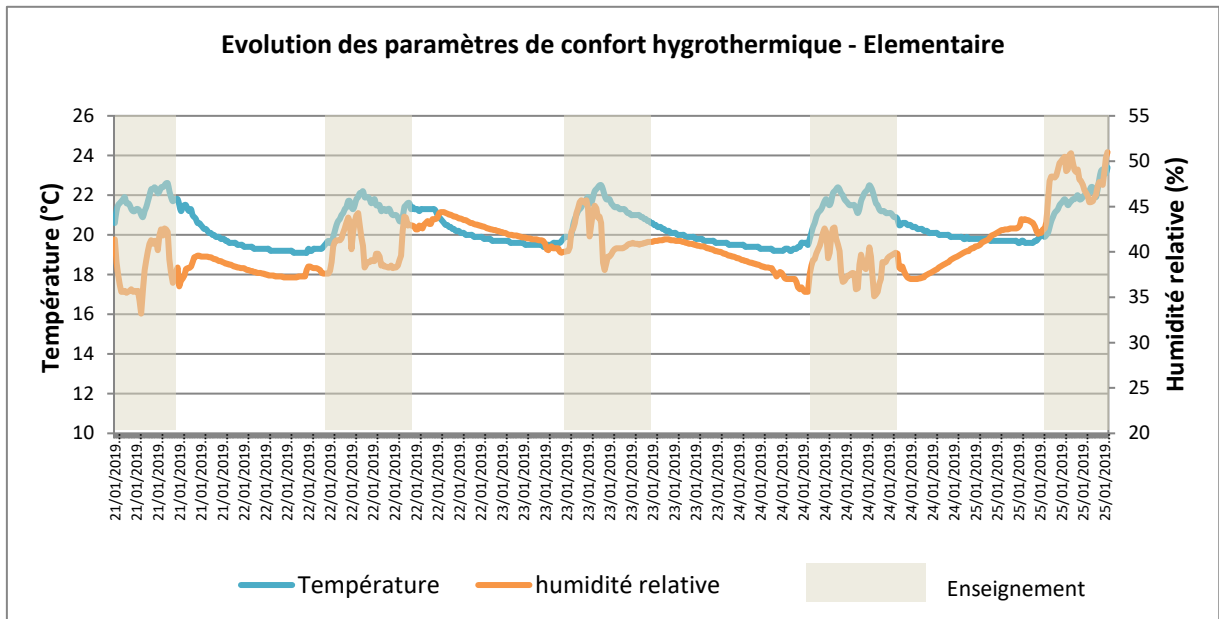
La classe élémentaire se situe dans la zone optimale de confort.



Pour la classe de maternelle, le diagramme ci-dessus met en évidence une humidité relative inférieure à la zone de confort, compris entre 30 et 40 %, notamment lors des périodes d'occupation. En période d'inoccupation, le niveau d'humidité se situe entre 30 et 37 %.

**Le système de ventilation pourrait être à l'origine d'un assèchement trop important de l'air neuf.**

Les températures restent stables sur la période de mesure et comprise entre 20 et 21°C en période d'occupation.



Pour la classe élémentaire le niveau d'humidité augmente en période d'occupation, tout en restant dans la zone de confort.

Chaque nuit, la température baisse pour tendre vers 19°C, indiquant une température de consigne à cette valeur. La journée, la température intérieure mesurée dans la classe élémentaire varie en fonction des périodes d'occupation, atteignant 20 à 23°C, conformément à la zone de confort.

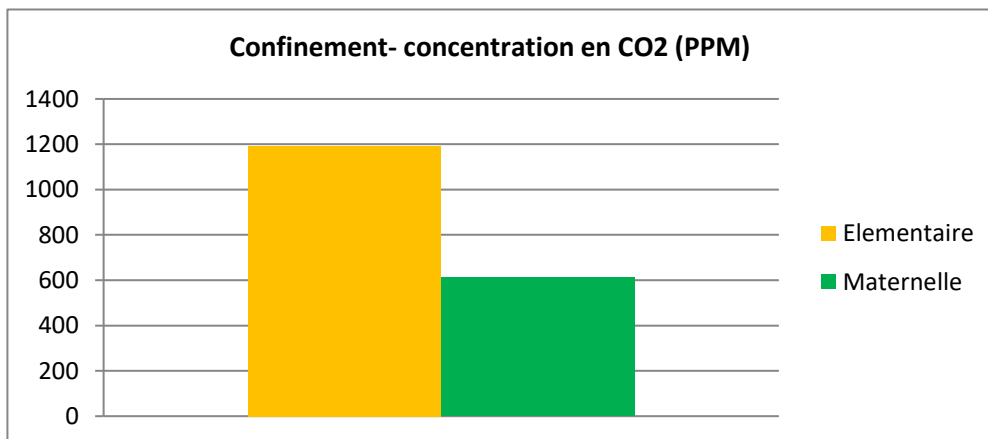
Sur cette période de mesures, l'humidité relative en période d'enseignement reste comprise entre les limites de 40 et 60 %, malgré l'apport d'humidité par les occupants. **Cette observation traduit l'efficacité de la ventilation mécanique contrôlée.**

## évaluation du confinement

### valeurs de référence

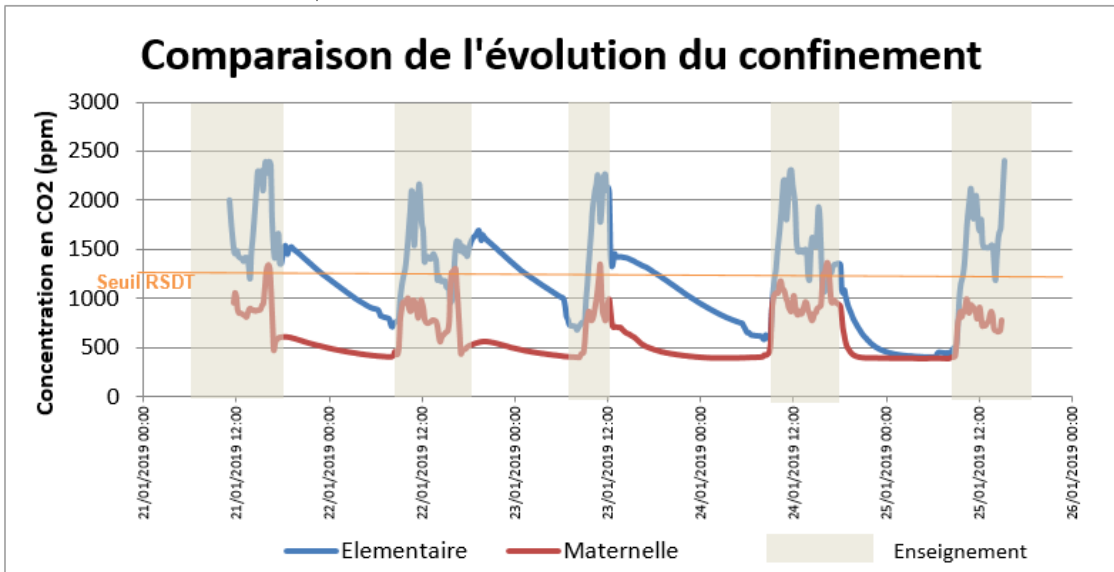
Il est couramment admis que la qualité de l'air est modérée lorsque les **concentrations en CO<sub>2</sub>** ne dépassent pas 1000 ppm. Au-delà de 1300 ppm, valeur du Règlement Sanitaire Départemental Type, les locaux sont trop confinés et nécessitent d'être aérés. Il en résulte notamment l'apparition de maux de tête et des difficultés de concentration. Il n'y a cependant pas de problème sanitaire majeur en dessous de 1500 ppm. En période inoccupée, la concentration en CO<sub>2</sub> est généralement comparable à celle mesurée en extérieur, soit environ 450 ppm.

### résultats des mesures



Le graphique ci-dessus révèle un respect du niveau de confinement moyen sur 4.5 jours pour les deux salles de classe.

Le niveau dans la classe de maternelle est deux fois inférieur au confinement de la classe d'élémentaire. Cet écart pourrait traduire un dysfonctionnement du système de ventilation dans la classe élémentaire.



Pour la classe de maternelle, l'évolution au cours de la semaine met en évidence des concentrations en CO<sub>2</sub> inférieures au seuil du RSDT (1300 ppm) sur l'ensemble de la période de mesure. Des déplacements surviennent ponctuellement en fin de journée, du fait de l'accumulation sur toute la période d'occupation.

**Les concentrations redescendent rapidement en l'absence d'occupation pour atteindre un seuil de 600ppm durant la nuit, ce qui met en évidence l'efficacité de la ventilation.**

Pour la classe élémentaire, les concentrations en période d'occupation sont rapidement et systématiquement supérieures au seuil du RSDT. En fin de journée, au départ des enfants, les concentrations redescendent pour passer en dessous du seuil et atteignent environ 700ppm.

Au global, le confinement est supérieur au seuil du RSDT même en l'absence d'occupation. Le retour à des faibles concentrations intervient plus tard au cours de la nuit. **Cette évolution met en évidence un renouvellement d'air insuffisant dans la classe élémentaire.**

### préconisations pour le confort hygrothermique et le confinement

Pour la classe de maternelle, les températures sont très stables et comprises dans la plage de confort sur toute la période de mesure. A contrario, les niveaux d'humidité relative sont légèrement en dessous de la plage de confort en période de présence des enfants. Concernant le confinement, des valeurs hautes dépassant la limite du RSDT surviennent que rarement et en fin de journée.

Pour améliorer le confort, le réglage de la ventilation double flux (légère diminution des débits) pourrait être étudié pour assurer le maintien d'un niveau d'humidité minimal dans la pièce (40 %). Ce réglage devra être effectué sans dégrader le confinement. Par ailleurs, **une ouverture des fenêtres durant la récréation de l'après-midi permettrait de maintenir les concentrations en dessous du seuil du RSDT sur l'ensemble de la période d'occupation.**

Pour la classe élémentaire, le couple humidité température se situe dans la plage de confort optimal en période d'occupation.

Les concentrations mesurées en CO<sub>2</sub> révèlent un confinement élevé, conséquence d'un renouvellement d'air insuffisant. **Une augmentation des débits est recommandée en maîtrisant l'impact sur l'humidité relative.** Le seuil du RSDT étant dépassé dès le début de la journée (9h30 à 10h selon les jours de la semaine), le réflexe d'ouverture des fenêtres paraît insuffisant et pourrait être systématisé lors des récréations.

## évaluation de la qualité de l'air intérieur

### valeurs de référence

**Le formaldéhyde** : le décret de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les Etablissements Recevant du Public, notamment les enfants, établit pour valeur de référence, 30 µg/m<sup>3</sup> et 10 µg/m<sup>3</sup> de formaldéhyde pour une exposition long terme, à l'horizon 2023. En parallèle l'agence national de sécurité sanitaire (ANSES) a revu en 2018 la valeur guide pour la qualité de l'air intérieur à 100 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition court terme en formaldéhyde.

Le formaldéhyde est un polluant spécifique de l'air intérieur. Les sources de formaldéhyde dans l'air intérieur sont très nombreuses et comprennent notamment : les émissions issues des phénomènes de combustion : fumée de tabac, bougies, encens, le mobilier et les matériaux de construction (notamment ceux en bois), les produits de bricolage, les produits d'entretien, d'autres produits de consommation tels que les insecticides.

Le formaldéhyde peut également être issu de la réactivité chimique de composés organiques insaturés avec l'ozone, notamment les terpènes contenus dans les produits ménagers.

**Le benzène** : le décret de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP établit pour valeur de référence 2 µg/m<sup>3</sup>, pour une exposition vie entière.

Le benzène dans l'air intérieur provient de multiples sources internes (fumée de tabac, processus de combustion, matériaux de construction et d'ameublement, produits de bricolage et d'entretien...) mais également d'apports de l'air extérieur (trafic, chauffage, industries...).

**Le dioxyde d'azote** : la valeur guide pour la qualité de l'air intérieur proposée par l'ANSES est de 20µg/m<sup>3</sup>, pour une exposition long terme.

Le dioxyde d'azote provient de sources de combustion et principalement du trafic routier.

**Les composés organiques volatils Totaux** ne disposent pas de valeur de référence, la concentration en COVT est indicative et qualifie la charge en COV dans l'air. La valeur indicative couramment admise pour une qualité de l'air intérieur satisfaisante est de 1000µg/m<sup>3</sup>.

**Les particules fines de tailles inférieures à 10µm et 2,5µm :**

- PM 10 : la valeur guide pour la qualité de l'air intérieur proposée par l'ANSES est de 20µg/m<sup>3</sup>, pour une exposition long terme, 50µg/m<sup>3</sup> pour une exposition 24h.
- PM 2,5 : la valeur guide pour la qualité de l'air intérieur proposée par l'ANSES est de 10µg/m<sup>3</sup>, pour une exposition long terme, 25µg/m<sup>3</sup> pour une exposition 24h.

Les particules sont essentiellement émises par les activités de combustion (cuisson des aliments, appareils de chauffage, tabagisme, encens).

### résultats des mesures passives

Des prélèvements ont été réalisés dans les deux classes ainsi que dans la salle d'activité périscolaire.

A titre comparatif un point de mesure extérieur a été réalisé pour le benzène et le NO<sub>2</sub>.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après, il s'agit de concentrations moyennes sur 5 jours.

concentration en µg/m <sup>3</sup>	Point extérieur	Périscolaire	Classe élémentaire	Classe maternelle
Benzène	1,8	2,6	2,6	2,4
Dioxyde d'azote	16	8,1	11,6	10,2
Formaldéhyde		9,2	16,3	9,1
COVT		93.7	217	111
PM2,5			-	-
PM10			-	-

## **Benzène**

### **Moyenne annuelle en extérieur Nantes : 0,69µg/m<sup>3</sup>**

Pour le benzène, la concentration à l'extérieur est représentative d'une concentration à proximité d'un axe routier fréquenté, toutefois le site de référence en urbain de Nantes « Victor Hugo » présente une concentration moyenne annuelle de 0,69µg/m<sup>3</sup>, plus faible que celle rencontrée au bord de l'école. Les concentrations dans l'air intérieur sont quant-à-elles élevées et supérieures à la valeur de référence et réglementaire. Une source intérieure de benzène pourrait expliquer les résultats.

**La valeur réglementaire de 2µg/m<sup>3</sup> étant dépassée dans l'ensemble des pièces, des investigations complémentaires en vue de caractériser la source sont nécessaires. A noter que la valeur d'action pour la réglementation est de 10µg/m<sup>3</sup>.**

Ces concentrations peuvent s'expliquer par plusieurs biais :

- transmission de la pollution extérieure à l'intérieur du bâtiment ;
- source intérieure de pollution issue des produits de construction à base de solvants, notamment la peinture.

Pour identifier la source de benzène (intérieur/extérieur), des investigations complémentaires pourraient être menées, estimation de la contribution de la peinture à l'aide de la cellule FLEC afin d'orienter des actions curatives à mettre en œuvre.

## **Dioxyde d'azote**

Pour le dioxyde d'azote, la concentration extérieure est faible et les concentrations dans l'air intérieur sont inférieures à la valeur guide de l'ANSES. La pollution générée par le trafic à proximité de l'école ne semble donc pas impacter la qualité de l'air intérieur de l'établissement. Notons que le dioxyde d'azote et le benzène ayant les mêmes sources à l'extérieur, la décroissance des concentrations entre extérieur et intérieur pour le dioxyde d'azote, confirme la source interne de benzène.

## **Formaldéhyde**

Les concentrations en formaldéhyde sont très faibles dans l'espace périscolaire et maternelle, en-dessous des valeurs les plus strictes. **Dans la classe élémentaire, la concentration en formaldéhyde est légèrement plus élevée, se situant entre les deux valeurs guide du décret de surveillance de la qualité de l'air intérieur (10 et 30 µg/m<sup>3</sup>).** La concentration reste toutefois inférieure à la valeur guide de l'ANSES (100 µg/m<sup>3</sup>) et celle couramment rencontrée dans les établissements scolaires 19µg/m<sup>3</sup><sup>1</sup>. Cette concentration plus élevée dans la classe élémentaire confirme l'insuffisance du renouvellement d'air précédemment observé par les concentrations en CO<sub>2</sub>.

## **Composés organiques volatils totaux**

Les concentrations en COVT couramment rencontrées en milieu scolaire sont autour de 300µg/m<sup>3</sup>. Les concentrations mesurées au sein de l'école du vieux chêne sont inférieures à 300µg/m<sup>3</sup> dans l'ensemble des locaux instrumentés. La classe élémentaire présente les concentrations les plus élevées et confirme l'insuffisance de ventilation.

## **Particules fines**

Les résultats de prélèvement de particules ont présenté des concentrations trop faibles sur le temps de prélèvement et ne permettent pas d'être interprétées pour l'ensemble des classes instrumentées.

---

<sup>1</sup> Valeur médiane rencontrée lors de la campagne école de l'OQAI réalisée en 2017.

## résultats des mesures dynamiques au sein de la classe maternelle

La classe de maternelle a été instrumentée par un appareil de mesure dynamique fournissant des concentrations en temps réel : la balise Azimut (Fireflies®).

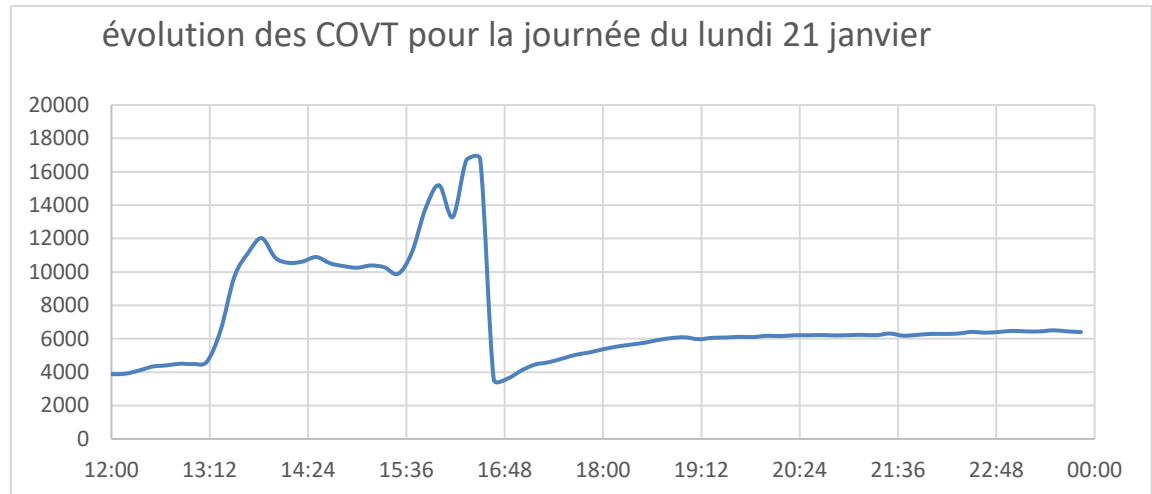
Afin d'identifier l'origine des éventuelles élévations, un questionnaire d'activité a été transmis à l'enseignant de la classe.

### Indicateur sur les composés organiques volatils totaux

Les concentrations de COVT (en équivalent toluène) sont détaillées ci-après jour par jour. Les journées de mardi et jeudi ne sont pas exploitées en raison du manque d'informations fournies par l'enseignant.

#### LUNDI 21 JANVIER

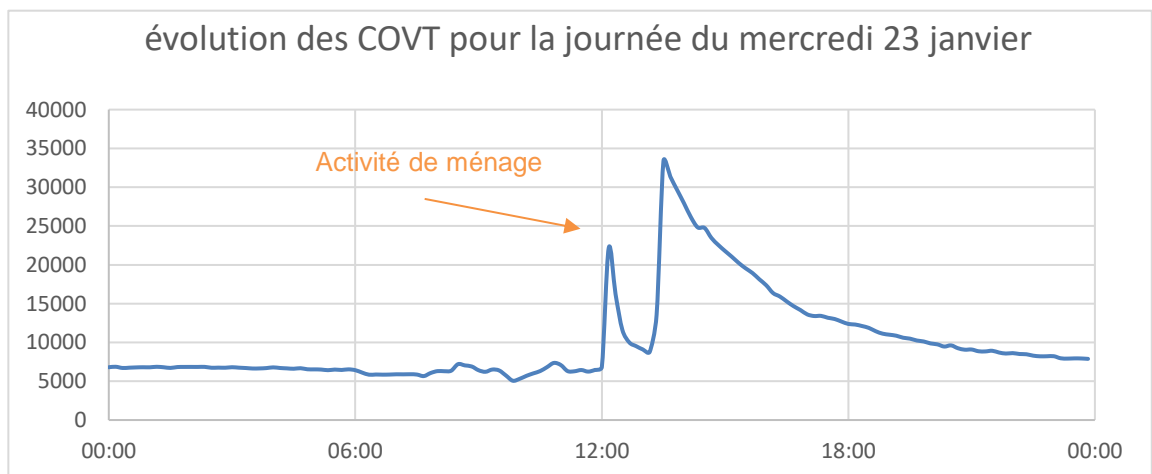
En période d'occupation et d'inoccupation, la charge en pollution est élevée et supérieure à la valeur de référence, définie par le fournisseur, de 3000 µg/m<sup>3</sup>.



Les concentrations sont élevées malgré l'inoccupation, la pollution peut être associée au bâtiment.

Selon les informations rapportées par l'enseignant, les élèves étaient présents uniquement à partir de 15h30. Les concentrations augmentent lors de l'occupation. L'activité renseignée : réalisation de jeux individuels sans précision complémentaire ne permet pas d'expliquer cette augmentation. Les augmentations observées aux heures de présence des enfants mettent en évidence des sources anthropiques de pollution.

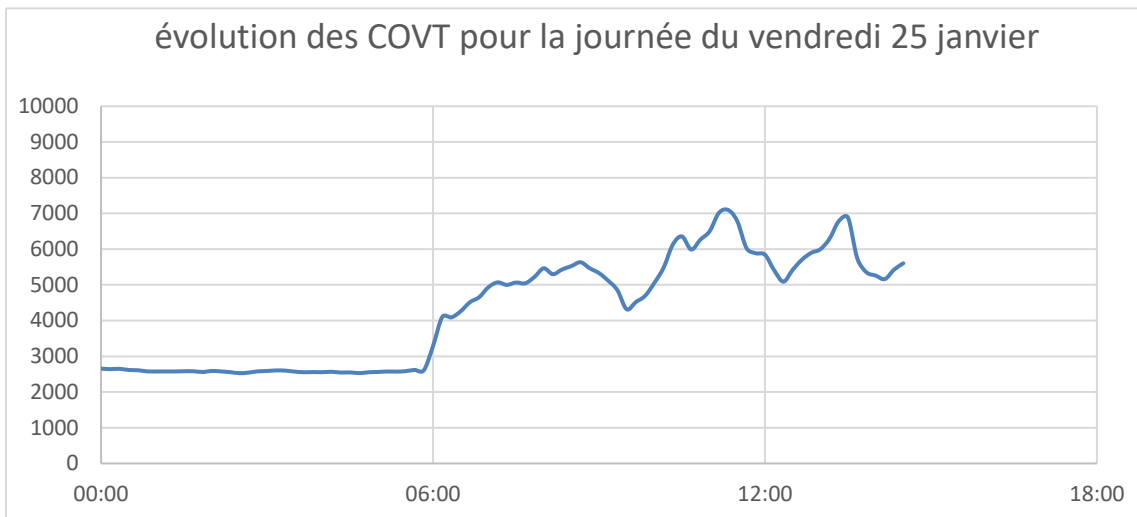
#### MERCREDI 23 JANVIER



Sur la journée du mercredi, le questionnaire rempli par l'enseignant en charge de la classe précise la réalisation d'une activité de ménage à 12h avec une ouverture des fenêtres. Le premier pic du graphique met en évidence l'impact du ménage sur la concentration en COVT. Cette activité a été couplée à l'ouverture des fenêtres, ce qui explique une baisse rapide des concentrations. Notons qu'aucune précision quant aux types de produits d'entretien utilisés n'a été fournie.

Aucune information n'a été renseignée sur les activités de l'après-midi, l'établissement étant fermé. Le second pic pourrait être lié à la fermeture des fenêtres couplée aux émissions des produits d'entretien récemment utilisés.



**VENDREDI 25 JANVIER**

Pour la journée du vendredi, les concentrations bien que fluctuantes aux heures d'occupation restent en dessous de 7 000 et en période d'inoccupation le seuil des 3000 est respecté. Les activités avec usage de colles sont recensées et peuvent être à l'origine des concentrations mesurées

L'impact du ménage avec produit effectué à 12h30 est visible, mais inférieur à celui du mercredi.

La différence entre la mesure normative de COVT et la charge de pollution mis en évidence par la balise peut s'expliquer selon plusieurs hypothèses :

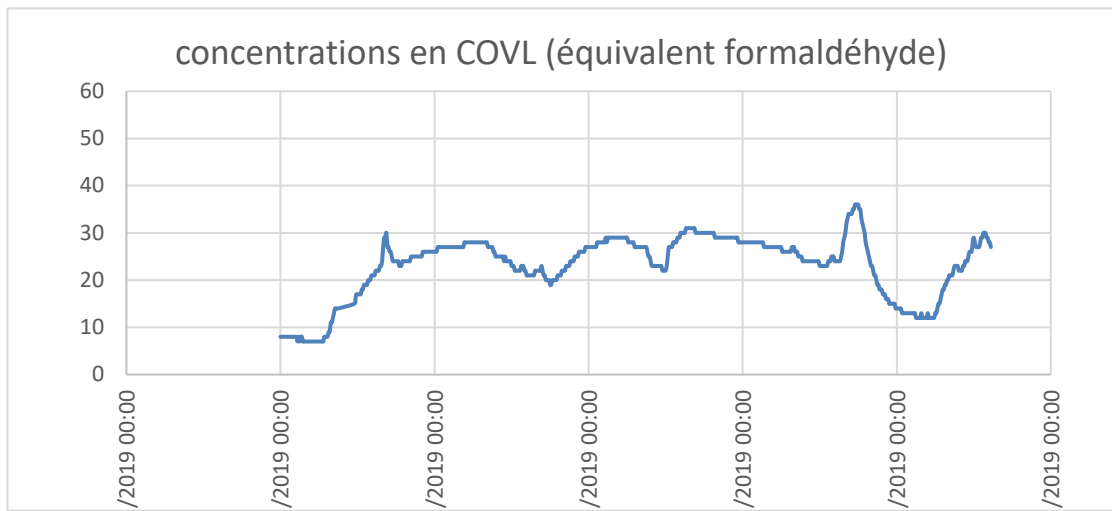
- hypersensibilité de la sonde aux interférents suivants : NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO,
- champs de mesure différents entre les deux technologies de mesures : les composés organiques volatils pris en compte par la sonde sont les polluants de C3 à C10, quand les COVT prennent en compte uniquement certains COV.

Une recherche par screening permettrait d'identifier les polluants majoritaires présents dans l'air intérieur et de corrélérer leur présence et leur toxicité pour identifier ou non la présence d'un risque.

A noter que les polluants identifiés comme prioritaires par les autorités sanitaires ont été mesurés par une technologie passive et sont présentés en amont du rapport.

**indicateur sur les composés organiques volatils légers**

Les concentrations en COV léger (dit COVL et donné en équivalent formaldéhyde) sont stables et à des niveaux moyens, ce qui met à nouveau en évidence la présence d'une pollution liée au bâtiment.



## **préconisations pour la qualité de l'air intérieur**

Au regard des résultats, des recommandations peuvent être formulées :

- mener une réflexion sur la typologie de produits d'entretien utilisés, favoriser des produits écolabélisés ;
- vérifier le fonctionnement et les débits d'extraction du système de ventilation (débits réglementaires :  $18\text{m}^3/\text{h}/\text{enfant}$ ) et étudier l'augmentation du débit et notamment dans la classe élémentaire ; ainsi qu'une légère baisse en maternelle pour augmenter l'humidité relative.
- mener des investigations complémentaires pour identifier la source benzène, des actions correctives pourraient être mise en place. Une surventilation pourrait être envisagée en cas de source intérieure, et la mise en place de filtre à charbon en cas de source extérieure.

# conclusions et perspectives

L'évaluation de la qualité de l'air intérieur au sein de l'école du vieux chêne à Orvault du 21 au 25 janvier 2019 a mis en évidence :

Des paramètres hygrothermiques à améliorer :

- températures dans la zone de confort dans l'ensemble des classes ;
- humidité relative dans la zone de confort pour l'élémentaire et légèrement inférieure pour la classe de maternelle ;
- confinement important dans la classe élémentaire pouvant être le signe d'une insuffisance ou d'un dysfonctionnement du système de ventilation.

Des paramètres physico-chimiques à améliorer :

- à l'extérieur, des concentrations en benzène et en NO<sub>2</sub> en dessous des valeurs de références
- à l'intérieur des locaux, des concentrations de benzène supérieures aux valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur, nécessitant des investigations complémentaires afin d'en identifier la source, des concentrations en NO<sub>2</sub> inférieures à la valeur guide ;
- des concentrations en formaldéhyde faibles pour la salle d'activité et la classe maternelle, légèrement plus élevées pour la classe élémentaire ;
- des concentrations en COVT très satisfaisantes ;
- une pollution de fond dans la classe de maternelle élevée par rapport aux références ;
- les prélèvements en particules n'ont pas pu être interprétés.

Pour améliorer la qualité de l'air, plusieurs préconisations peuvent donc être établies, notamment à court terme, il convient de vérifier le fonctionnement et les débits d'extraction du système de ventilation (débits réglementaires : 18m<sup>3</sup>/h/enfant) Une augmentation du débit est notamment préconisée dans la classe élémentaire ; alors qu'une légère baisse des débits pourrait être effectuée en maternelle pour augmenter l'humidité relative.

Par ailleurs, à moyen terme, Air Pays de la Loire recommande l'utilisation de produits ménagers à faibles impacts sur la qualité de l'air intérieur. Les produits labellisés ecolabel européens, et sans parfum pourront notamment être privilégiés.

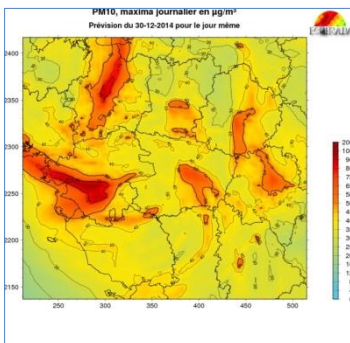
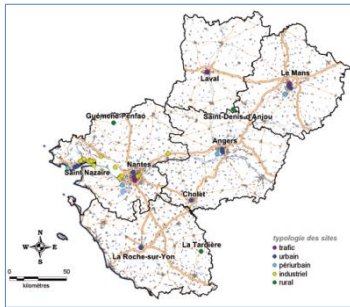
Enfin, pour identifier la source de benzène (intérieur/extérieur), ainsi que la source de la pollution de fond, des investigations complémentaires pourront être menées et orienteront les actions curatives à mettre en œuvre.

# annexe 1 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de la Transition écologique et solidaire pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

## surveiller pour savoir et comprendre



### l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une trentaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

### mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

### la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airplab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

### simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.

### prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à la plateforme interrégionale ESERALDA.

## informer pour prévenir



### pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisode de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques, aux médias et à tous les internautes inscrits gratuitement. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

### sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org) donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

# bibliographie

- [1] Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs, CSTB, (2012)
- [2] Campagne école : rapport final, OQAI (2017)
- [3] Bâtir pour la santé des enfants, Suzanne DEOUX, (2010)
- [4] Construire sain, guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour la construction et la rénovation, Ministère du Développement Durable et du Logement, (2013)
- [5] Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur - Document cadre et éléments méthodologiques, ANSES, (2014)
- [6] Tableau de synthèse des Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur publiées, ANSES (2013)
- [7] Guide de gestion de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public. Guide pratique, Ministère de la santé, INVS, (2010)
- [8] Rapports des campagnes de mesure air intérieur d'Air Pays de la Loire, disponibles sur [www.airpl.org](http://www.airpl.org)



airpays de la loire

5 rue Édouard-Nignon – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)