



évaluation de la qualité de l'air intérieur

dans l'école maternelle Rivoli à
la Roche-sur-Yon

juillet 2012 – rapport final



sommaire

synthèse	1
introduction	6
air intérieur : polluants prioritaires, valeurs de gestion, niveaux de pollution mesurés	7
les polluants prioritaires à surveiller	7
les valeurs guides et de gestion	8
les niveaux de pollution déjà mesurés dans des établissements scolaires	9
méthodologie	12
objectif de la campagne.....	12
périodes de mesure	12
dispositif de mesure	12
les résultats	14
suivi des paramètres de confort et de confinement	15
suivi du formaldéhyde	18
suivi du benzène	19
informations du Pré-diagnostic	20
aide à la décision sur le choix des produits de construction et décoration	21
conclusions et perspectives	24
perspectives	24
annexes	25
annexe 1 : Air Pays de la Loire	26
annexe 2 : effets sanitaires des polluants de l'air intérieur	27
annexe 3 : valeurs de référence de l'air intérieur 2012	29
annexe 4: seuils de qualité de l'air 2012	30
bibliographie	31
glossaire	32
abréviations	32

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Laurence Böhm, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Laurence Böhm, Photographies : Laurence Böhm, Validation : François Ducroz, Arnaud rebours.

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 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

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, 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.

remerciements

Air Pays de la Loire remercie M. Texiera et M. Jauffrits de la ville de la Roche-sur-Yon de nous avoir sollicités pour réaliser cette étude d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans un établissement scolaire.

synthèse

contexte → surveillance obligatoire de la qualité de l'air intérieur dans les écoles

Le **Décret n° 2011-1728 du 2 décembre 2011** relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) instaure de manière progressive l'obligation de surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans les ERP, obligation qui devra être satisfaite :

- avant le 1^{er} janvier 2015 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles ;
- avant le 1^{er} janvier 2018 pour les écoles élémentaires ;
- avant le 1^{er} janvier 2020 pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement du second degré ;
- avant le 1^{er} janvier 2023 pour les autres établissements.

Parallèlement, la ville de la Roche-sur-Yon a sollicité Air Pays de la Loire pour réaliser une étude dans une école maternelle de la ville, avant et après l'installation d'un système de ventilation.

objectifs → évaluation de la qualité de l'air et préconisations associées à destination des gestionnaires

L'objectif de la campagne est **d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans une salle de classe de l'école maternelle Rivoli avant et après la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC)** afin d'évaluer l'impact de sa mise en place sur les niveaux de polluants.

Cette étude donne également des éléments de diagnostic avant **la surveillance obligatoire** dont les modalités sont décrites dans le **Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012** relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.

moyens → des mesures de polluants prioritaires et de confinement

Les moyens métrologiques mis en œuvre sont conformes à ceux préconisés dans le **Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012**, avec un suivi du formaldéhyde et le benzène, polluants prioritaires selon l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses) et bénéficiant de valeurs guides (Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011). Les mesures du formaldéhyde et du benzène ont été réalisées à l'aide de tubes à diffusion passive (tubes passifs Radiello®) suspendus au plafond de la salle de classe des élèves de « moyenne section » au centre de la pièce.

Le suivi en continu du dioxyde de carbone (CO₂) comme indicateur du confinement, de la température et de l'humidité a été effectué à l'aide d'un enregistreur Q-Track placé sur un meuble. Les paramètres de confort et de confinement ont été mesurés dans la salle de classe et en complément dans un dortoir, parce que des problèmes d'humidité ont été détectés.

Dans le cadre de notre étude et sur demande de la collectivité, les mesures ont été réalisées pendant deux semaines (du lundi au vendredi, en présence des élèves) pour le formaldéhyde et le benzène. La mesure du dioxyde de carbone a été faite en continu pendant les deux semaines.

→ avant mise en place d'une VMC double flux (S12, du 19 au 23 mars 2012) ;

→ après mise en place de la VMC DF (S14, du 2 au 6 avril 2012).

résultats ➔ un niveau moyen de confinement en baisse et des teneurs en formaldéhyde respectant la valeur guide 2015, après la mise en service de la VMC double flux

après la mise en place de la VMC, des niveaux de température et humidité relative situés dans la zone de confort

D'après le diagramme de confort hygrothermique (figure ci-dessous), la zone optimale de confort (zone 4) se situe entre 18 et 25°C pour la température et 30 et 70 % pour l'humidité relative. La représentation des niveaux moyens des deux paramètres pour la campagne de mesure met en évidence que les conditions climatiques des deux pièces se situent hors de la zone de confort lors de la première semaine de mesure-S12 (sans système de ventilation), puis dans la zone de confort, une fois la VMC double flux installée (S14).

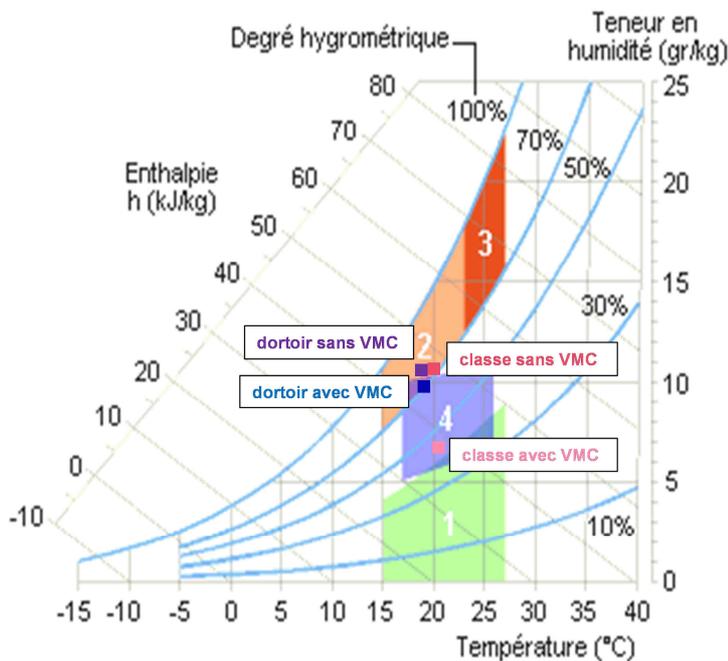
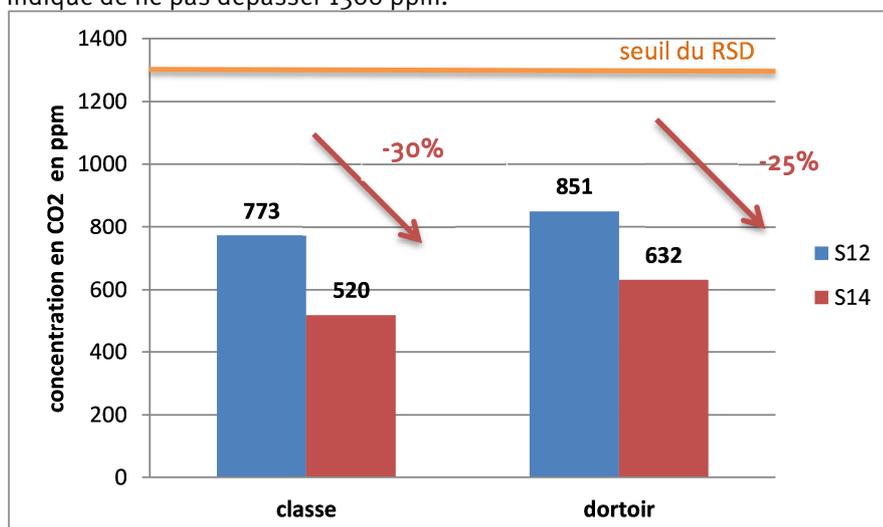


Diagramme de confort hygrothermique (ISELT P., ARNDT U., CAUCHEPIN J.L, Manuel de l'humidification de l'air, 1997 - 240 p., Paris)

un niveau moyen de confinement en baisse de 25 à 30%

Témoin du confinement, la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) est un indicateur de la qualité du renouvellement de l'air dans des locaux. La recommandation du règlement sanitaire départemental indique de ne pas dépasser 1300 ppm.



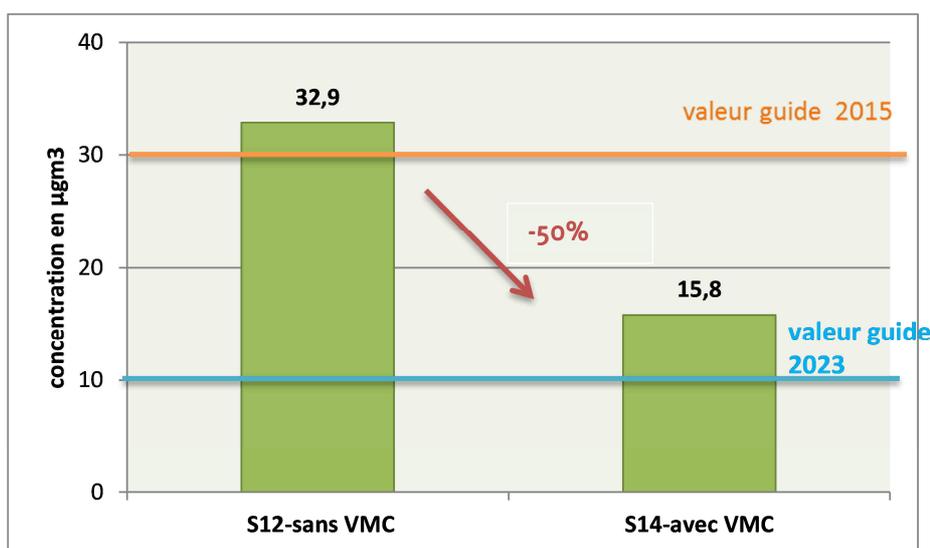
Concentrations moyennes en dioxyde de carbone dans les deux pièces en hiver 2009-2010 et en juin 2011

La concentration moyenne en dioxyde de carbone dans les deux pièces ne dépasse pas le seuil du règlement sanitaire départemental fixé à 1300 ppm lors des deux semaines de mesure. Ces niveaux de dioxyde de carbone suggèrent un niveau de confinement faible dans les deux pièces instrumentées.

L'évolution des niveaux moyens de dioxyde de carbone (CO₂) mesurés lors des deux semaines de mesure sans VMC double flux puis avec VMC double flux met en évidence **une diminution des teneurs en CO₂ de 30% dans la salle de classe et de 25% dans le dortoir.**

des teneurs en formaldéhyde en diminution d'un facteur 2

Classé comme polluant prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses), le formaldéhyde présente une concentration moyenne de 32,9 µg/m³ lors de la première semaine de mesure (sans système de ventilation) et de 15,8 µg/m³ après la mise en œuvre de le VMC DF.



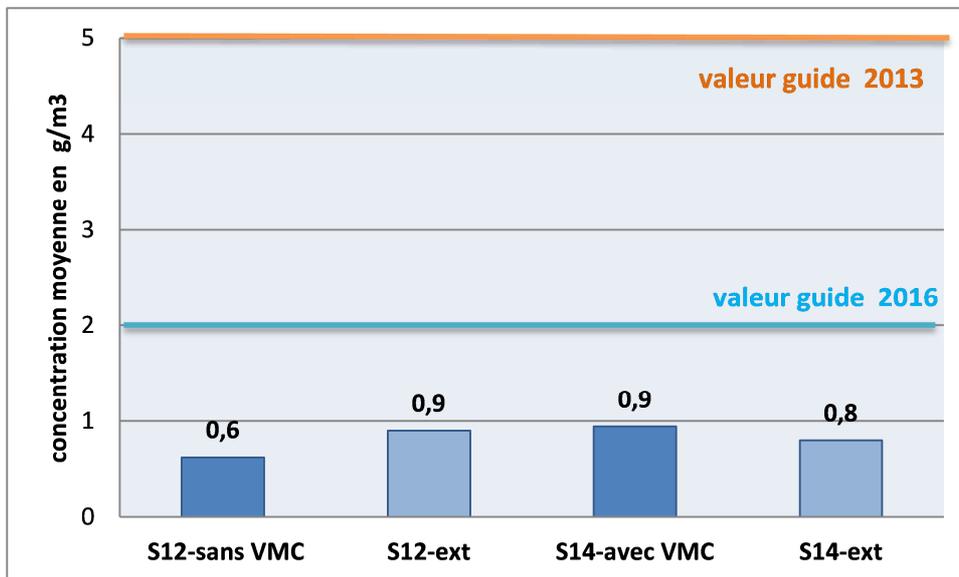
Concentrations moyennes en formaldéhyde lors des deux semaines de mesure

Le niveau moyen est donc abaissé d'un facteur 2 après la mise en service de la VMC double flux et respecte dorénavant la valeur guide de 30 µg/m³ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2015. Il reste néanmoins légèrement au-dessus de la valeur guide de 10 µg/m³ à atteindre en 2023.

La concentration moyenne en formaldéhyde devrait évoluer progressivement vers cette valeur guide de 10 µg/m³ si des matériaux et produits peu émissifs en formaldéhyde (meubles, produits de construction et décoration) sont introduits dans la salle de classe dans le cadre de travaux de rénovation (mesures d'aide à la décision p. 21). Il est par ailleurs également préconisé le choix de produits de bricolage et d'entretien peu émissifs en formaldéhyde.

des teneurs en benzène en légère augmentation

Le benzène est aussi un polluant, dont la surveillance est prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses). La concentration moyenne en benzène à l'intérieur de la salle de classe est de 0,6 µg/m³ avant l'installation de le VMC DF et de 0,9 µg/m³ après la mise en œuvre de celle-ci.



Concentrations moyennes en benzène entre les deux semaines de mesure

L'évolution des concentrations moyennes en benzène dans la salle de classe indique une légère augmentation des niveaux entre les deux périodes de mesure. Le niveau mesuré est à rapprocher de la concentration mesurée à l'extérieur (0,8 µg/m³), ce qui suggère que le benzène de l'air extérieur est insufflé dans le bâtiment de l'école et parvient jusq'aux salles de classe.

La pollution par le benzène à l'extérieur de l'établissement est imputable au trafic routier du boulevard Rivoli qui peut être relativement important aux heures de pointe.

Néanmoins, cette pollution au benzène est modérée et pendant les deux semaines de mesure, les concentrations moyennes mesurées au sein la salle de classe apparaissent inférieures à la valeur guide de 5 µg/m³ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2013 et à celle de 2 µg/m³ à atteindre à compter du 1^{er} janvier 2016.

conclusions et perspectives → un effet bénéfique du système de ventilation sur la qualité de l'air intérieur

Cette étude sur la qualité de l'air intérieur dans l'école maternelle Rivoli avant et après la mise en œuvre d'une ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC DF) a mis en évidence :

- une diminution du niveau de confinement de 30 % dans la salle de classe et de 25 % dans un dortoir. Le système de ventilation a donc assuré un meilleur renouvellement de l'air dans ces deux pièces. Le confinement moyen ne dépasse pas le seuil de 1300 ppm fixé par le règlement sanitaire départemental (RSD) ;
- une diminution des concentrations moyennes en formaldéhyde d'un facteur 2. Le système de ventilation a provoqué une baisse significative du niveau de pollution interne en formaldéhyde qui était à l'origine supérieur à la valeur guide 2015.
- la pollution au formaldéhyde reste néanmoins légèrement au-dessus à la valeur guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à compter du 1^{er} janvier 2023. Cette valeur guide pourrait être respectée si des matériaux et produits peu émissifs en formaldéhyde (mobilier, produits de construction et décoration) étaient introduits dans la salle de classe dans le cadre de travaux de rénovation. L'étiquetage réglementaire des produits de construction apporte dans ce cadre une information lisible des concentrations moyennes en benzène en dessous de la valeur guide de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2013 et de la valeur guide de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2016.
- une légère augmentation des teneurs en benzène est observée, situation liée à un transfert favorisé de l'air extérieur vers l'intérieur des salles après mise en place de la VMC. La qualité de l'air extérieur en benzène est influencée par le trafic routier sur le boulevard Rivoli.

Cette étude valide donc la pertinence de la mise en place du système de ventilation double flux du point de vue de l'amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur sur les paramètres confinement et pollution au formaldéhyde. Une vigilance doit néanmoins s'opérer sur la qualité de l'air extérieur utilisé par ce système en gardant à l'esprit que la pollution extérieure en benzène reste modérée.

Par ailleurs, la salle de classe étudiée dispose d'une étagère où est stocké le matériel de bricolage, potentiellement émetteur de polluants. Dans ces conditions, un stockage de ce matériel dans une armoire fermée ou préférentiellement dans une pièce inoccupée est conseillé.

perspectives

Après avoir développé son expertise en matière de surveillance des environnements intérieurs (écoles, crèches, parkings, aéroport), Air Pays a mené en 2011 une étude exploratoire relative à la **quantification des émissions** de formaldéhyde par le mobilier et les produits de construction et de décoration. L'école Rivoli pourrait aussi faire l'objet d'une étude équivalente afin de mieux identifier les sources émissives.

Cette identification des sources à l'origine de la pollution en formaldéhyde dans les établissements scolaires est une base d'informations précieuse pour les gestionnaires des établissements. Outre des travaux conséquents visant la substitution d'éléments du bâti par des matériaux moins émissifs, travaux à prévoir dans le cadre de rénovations, il s'avère que dans certains cas, le retrait de certains éléments du mobilier ou de décoration peut être une mesure simple et efficace pour diminuer les niveaux de pollution en air intérieur.

introduction

Le **Décret n° 2011-1728 du 2 décembre 2011** relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) instaure de manière progressive l'obligation de surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans les ERP, obligation qui devra être satisfaite :

- avant le 1^{er} janvier 2015 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles ;
- avant le 1^{er} janvier 2018 pour les écoles élémentaires ;
- avant le 1^{er} janvier 2020 pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement du second degré ;
- avant le 1^{er} janvier 2023 pour les autres établissements.

Parallèlement, la ville de la Roche-sur-Yon a sollicité Air Pays de la Loire pour réaliser une étude dans une école maternelle de la ville, avant et après l'installation d'un système de ventilation.

L'objectif de la campagne est **d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans une salle de classe et un dortoir (confinement) de l'école maternelle Rivoli avant et après la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée double flux afin d'évaluer l'impact sur les niveaux de polluants.**

Cette étude permettra également d'apporter des éléments de diagnostic en vue de la surveillance obligatoire dont les modalités sont décrites dans le **Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012** relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.

air intérieur : polluants prioritaires, valeurs de gestion, niveaux de pollution mesurés

Véritable enjeu de santé publique depuis quelques années, la surveillance de la qualité de l'air intérieur fait l'objet d'actions des Plans nationaux santé (PNSE 1 et 2), du Grenelle de l'environnement et des Plans régionaux santé environnement (PRSE 1 et 2) des Pays de la Loire.

Dans ce cadre, Air Pays de la Loire place aujourd'hui la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans ses problématiques prioritaires. C'est ainsi que depuis 2008, plusieurs actions concernant la surveillance de l'air intérieur dans les établissements d'enseignement ont été engagées :

- une étude expérimentale dans deux établissements d'enseignement nantais (2008-2009) ;
- une participation à un programme national concernant 15 établissements "petite enfance"(2009-2010) ;
- une étude dans la maison éco-performante du Pays des Herbiers (2009-2010), puis en 2011 ;
- une étude régionale dans 4 lycées des Pays de la Loire (2010) ;
- une étude nationale « Indice fongique et indice de confinement » (2010) ;
- une étude exploratoire sur les émissions de formaldéhyde (2011).

les polluants prioritaires à surveiller

En réponse à l'enjeu sanitaire représenté par la qualité de l'air intérieur, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a travaillé sur l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) pour des polluants jugés prioritaires. Ces valeurs guides correspondent à des concentrations en substance chimique dans l'air en dessous desquelles aucun effet sanitaire, aucune nuisance ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu pour la population générale. Elles ont pour objectif de protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air.

Un groupe de travail a permis d'identifier une liste de substances pour lesquelles l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air intérieur a été jugée prioritaire : **formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone, particules PM10, naphthalène, Phtalate de di (2-ethylhexyle)(DEHP), dioxyde d'azote, acétaldéhyde, trichloréthylène, tétrachloroéthylène et ammoniac** [1].

les valeurs guides et de gestion

les VGAI de l'Anses

Des valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) ont été proposées par l'Anses pour le formaldéhyde, le monoxyde de carbone en 2007, pour le benzène en 2008, le tétrachloroéthylène (perchloroéthylène), le trichloroéthylène, le naphthalène et les particules fines en 2010 (annexe 2). Pour les deux polluants concernés par cette étude, les valeurs guides pour une exposition long terme étaient de :

- 10 µg/m³ pour le formaldéhyde [2] ;
- pour le benzène : 10 µg/m³ pour une exposition long terme afin de protéger la population contre les effets hématologiques non cancérogènes [5].

les valeurs réglementaires

Le **Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011** relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène indique que la "valeur-guide pour l'air intérieur" représente un niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine (détail en annexe 3). Les valeurs guides pour le formaldéhyde et le benzène sont indiquées dans le tableau suivant :

formaldéhyde	<ul style="list-style-type: none"> • 30 µg.m⁻³ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2015 ; • 10 µg/m³ pour une exposition de longue à compter du 1^{er} janvier 2023.
Benzène	<ul style="list-style-type: none"> • 5 µg.m⁻³ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2013 ; • 2 µg/m³ pour une exposition de longue à compter du 1^{er} janvier 2016.

Tableau 1: valeurs guides pour le formaldéhyde et benzène-article 1 du décret n°2011-1727

Le **Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012** relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public précise que des **investigations complémentaires doivent être menées dans les pièces investiguées lorsque la concentration en formaldéhyde dépasse 100 µg.m⁻³ et pour le benzène 10 µg.m⁻³.**

les niveaux de pollution déjà mesurés dans des établissements scolaires

Une étude bibliographique des résultats de concentrations en aldéhydes, BTEX et dioxyde de carbone a été réalisée à partir d'études de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) et de campagnes de mesure réalisées par Air Pays de la Loire. Cette étude permet de mettre en perspective les résultats du suivi dans l'école de Rivoli.

étude de l'OQAI dans 9 écoles [5]

En 2001, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur a mené une étude pilote sur 90 logements et 9 écoles dont les résultats pour les établissements d'enseignement sont présentés dans le tableau suivant.

	Mesures en intérieur		Mesures en extérieur	
	Moyenne (1 semaine) µg/m ³	Maximum	Moyenne (1 semaine) µg/m ³	Maximum
Benzène	1,4	3,0	1,3	3,1
Toluène	11,8	40,3	5,5	7,9
éthylbenzène	1,6	4,3	0,9	1,7
m+p xylène	3,9	11,4	2,3	3
formaldéhyde	38,4	66,8	2,9	4
acétaldéhyde	9,8	16,2	2,2	3
CO2 (ppm)	905	3092	-	-

Tableau 2 : concentrations moyennes et maximales dans les écoles mesurées lors de la campagne pilote de l'OQAI

L'analyse des données de l'étude pilote de l'OQAI de 2001 par le bureau d'études SEPIA SANTE met en évidence que la plupart des COV (hors aldéhydes) sont liés à des indicateurs témoins d'un renouvellement d'air insuffisant : teneurs élevées en dioxyde de carbone, présence d'un double vitrage, absence d'accès direct sur l'extérieur et d'amenée d'air, ouverture insuffisante des fenêtres, salles de petit volume.

suivi de la qualité de l'air intérieur au lycée Clemenceau sur une année scolaire [6]

Pendant l'année scolaire 2008-2011, Air Pays de la Loire a mis en œuvre, avec le concours de l'Agence régionale de santé (ex-DRASS), une campagne de mesure de l'air intérieur dans un lycée et dans une école à Nantes. Cette campagne de mesure avait pour objectif de faire un suivi en continu des concentrations en composés organiques volatils (COV) tels que les aldéhydes¹ et les BTEX² et des paramètres de confinement (dioxyde de carbone) et de confort (température, humidité). Les résultats ont mis en évidence des teneurs en formaldéhyde supérieures à la valeur guide de qualité de l'air intérieur (VGAI) de l'agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses) et un dépassement de la valeur repère de 30 µg/m³ pour le formaldéhyde du Haut Conseil de santé publique au lycée Clemenceau. Pour le benzène, les niveaux moyens enregistrés étaient en dessous de la VGAI de 10 µg/m³ dans les deux établissements.

Au cours de certaines journées, les résultats des mesures en dioxyde de carbone ont montré des niveaux de confinement pouvant être importants (jusqu'à 5100 ppm), dépassant largement la valeur seuil de 1300 ppm du règlement sanitaire départemental.

¹ Formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal.

² Benzène, toluène, éthylbenzène, méta-ortho-paraxylène

étude régionale dans 4 lycées des Pays de La Loire [7]

La Région des Pays de la Loire a souhaité contribuer à la réalisation d'études par Air Pays de la Loire qui s'inscrivent dans ses programmes et politiques de développement durable. Il a ainsi été demandé à Air Pays de la Loire de proposer une étude sur l'exposition aux polluants de l'air intérieur dans les lycées.

L'objectif de la campagne était d'obtenir des indications sur la qualité de l'air intérieur dans quatre établissements scolaires de second degré de la région et d'associer les résultats obtenus avec les déterminants afin de disposer d'une quantification des polluants mesurés et de proposer aux gestionnaires et collectivités des mesures de réduction de l'exposition aux polluants intérieurs et au confinement. Un suivi des aldéhydes, BTEX et dioxyde de carbone a été effectué en 2010 dans quatre lycées de la région des Pays de la Loire à raison d'une mesure pendant deux semaines de cours pendant deux saisons contrastées (hiver, printemps) dans plusieurs classes d'un même établissement selon les protocoles nationaux (LCSQA-CSTB).

Les résultats de l'étude ont mis en évidence des situations de confinement pouvant être élevées dans ces établissements à certaines heures de cours ainsi que des teneurs en formaldéhyde et en benzène en dessous de la valeur repère du Haut Conseil de santé publique pour ces deux polluants : de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène.

participation à une campagne nationale dans 15 école et crèches [8]

Dans le prolongement du Grenelle de l'Environnement et des orientations du deuxième Plan national santé environnement (PNSE2), un décret de janvier 2012 (décret n° 2012-14³) rend obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public d'ici 2015 (accueils « petite enfance » et écoles maternelles). Afin de préparer ce projet, une campagne pilote nationale a été mise en œuvre en 2009, à l'initiative du Ministère de l'écologie (MEEDDM), dans 300 écoles et crèches en France via une première vague de surveillance en 2009/2010 et une seconde en 2010/2011.

Air Pays de La Loire a mis en œuvre le programme au niveau des Pays de la Loire, concernant 15 établissements au total : 3 crèches, 7 écoles maternelles et 5 écoles élémentaires, dont l'école des Pyramides à La Roche-sur-Yon. La campagne a été lancée le 14 septembre 2009 et s'est achevée au printemps 2010. Elle visait la surveillance du formaldéhyde et du benzène selon les protocoles nationaux de surveillance dans des lieux clos ouverts au public (LCQSA⁴-CSTB⁵) et celle du confinement par la mesure du dioxyde de carbone. Les conclusions de l'étude étaient les suivantes :

- 46 % des établissements expérimentés (26 % *au niveau national*) présentent une très bonne situation sur tous les paramètres : indice de confinement inférieur à 3, concentration annuelle inférieure à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde et inférieure à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène ;
- 20 % des établissements (31 % *au niveau national*) présentent une situation médiocre sur au moins un des trois paramètres : indice de confinement supérieur à 3, concentration annuelle supérieure à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde et supérieure à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène ;
- 34 % des établissements (47 % *au niveau national*) présentent une situation intermédiaire.
- la conclusion générale des pré-diagnostics a mis en évidence que pour 80 % des établissements, il y avait absence de système spécifique de ventilation impliquant que le renouvellement d'air soit assuré manuellement par ouverture des fenêtres et des portes.

³ Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.

⁴ Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air

⁵ Centre scientifique et technique du bâtiment

Concernant particulièrement l'école des Pyramides de La Roche-sur-Yon, des mesures ont été réalisées dans quatre salles de classes dont les résultats indiquaient :

- des niveaux moyens en formaldéhyde en dessous de la valeur guide de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à atteindre en 2015 et proche de la valeur guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à atteindre en 2023.
- des niveaux moyens en benzène en dessous de la valeur guide de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à atteindre en 2013.
- pour deux pièces, l'indice de confinement ICONNE était nul et égal à 2, signifiant un renouvellement de l'air correct dans les pièces instrumentées.

Dans deux pièces de l'école des Pyramides, la VMC double flux a été arrêtée à titre expérimental afin d'estimer l'influence de la ventilation sur les niveaux de polluants. L'expérience a montré que dans les pièces avec la VMC en fonctionnement, l'indice de confinement était nul, les concentrations en formaldéhyde les plus faibles (-40%) et les niveaux de benzène plus élevés (+30%), avec une influence de la concentration extérieure en benzène sur les niveaux intérieurs (influence du trafic routier).

Le fonctionnement de système de ventilation type VMC double flux permet donc d'avoir peu ou pas de confinement, des concentrations en formaldéhyde moins importantes dans les salles de classe. Par contre, des niveaux plus importants en benzène sont enregistrés du fait de l'insufflation d'air extérieur dans les pièces, dont la concentration s'ajoute aux niveaux intérieurs.

méthodologie

objectif de la campagne

L'objectif de la campagne est **d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans la salle de classe des élèves de « moyenne section » et dans un dortoir (seulement mesure du confinement pour ce dernier) de l'école maternelle Rivoli avant et après la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC DF).**

Cette étude permettra également d'apporter des éléments de diagnostic en vue de **la surveillance obligatoire** dont les modalités sont décrites dans le **Décret n° 2012-14** du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.

Les résultats obtenus pourront être associés avec des sources éventuelles de pollution afin de pouvoir, dans la mesure du possible, proposer aux gestionnaires, des mesures de réduction de l'exposition aux polluants intérieurs.

périodes de mesure

Dans le cadre de notre étude et sur demande de la collectivité, les mesures ont été réalisées pendant deux semaines (du lundi au vendredi, en présence des élèves) pour le formaldéhyde et le benzène. La mesure du dioxyde de carbone a été faite en continu pendant les deux semaines.

→ avant mise en place d'une VMC double flux (S12, du 19 au 23 mars 2012) ;

→ après mise en place de la VMC DF (S14, du 2 au 6 avril 2012).

dispositif de mesure

Les moyens métrologiques mis en œuvre sont conformes à ceux préconisés dans le **Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012**, avec un suivi du formaldéhyde et du benzène, considérés comme polluants prioritaires en matière de surveillance selon l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses) et bénéficiant de valeurs guides (Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011).

Des mesures en continu de dioxyde de carbone (indicateur de confinement) ont également été réalisées durant les deux semaines.

mesure des composés organiques volatils (COV)

La mesure des COV se fait de manière hebdomadaire (du lundi au vendredi, en présence des élèves) grâce à des tubes passifs Radiello®. Dans la salle de classe, les polluants sont mesurés en un seul point, représentatif de l'exposition moyenne. Le dispositif de prélèvement passif est placé, au centre de la pièce et au moins à une distance d'un mètre des parois ou du plafond de la pièce. Il est placé à l'écart des zones de la pièce largement exposées à des courants d'air, proches des sources de chaleur.



photos 1 : dispositif de mesure du formaldéhyde et du benzène

En parallèle, une mesure de concentration extérieure en Benzène est effectuée sur le toit de l'établissement.

suivi du dioxyde de carbone, température, humidité

L'appareil Q-Track (photo 2) mesure simultanément le dioxyde de carbone, la température et l'humidité avec une seule sonde. L'appareil fournit des mesures en temps réel, enregistre des données sur de longues périodes par pas de temps programmés (10 minutes).



photo 2 : appareil de mesure du dioxyde de carbone, de l'humidité relative et de la température

Cet appareil de mesure a été installé dans la salle de classe de « moyenne section » et en complément dans un dortoir où des problèmes d'humidité ont été observés.

Une mesure ponctuelle du débit de ventilation a été également réalisée après installation de la ventilation mécanique contrôlée double flux.

pré-diagnostic

Un questionnaire de pré-diagnostic de protocole LCSQA-CSTB, à l'origine des modalités de surveillance du **Décret n° 2012-14** et utilisé lors de la campagne nationale a été utilisé afin de pouvoir associer les résultats obtenus avec des sources éventuelles de pollution et dans la mesure du possible, proposer aux gestionnaires, des mesures de réduction de l'exposition aux polluants intérieurs.

les résultats

Les résultats de la campagne de mesure de l'air intérieur concernent :

- le suivi des paramètres de confort et de confinement ;
- le suivi des polluants comme le formaldéhyde et le benzène ;
- informations du pré-diagnostic.

suivi des paramètres de confort et de confinement

suivi des paramètres de confort

La température (T°) et l'humidité relative (HR) font partie des paramètres de confort. Ils ont été mesurés en continu avec des pas de temps de 10 minutes afin d'estimer le niveau de confort dans la salle de classe et un dortoir. Les niveaux moyens en température et humidité relative des salles pendant les deux périodes sont représentés sur le diagramme de confort ci-après.

Une représentation graphique de l'évolution des températures et humidité relatives moyennes lors de la semaine 12 (sans VMC DF), et la semaine 14 (avec VMC DF) permet de visualiser l'évolution des paramètres de confort avant et après les travaux.

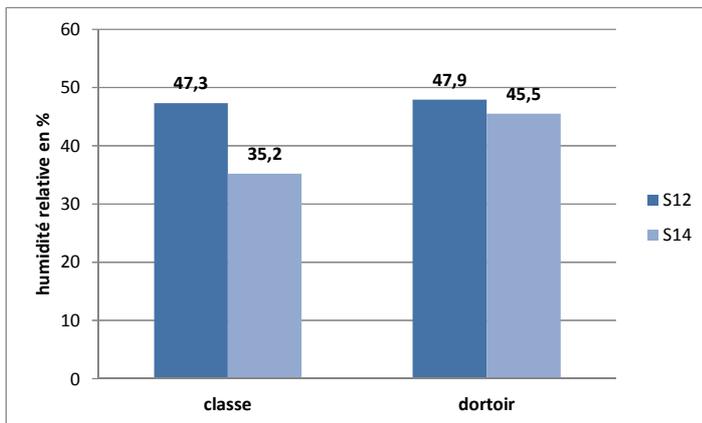


Figure 1: humidité relative moyenne enregistrée lors des deux semaines de mesure

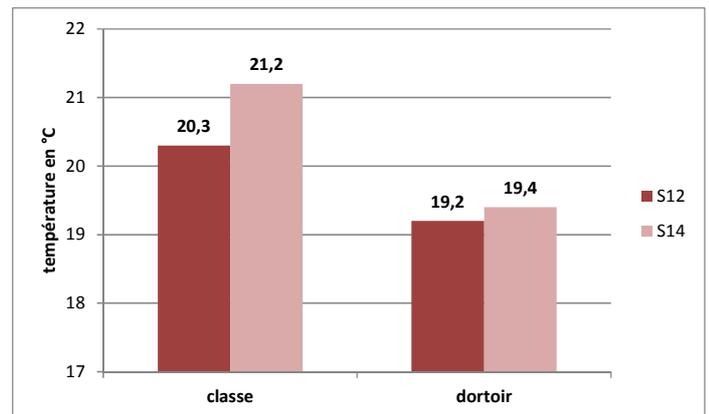


Figure 2 : température moyenne enregistrée lors des deux semaines de mesure

L'évolution de l'humidité relative moyenne avant et après mise en place du système de ventilation montre une diminution de 12% de l'humidité dans la salle de classe et de 2% dans le dortoir, indiquant un assèchement de l'atmosphère à l'intérieure des pièces. L'évolution est moins importante pour la température moyenne puisque la différence est de l'ordre d'un degré.

D'après le diagramme de confort hygrothermique (figure 3), la zone optimale de confort se situe entre 18 et 25°C pour la température et 30 et 70 % pour l'humidité relative (figure 3). La représentation des niveaux moyens des deux paramètres pour la campagne de mesure met en évidence que les conditions climatiques des deux pièces se situent hors de la zone de confort lors de la première semaine de mesure (sans système de ventilation), puis dans la zone de confort, une fois la VMC DF installée semaine 14.

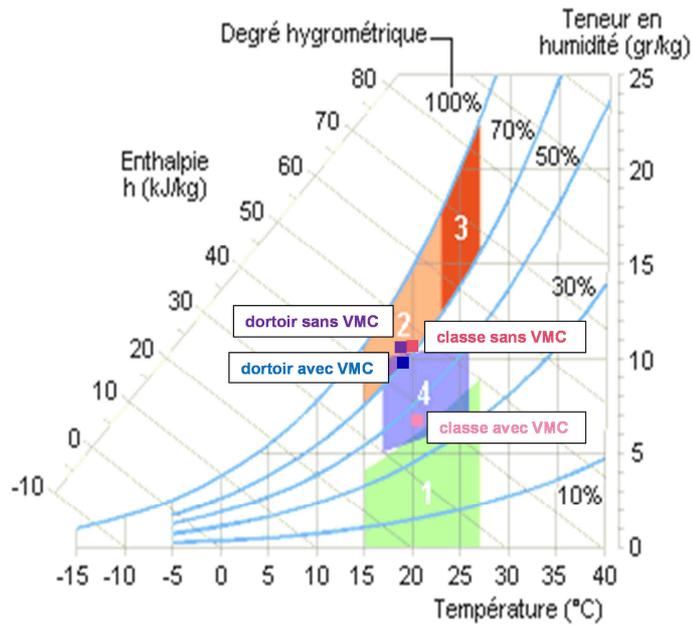


Figure 3 : diagramme de confort hygrothermique (ISELT P., ARNDT U., CAUCHEPIN J.L., Manuel de l'humidification de l'air, 1997 - 240 p., Paris)

- : zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- 2/3 : zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de micro-champignons.
- 4 : zone optimale de confort
- 3 : zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.
- 4 : polygone de confort hygrothermique.

suivi des paramètres de confinement

Témoin du confinement, la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) est un indicateur de la qualité du renouvellement de l'air dans des locaux. La recommandation du règlement sanitaire départemental indique de ne pas dépasser 1300 ppm. Il a été démontré que la performance des élèves, déclinée en termes de temps de réaction, absentéisme ou performance mentale, peut être affectée par une concentration en dioxyde de carbone élevée.

Le confinement a été mesuré dans la salle de classe instrumentée pour la mesure du formaldéhyde et benzène et dans un dortoir. Les concentrations moyennes enregistrées dans les deux salles de l'école sont présentées sur la figure 4.

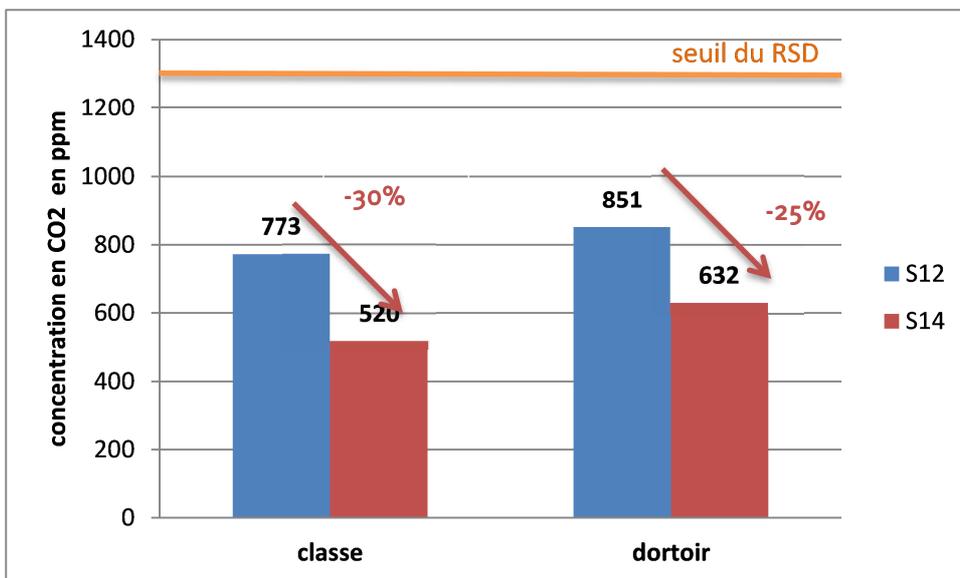


Figure 4 : concentrations moyennes en dioxyde de carbone dans les deux pièces

La concentration moyenne en dioxyde de carbone dans les deux pièces ne dépasse pas le seuil du règlement sanitaire départemental fixé à 1300 ppm. Ces niveaux de CO₂ suggèrent un niveau de confinement faible dans les deux pièces instrumentées lors des deux semaines.

L'évolution des niveaux moyens de dioxyde de carbone (CO₂) mesurés lors des deux semaines de mesure sans VMC double flux puis avec VMC double flux met en évidence **une diminution des teneurs en CO₂ de 30% dans la salle de classe et de 25% dans le dortoir.**

Des dépassements ponctuels du seuil du règlement sanitaire départemental ont été enregistrés dans la salle de classe car la concentration maximale enregistrée est de 1 800 ppm lors de la première semaine de mesure semaine 12 (figure 5). Lors de la deuxième semaine de mesure, la concentration maximale enregistrée est de 1 053 ppm montrant l'effet du fonctionnement de la VMC double flux également sur les niveaux de pointe.

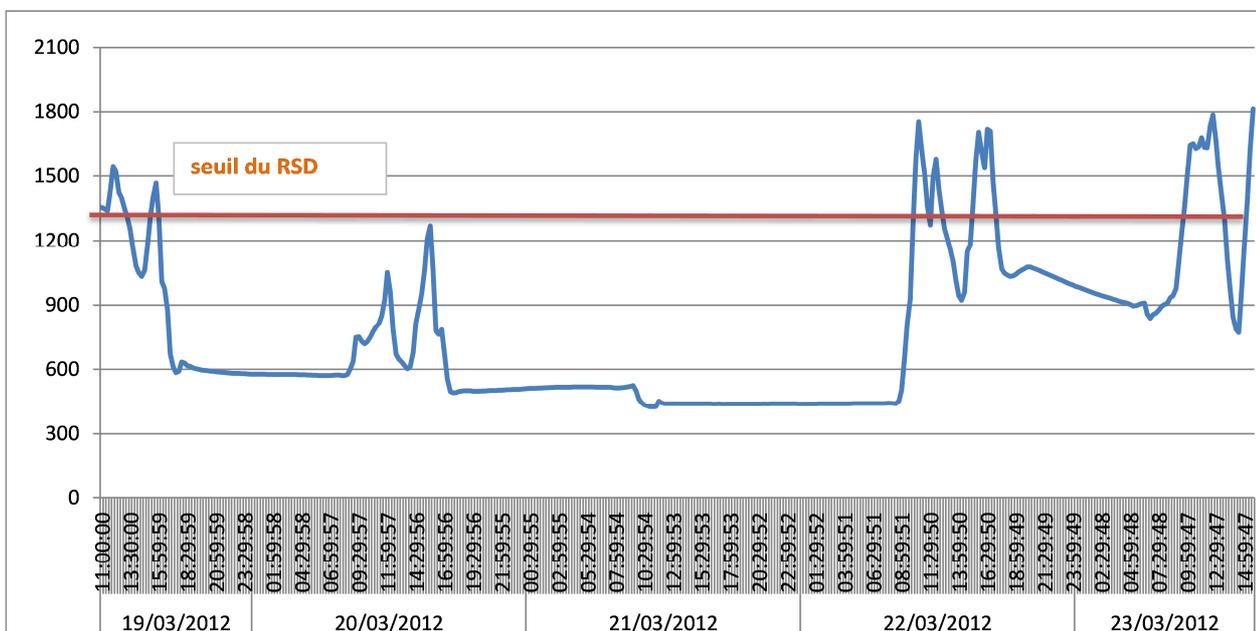


Figure 5 : évolution temporelle des concentrations en CO₂ lors de la semaine 14 (sans VMC)

suivi du formaldéhyde

Les résultats des concentrations moyennes en formaldéhyde à l'intérieur de la salle de classe avant et après la mise en œuvre de la VMC DF sont représentés sur la figure ci-après.

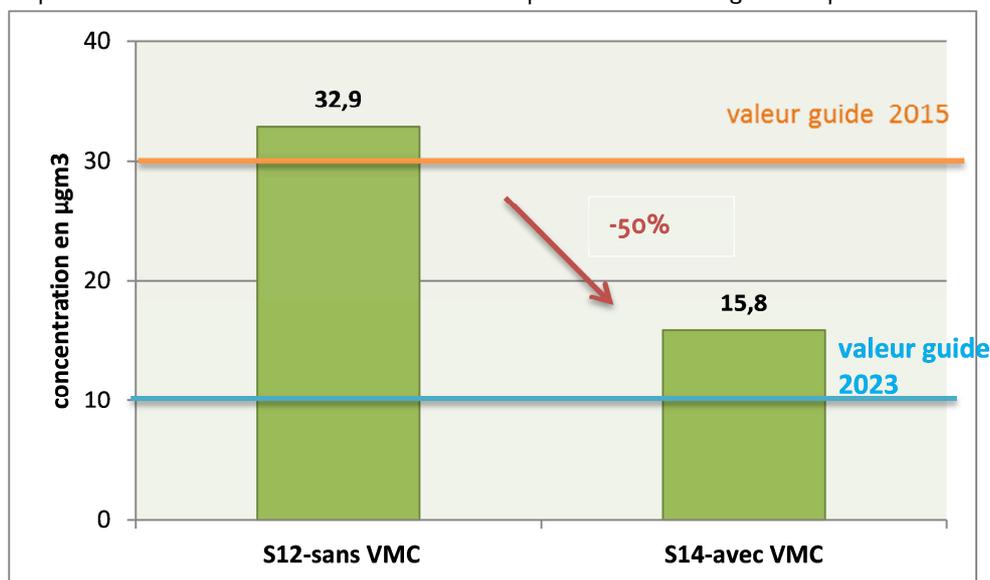


Figure 6 : concentrations moyennes en formaldéhyde lors des deux semaines de mesure

Classé comme polluant prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses), le formaldéhyde présente une concentration moyenne de 32,9 µg/m³ avant mise en œuvre de la VMC DF et de 15,8 µg/m³ après la mise en œuvre de celle-ci.

L'évolution des concentrations moyennes en formaldéhyde montre une diminution d'un facteur 2, indiquant un effet significatif positif de la VMC DF sur le niveau de pollution interne en formaldéhyde.

Avant la mise en place de la VMC, les concentrations moyennes en formaldéhyde étaient comparables aux valeurs moyennes (38,4 µg/m³) enregistrées dans l'étude pilote de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur et dans d'autres études menées par Air pays de la Loire dans des établissements scolaires (étude de 2 établissements scolaires (32,5 µg/m³), étude pilote dans 15 écoles et crèches (jusqu'à 42 µg/m³)). Après la mise en place de la VMC ces teneurs sont devenues inférieures d'un facteur 2 à celles mesurées dans ces autres établissements

comparaison aux valeurs guides air intérieur

Avant la mise en œuvre de la VMC double flux, la concentration moyenne mesurée au sein de la salle de classe dépassait légèrement la valeur guide de 30 µg/m³ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2015. Le niveau moyen est abaissé d'un facteur 2 après fonctionnement de la VMC DF, et il apparaît légèrement supérieur à la valeur guide de 10 µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2023.

Le niveau moyen en formaldéhyde devrait évoluer progressivement vers cette valeur guide de 10 µg/m³ si des matériaux et produits peu émissifs en formaldéhyde (meuble, produits de construction et décoration) étaient introduits dans la salle de classe dans le cadre de travaux de rénovation (aide à la décision p. 21). Il en est de même pour le choix de produits de bricolage et d'entretien peu émissifs en formaldéhyde.

suivi du benzène

Les résultats des concentrations moyennes en benzène dans la salle de classe et à l'extérieur de l'école sont représentés sur la figure 7.

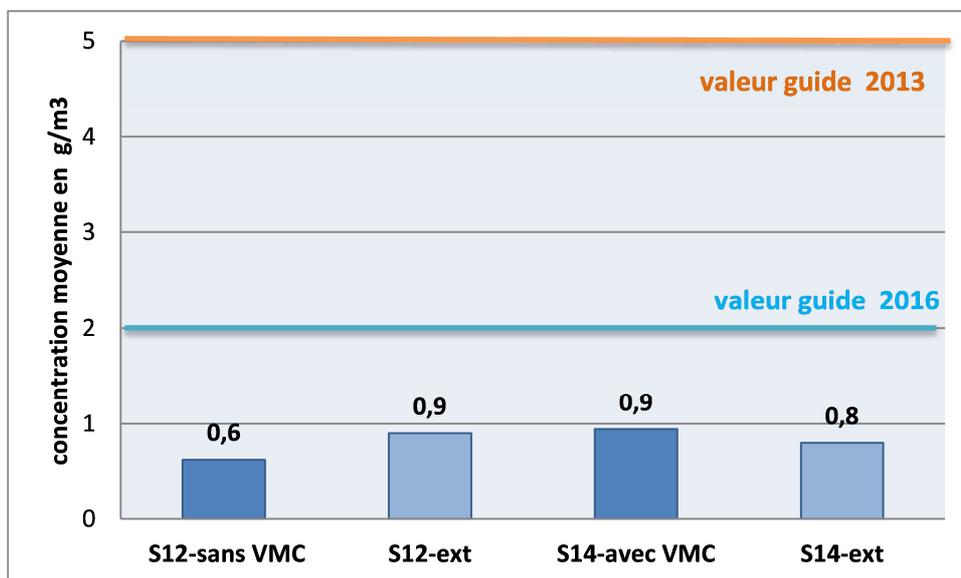


Figure 7 : concentrations moyennes en benzène entre les deux périodes de mesure

La concentration moyenne en benzène est de $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avant mise en œuvre de la VMC DF et de $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ après la mise en œuvre de celle-ci. L'évolution des concentrations moyennes en benzène entre les deux semaines de mesure dans la salle de classe indique une légère augmentation des niveaux entre les deux périodes de mesure. La concentration mesurée en air intérieur lorsque la VMC DF est en fonctionnement est à rapprocher de la concentration mesurée à l'extérieur ($0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ce qui suggère que le benzène de l'air extérieur est insufflé dans le bâtiment de l'école et parvient jusqu'aux salles de classe.

La pollution par le benzène à l'extérieur de l'établissement est imputable au trafic routier du boulevard Rivoli qui peut être relativement important aux heures de pointe.

Ce résultat confirme ceux de l'expérience menée à l'Ecole des Pyramides pendant la campagne pilote montrant que dans les pièces avec la VMC en fonctionnement, des niveaux de benzène plus élevés ont été enregistrés, avec une influence de la concentration extérieure en benzène sur les niveaux intérieurs.

Les concentrations moyennes en benzène sont inférieures aux valeurs moyennes enregistrées dans la campagne pilote de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur ($1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et aux valeurs enregistrées lors des campagnes menées par Air Pays de la Loire dans des établissements scolaires.

comparaison aux valeurs guides air intérieur

Avant et après le fonctionnement de la VMC DF, les concentrations moyennes mesurées au sein la salle de classe sont inférieures d'un facteur 5 la valeur guide de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2013 et de la valeur guide de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2016.

informations du pré-diagnostic

Les informations recueillies par questionnaires portent sur les rénovations ou travaux dans le bâtiment concernant la salle de classe, la présence de système de ventilation, les types de revêtement (sol, murs, plafond), le type de mobilier, les ouvrants (nombre, type). Le tableau suivant résume les principales informations concernant l'école Rivoli.

	Salle de classe
Année de rénovation du bâtiment	Structure modulaire construite en 1970 Isolation extérieure en 1988 Changement des menuiseries en 1990
Système de ventilation	Grilles d'aération et ouverture fenêtres S12 et VMC double Flux S14
Revêtement sol	Sol PVC collé
Revêtement mur	Mur béton avec peinture
Revêtement plafond	Hourdi béton (+ faux plafond pour dortoir)
mobilier	Contre-plaqué mélaminé
Type de menuiserie	Fenêtres PVC, double vitrage avec entrées d'air
Débits VMC mesurés S14	68.4 m ³ /h dans la classe et 67,4 m ³ /h dans le dortoir
Volume des pièces	230 m ³ -salle de classe et 130 m ³ -dortoir
environnement	Présence d'une route dans un rayon de 500 m

Tableau 3 : résumé des questionnaires portant sur le bâtiment

Avant les travaux, l'aération de la pièce se réalisait par des grilles d'aération dans les fenêtres complétées par ouverture de la porte et des fenêtres. Cette salle est reliée à une autre pièce de stockage de l'école par une porte. La salle de classe dispose également d'une étagère où est stocké le matériel de bricolage (photo 4). Ces produits stockés dans la salle peuvent émettre des polluants de type composés organiques volatils dans l'atmosphère de la classe.



Un stockage du matériel de bricolage dans une armoire fermée ou préférentiellement dans une pièce innocuée est conseillé afin de réduire les émissions potentielles dans la salle de classe.

Des émissions secondaires des matériaux de construction (mobilier, revêtements) peuvent se produire suite à l'action de divers facteurs tels que les hautes températures, l'humidité, les traitements sur les matériaux.



Le choix de matériaux et produits de construction et décoration peu émissifs est préconisé (aide à la décision page suivante).



Photo 4 : stockage des produits de bricolage dans la salle de classe

Photo 5 : emploi du temps de la salle de classe

En termes d'activité, la classe de moyenne section (effectif de 22 élèves) occupe la classe de 9h00 à 12h00 (récréation de 30 minutes dans la matinée). L'après-midi, la classe est occupée de 13h20 à 16h30 (réaction de 30 minutes). Le nettoyage des tables et du sol est pratiqué tous les jours à 16h30 avec un produit peu émissif en COV.



La poursuite de l'utilisation de produits peu émissifs en COV est conseillée.

aide à la décision sur le choix des produits de construction et décoration

Compte tenu des niveaux de polluants intérieurs tel que le formaldéhyde mesurés dans l'atmosphère intérieure des salles de classe, il apparaît important de limiter les sources de ces composés lors de la construction de bâtiments, de rénovations ou de réaménagements des intérieurs en choisissant des matériaux de construction, de décoration peu émissifs en COV.

Une revue bibliographique souligne l'importance de la maîtrise des sources d'émission. L'amélioration de la qualité de l'air intérieur passe par un contrôle de l'ensemble de ces sources (produits de construction et de décoration). Des expériences menées dans certains pays (notamment Finlande, Japon et Corée du Sud) montrent que les actions volontaires (labels) ou réglementaires combinant une approche de maîtrise des sources (choix de produits à faibles émissions) se traduit par une amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur dans le parc de bâtiments [13]. Une information sur les émissions des produits est maintenant disponible en France grâce à de nouveaux outils.

contexte réglementaire : étiquetage obligatoire des produits de construction

La lutte contre la pollution de l'air intérieur et extérieur est un des objectifs affichés de la loi n° 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et du PNSE 2. L'article 40 de la loi propose : « En ce qui concerne l'air intérieur, il est prévu de soumettre les produits de construction et d'ameublement ainsi que les revêtements muraux et de sol, les peintures et vernis et l'ensemble des produits ayant pour objet ou pour effet d'émettre des substances dans l'air ambiant à un étiquetage obligatoire à partir du 1^{er} janvier 2012, notamment sur leurs émissions et contenus en polluants volatils, et d'interdire dans ces produits les substances classées cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégories 1 et 2 (CMR 1 et CMR 2) au sens de la réglementation européenne».

L'article 180 de **la loi Grenelle 2** précise au niveau de l'Article L. 221-10 : « Les produits de construction et d'ameublement ainsi que les revêtements muraux et de sol, les peintures et vernis qui émettent des substances dans l'air ambiant sont soumis à une obligation d'étiquetage des polluants volatils à partir du 1^{er} janvier 2012 », traduit au niveau du **Décret 2011-321 du 23 mars 2011** relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Ce décret impose aux fabricants, importateurs, distributeurs de produits de construction et de décoration, entreprises de construction, acheteurs de tels produits, d'indiquer sur une étiquette placée sur le produit, ses caractéristiques d'émission en substances volatiles polluantes. Cette obligation est entrée en vigueur :

- pour les produits mis à disposition sur le marché à compter du 1^{er} janvier 2012 : 1^{er} janvier 2012 ;
- pour les produits mis à disposition sur le marché avant le 1^{er} janvier 2012 : 1^{er} septembre 2013.

Il s'agit d'une auto-déclaration du fabricant, qui est responsable de l'exactitude des informations mentionnées sur l'étiquette. Les modalités de présentation de l'étiquette et les substances polluantes concernées sont précisées dans un **Arrêté du 19 avril 2011** relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Les produits concernés par cette nouvelle réglementation sont les produits de construction ou de revêtements de parois amenés à être utilisés à l'intérieur des locaux, ainsi que les produits utilisés pour leur incorporation ou leur application.

- Cloisons et faux-plafonds
- Revêtement sol, mur et plafond ;
- Produits d'isolation ;
- Portes et fenêtres ;
- Produits destinés à la pose ou à la préparation des produits ci-dessus (colles, joints).

Les polluants visés sont ceux rencontrés le plus fréquemment dans les logements, à savoir le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, le toluène, le tétrachloroéthylène, le xylène, le triméthylbenzène, le dichlorobenzène, l'éthylbenzène, le butoxyéthanol, le styrène, ainsi que la mesure des composés organiques volatils totaux (COVT).

Le niveau d'émission pour chaque polluant fait l'objet d'un classement allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions), selon le principe déjà utilisé pour l'électro-ménager ou les véhicules.

Un classement des produits est réalisé selon 4 lettres (figure 17) qui suivent des seuils limites des concentrations exprimées en µg/m³. Au final, le produit est classé par une lettre caractérisant les émissions globales, tous polluants confondus.

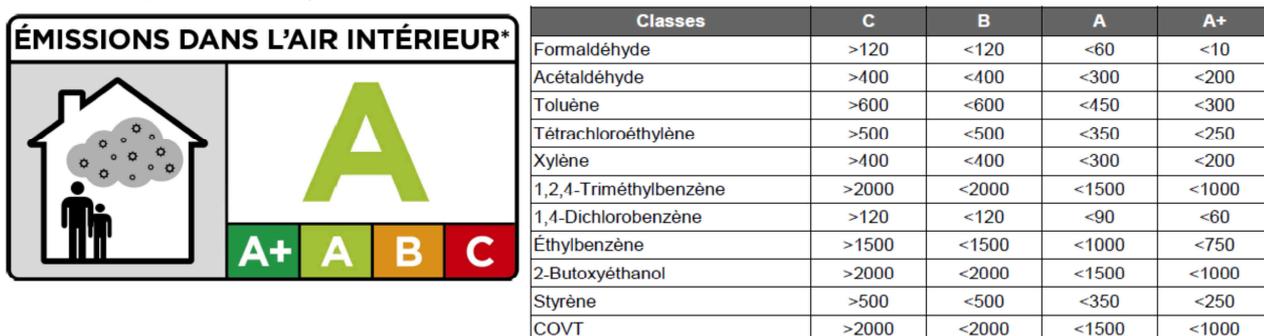


Figure 8 : étiquette apposée sur les produits de construction en 2012 et tableau de classement en catégories de concentrations

Grâce à cet étiquetage, les utilisateurs disposeront désormais d'une information sur les émissions pouvant constituer un nouveau critère de sélection, en fonction des besoins d'usage. Les produits les plus performants seront ainsi mis en valeur avec des effets bénéfiques attendus en matière d'innovation et une amélioration à terme de la qualité des produits disponibles sur le marché.

Les prescripteurs (collectivités notamment) pourront prendre en compte la qualité de l'air intérieur comme critère dans leurs appels d'offre pour la construction de nouveaux bâtiments ou la rénovation des bâtiments existants.

informations sur les produits

Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES)

La Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES), est un outil regroupant des informations structurées sur les performances environnementales et sanitaires des produits de construction.

Elle concerne tous les produits intégrés durablement dans le bâtiment et elle est établie sous la responsabilité d'un fabricant ou d'un syndicat professionnel. La FDES est élaborée selon la norme NF P01-010 qui définit les bases communes permettant de délivrer et de lire les informations multicritères objectives, quantitatives et qualitatives suivantes :

- des informations issues d'un bilan environnemental sur l'ensemble du cycle de vie du produit pour évaluer les impacts potentiels sur l'environnement lors des phases de fabrication, de transport, de mise en œuvre, de vie en œuvre et de fin de vie. Cette méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux, exigée par la norme NF P01-010, est appelée Analyse de Cycle de Vie (ACV) ;
- des informations utiles sur la contribution du produit à l'évaluation des risques sanitaires liés notamment aux émissions de substances dangereuses (COV, radon et rayonnements, etc.) et à l'évaluation de la qualité sanitaire de l'eau (aptitude au contact de l'eau potable, etc.) à l'intérieur du bâtiment. Ces informations sanitaires ne résultent pas d'une ACV mais proviennent d'études ou d'essais en laboratoires ;
- des informations utiles sur la contribution du produit à la qualité de vie et au confort d'usage : confort hygrothermique, confort acoustique.

754 fiches FDES couvrant 5000 produits du marché sont disponibles sur la base de données INIES : www.inies.fr.

INIES est la base de données publique et nationale de référence des FDES élaborées et mises en ligne à l'initiative volontaire des industriels. Son fonctionnement est régi par un Protocole signé, à ce jour, par les ministères en charge de l'écologie, de l'Industrie, de la Santé, et de la Culture ainsi que par l'ADEME, l'AIMCC, l'ANAH, la CAPEB, le CNOA, le CSTB, la FFB, l'association HQE l'association Qualitel et l'USH. Sa gouvernance est assurée par un Conseil de Surveillance (l'éthique et déontologie de fonctionnement de la base INIES) et un Comité Technique (veille et mise à jour de la base).

Cette base en plein développement, a vocation à devenir un outil d'aide à la décision des prescripteurs dans leurs choix de produits de construction, qu'ils soient issus du monde professionnel ou du grand public.

Labels et certificats européens

Il est aussi possible d'obtenir des informations sur les produits de construction au travers des exigences des labels européens. Pour chaque renseignement apporté par le fabricant sur un produit, les certificats et labels associés attestant de la conformité des performances. Le tableau ci-dessous résume les critères d'attribution des différents labels.

NOM	M1	ICL	GEV-EMICODE	GUT	AgBB
Produits	Produits de construction et de décoration	Produits de construction et de décoration	Produits de mise en œuvre des revêtements de sol	Revêtement de sols textiles	Certains types de revêtement de sol
Origine	Finlande	Danemark	Allemagne	Allemagne	Allemagne
Statut	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Réglementaire
Durée de l'essai	28 jours	Temps nécessaire pour COV < seuil odeur ou irritation	10 jours	3 jours	28 jours
Mesure d'odeur	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Limite COV totaux	200 µg/m ³	Limite COV individuels /seuil odeur ou irritation	100 à 500 µg/m ³ selon type de produits	300 µg/m ³	1000 µg/m ³
Limite Formaldéhyde	50 µg/m ³	Limite /seuil odeur ou irritation	50 µg/m ³	10 µg/m ³	Non
Limite CMR	C1 (IARC) < 5 µg/m ³	C1 < limite de détection	5 composés cibles	C1, C2 < limite de détection	C1 + C2 < Limite de détection
Source	www.rts.fi/englis h.htm	www.indeklimamae rket.dk	www.emicode.de	www.gut-ev.de	www.umweltbundesamt.de/building-products/agbb.htm

Tableau 4 : labels européens pour les produits de construction

Information sur matériaux en bois peu émissifs

Une source importante de formaldéhyde dans l'air intérieur des bâtiments provient des panneaux de particules et autres dérivés du bois qui utilisent dans leur fabrication des colles thermodurcissables à base de formol. Depuis 2002, une norme E1 (NF EN 717-1) impose des teneurs inférieures ou égales à 8 mg de formaldéhyde pour 100 g de matériau, ce qui correspond à des émissions maximales de 0,124 mg par mètre cube d'air. La plupart des grands fabricants proposent aujourd'hui des produits de classe E1, et même avec des teneurs plus faibles.

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement 1 et 2, un projet d'étiquetage obligatoire des produits d'ameublement est à l'étude.

L'information disponible sur les produits (FDES, labels européens, normes E1) et la nouvelle réglementation sur l'étiquetage obligatoire des produits de construction sont autant d'outils permettant d'aider les gestionnaires de bâtiments dans le choix de matériaux peu émissifs, ce qui contribuera à préserver à terme une bonne qualité de l'air intérieur.

conclusions et perspectives

Cette étude sur la qualité de l'air intérieur dans l'école Rivoli avant et après la mise en œuvre d'une ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC DF) a mis en évidence :

- une diminution du niveau de confinement de 30 % dans la salle de classe et de 25 % dans un dortoir. Le système de ventilation a donc assuré un meilleur renouvellement de l'air dans ces deux pièces. Le confinement moyen ne dépasse pas le seuil de 1 300 ppm fixé par le règlement sanitaire départemental (RSD) ;
- une diminution des concentrations moyennes en formaldéhyde d'un facteur 2. Le système de ventilation a provoqué une baisse significative du niveau de pollution interne en formaldéhyde qui était à l'origine supérieur à la valeur guide 2015.
- la pollution au formaldéhyde reste néanmoins légèrement au-dessus à la valeur guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à compter du 1^{er} janvier 2023. Cette valeur guide pourrait être respectée si des matériaux et produits peu émissifs en formaldéhyde (mobilier, produits de construction et décoration) étaient introduits dans la salle de classe dans le cadre de travaux de rénovation. L'étiquetage réglementaire des produits de construction apporte dans ce cadre une information lisible des concentrations moyennes en benzène en dessous de la valeur guide de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2013 et de la valeur guide de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme à compter du 1^{er} janvier 2016.

Une légère augmentation des teneurs en benzène est observée, situation liée à un transfert favorisé de l'air extérieur vers l'intérieur des salles après mise en place de la VMC. La qualité de l'air extérieur en benzène est influencée par le trafic routier sur le boulevard Rivoli.

Cette étude valide donc la pertinence de la mise en place du système de ventilation double flux du point de vue de l'amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur sur les paramètres confinement et pollution au formaldéhyde. Une vigilance doit néanmoins s'opérer sur la qualité de l'air extérieur utilisé par ce système en gardant à l'esprit que la pollution extérieure en benzène reste modérée.

Par ailleurs, la salle de classe étudiée dispose d'une étagère où est stocké le matériel de bricolage, potentiellement émetteur de polluants. Dans ces conditions, un stockage de ce matériel dans une armoire fermée ou préférentiellement dans une pièce inoccupée est conseillé.

perspectives

Après avoir développé son expertise en matière de surveillance des environnements intérieurs (écoles, crèches, parkings, aéroport), Air Pays a mené en 2011 une étude exploratoire relative à la **quantification des émissions** de formaldéhyde par le mobilier et les produits de construction et de décoration. L'école Rivoli pourrait aussi faire l'objet d'une étude équivalente afin de mieux identifier les sources émissives.

Cette identification des sources à l'origine de la pollution en formaldéhyde dans les établissements scolaires est une base d'informations précieuse pour les gestionnaires des établissements. Outre des travaux conséquents visant la substitution d'éléments du bâti par des matériaux moins émissifs, travaux à prévoir dans le cadre de rénovations, il s'avère que dans certains cas, le retrait de certains éléments du mobilier ou de décoration peut être une mesure simple et efficace pour diminuer les niveaux de pollution en air intérieur.

annexes

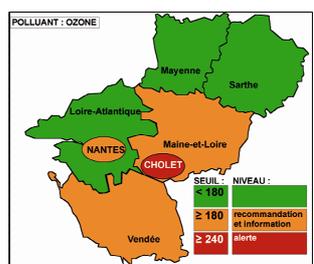
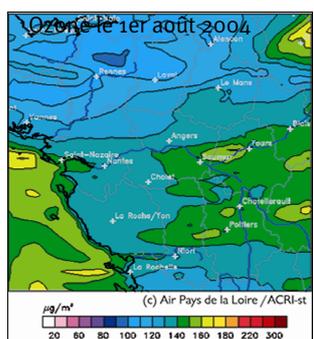
- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : effet sanitaire des polluants de l'air intérieur
- annexe 3 : valeurs de référence de l'air intérieur 2012
- annexe 4 : seuils de qualité de l'air 2012

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 l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie 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



informer pour prévenir



l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine 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, airpl.lab 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 sa plateforme IRIS.

pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques et aux médias. 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 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...

des publications largement diffusées

Tous les trois mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin trimestriel d'information *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

annexe 2 : effets sanitaires des polluants de l'air intérieur

formaldéhyde

Le formaldéhyde et l'acétaldéhyde font partie des substances hautement prioritaires dans le cadre de la hiérarchisation sanitaire des polluants selon l'OQAI et des substances jugées prioritaires pour l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses).

Le formaldéhyde est l'aldéhyde le plus fréquemment retrouvé en air intérieur. C'est un irritant des muqueuses provoquant sécheresse et douleur au niveau des yeux, du nez et de la bouche. Cette irritation apparaît à des concentrations supérieures à 100 µg/m³, concentrations toutefois rarement observées.

Le formaldéhyde est classé cancérigène de catégorie 1 (cancérogène certain) par le CIRC⁶ depuis 2004 sur la base des données observées sur les cancers du nasopharynx. Cependant, l'Anses précise que "le risque pour la population générale de développer un cancer du nasopharynx suite à l'inhalation du formaldéhyde seul semble négligeable au vu des niveaux mesurés actuellement dans l'air".

L'Anses a publié en 2008 une évaluation des risques sanitaires liés au formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieur :

L'avis de l'Anses se base pour les aspects scientifiques sur les rapports finaux issus d'une expertise collective :

- un rapport Anses « Toxicité du formaldéhyde. État des connaissances sur la caractérisation des dangers et choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) » rédigé par le groupe de travail « Formaldéhyde » ;
- « évaluation des risques sanitaires liés aux expositions de la population française au formaldéhyde dans l'air » rédigé par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris).

L'expertise a suivi la démarche méthodologique pour une évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition pour la population générale, comprenant les étapes d'identification des dangers, caractérisation des relations dose-effet, quantification de l'exposition et caractérisation des risques sanitaires.

Suite à une expertise collective, l'Agence a mis en évidence les points suivants :

- une exposition aiguë au formaldéhyde liée à l'utilisation normale de produits de consommation courantes (produits nettoyants,...), peut conduire à des irritations oculaires et nasales, qu'il s'agisse d'expositions au formaldéhyde émis ou formé secondairement (conclusions valables pour les produits testés dans le cadre de l'étude).
- lors d'exposition chronique au formaldéhyde, dans les environnements intérieurs :
 - la majorité de la population française est exposée à un risque de survenue d'irritations oculaires et nasales liées à la présence de formaldéhyde dans le logement. Les mesures d'exposition réalisées attestent d'un dépassement des VTR chroniques protégeant de ces irritations. La fréquence de survenue et la sévérité des effets irritants restent inconnues ;
 - l'exposition des enfants dans les crèches ou écoles doit être prise en compte. Même si ces lieux considérés individuellement ne conduisent pas à mettre en évidence un risque, ils contribuent à l'exposition cumulée au formaldéhyde dans une journée ;
 - pour les bureaux et les lieux de loisir, les données disponibles ne montrent pas un dépassement de la VTR. Toutefois, certains lieux peuvent contribuer à l'exposition au formaldéhyde de la population qui les fréquente régulièrement et ne doivent pas être exclus ;
 - concernant le risque cancérigène, malgré la méconnaissance de la relation dose-réponse, les concentrations maximales estimées restent largement inférieures aux seuils mentionnés dans la littérature considérée comme protecteurs de l'apparition du cancer du nasopharynx. Le risque pour la population générale de développer un cancer du nasopharynx suite à l'inhalation de formaldéhyde seul semble négligeable au vu des niveaux de concentration mesurés actuellement dans l'air. Toutefois, l'effet combiné du formaldéhyde à d'autres composés n'a pas été étudié.

Autre aldéhyde pouvant être mesuré en air intérieur, l'acétaldéhyde est classé cancérigène possible pour l'homme par le CIRC.

⁶ Institut international de recherche sur le cancer

le benzène

Une exposition aiguë ou chronique au benzène est susceptible d'entraîner des effets néfastes sur la santé humaine. Les effets critiques observés liés aux expositions les plus faibles sont des effets hématologiques (maladie sanguine) : toxicité sur les lymphocytes lors d'expositions aiguës ou intermédiaires (jusqu'à une année), diminution du nombre de cellules sanguines, anémie et leucémie dans le cas d'exposition chronique. Les données disponibles sont en faveur d'une relation causale entre exposition au benzène et apparition de leucémies, lors d'expositions professionnelles.

paramètre de confinement

Le dioxyde de carbone (CO₂) provient principalement de la respiration mais peut également être produit par une combustion incomplète. En l'absence de source de combustion, une teneur de CO₂ supérieure à 1000 ppm est considérée comme une valeur indicatrice de confinement et de ventilation inadéquate. La limite de concentration de 1000 ppm de CO₂ à ne pas dépasser est couramment admise pour définir les débits de renouvellement d'air réglementaires selon le règlement sanitaire départemental type (RSDT).

Différents symptômes ont été associés à une concentration de CO₂ élevée : des maux de tête et une baisse de concentration ont été signalés à partir d'une teneur de 1000 ppm environ dans l'air.

paramètres de confort

La température et l'humidité relative font partie des paramètres de confort. L'humidité et la chaleur générées par la respiration peuvent augmenter une sensation d'inconfort dans des lieux clos. La zone de confort optimale se situe entre 18 et 25°C pour la température et entre 35 et 70 % pour l'humidité relative [2]. Bien que ces zones de confort théoriques ont été déterminées, les plages de confort ne sont pas les mêmes pour tous. Les personnes âgées et les jeunes enfants sont plus sensibles aux températures froides et aux vagues de chaleur que les adultes.

Ces paramètres sont à l'origine de l'apparition de polluants (notamment prolifération des acariens et des moisissures), dont les effets sur le bâti et ses occupants peuvent être néfastes.

Une humidité relative supérieure à 70 % peut favoriser les symptômes suivants :

- allergies respiratoires (asthme, rhinites, bronchites, pneumonies d'hypersensibilité) ;
- irritations de la peau, des yeux ;
- symptômes respiratoires (toux, irritation du nez et de la gorge, écoulement nasal, éternuements, difficultés respiratoires, douleurs thoraciques) ;
- effets généraux (fièvre, maux de tête, fatigue, déficience immunitaire).

annexe 3 : valeurs de référence de l'air intérieur 2012

Décret no 2011-1727	Formaldéhyde	<ul style="list-style-type: none"> • 30 µg.m⁻³ pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2015 ; • 10 µg/m³ pour une exposition de longue à compter du 1er janvier 2023.
	Benzène	<ul style="list-style-type: none"> • 5 µg.m⁻³ pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2013 ; • 2 µg/m³ pour une exposition de longue à compter du 1er janvier 2016.
ANSES	Formaldéhyde	<p>VGAI court terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 µg.m⁻³: pour une exposition de 2 heures <p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 µg.m⁻³ pour une exposition supérieure à un an
	Benzène	<p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg.m⁻³ pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an. • 2 µg.m⁻³: valeur pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵. • 0,2 µg.m⁻³ pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10⁻⁶. <p>VGAI intermédiaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 µg.m⁻³ en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène (8 heures). <p>VGAI court terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 µg.m⁻³ en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène.
HCSP	Formaldéhyde	<p>• Valeurs de gestion</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg.m⁻³: valeur cible à atteindre en 2023 pour une exposition de longue durée • 30 µg.m⁻³: valeur cible à atteindre en 2015 pour une exposition de longue durée
	Benzène	<p>• Valeurs de gestion</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 µg.m⁻³: valeur cible à atteindre en 2016 pour une exposition de longue durée • 5 µg.m⁻³: valeur cible à atteindre en 2013 pour une exposition de longue durée
OMS	Toluène	<p>• Valeur Guide (OMS) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 260 µg/m³ (moyenne sur une semaine).
	Particules	<p>• Valeurs de gestion (OMS) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • PM_{2,5}: 25 µg.m⁻³ sur 24 heures, 10 µg.m⁻³ sur le long terme • PM₁₀: 50 µg.m⁻³ sur 24 heures, 20 µg.m⁻³ sur le long terme

Sources : (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Haut Conseil de la Santé Publique, Règlement Sanitaire Départemental, Organisation Mondiale de la Santé)

Valeur guide (Décret n° 2011-1727):
niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné

Valeur guide (Anses):
concentration dans l'air d'une substance chimique, associée à un temps d'exposition, en dessous de laquelle aucun effet sanitaire n'est en principe attendu pour la population.

Valeur repère :
valeur en dessous de laquelle il n'y a pas d'action spécifique à engager à court terme. Elle peut être considérée comme la teneur maximale acceptable pour une bonne qualité de l'air vis-à-vis du polluant considéré dans les conditions d'occupation régulière d'un local.

annexe 4: seuils de qualité de l'air 2012

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone	Dioxyde d'azote	Oxydes d'azote	Poussières (PM10)	Poussières (PM2.5)	Plomb	Benzène	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Arsenic	Cadmium	Nickel	Benzo(a)pyrène
décret 2010-1250 du 21/10/2010														
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40	30 ⁽³⁾	40	27 ⁽²⁾	0,5	5	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽³⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽³⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240 ⁽⁷⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽⁸⁾ 200 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽⁸⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	50 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ^{(3) (12)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ^{(1) (13)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006 ⁽⁶⁾	0,005 ⁽⁶⁾	0,02 ⁽¹⁵⁾	0,001 ⁽¹⁵⁾
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) pour la protection de la végétation
- (2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2012 : 2 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)
- (3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
- (4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
- (5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)
- (6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
- (7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire
- (8) dépassé pendant 3h consécutives

- (9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
- (10) à compter du 1^{er} janvier 2012
- (11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
- (12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
- (13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
- (14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
- (15) à compter du 31 décembre 2012

valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

valeur cible : niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

bibliographie

- [1] ANSES (2007) - Valeurs Guide de qualité d'Air Intérieur - Document cadre et éléments méthodologiques (juillet 2007).
- [2] ANSES (2007) - Valeurs guides de la qualité de l'air intérieur - le formaldéhyde. (juillet 2007)
Avis de l'ANSES relatif à la proposition de valeur guide de l'air intérieur pour le formaldéhyde. Auto-saisine ANSES (2004).
- [3] ANSES (2006) - Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs (mai 2008).
- [4] ANSES (2008) - Valeurs guides de la qualité de l'air intérieur - Le benzène (mai 2008)
Avis de l'ANSES relatif à la proposition de valeur guide de l'air intérieur pour le benzène. Auto-saisine ANSES (2004).
- [5] Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2004) - Campagne pilote : 90 logements et 9 écoles - Rapport final.
- [6] Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires nantais, septembre 2008-juillet 2009. Air Pays de la Loire.
- [7] Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans 4 lycées de la région des Pays de la Loire, mars 2010-juin 2010- Air Pays de la Loire.
- [8] Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans 15 écoles et crèches des Pays de la Loire, 1^{ère} phase de la campagne pilote nationale de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches ; novembre 2011.

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
COV	composés organiques volatils
CO ₂	dioxyde de carbone
Medde	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
OMS	Organisation mondiale de la santé
VMC df	ventilation mécanique contrôlée double flux
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)

airpays de la loire

7, allée Pierre de Fermat – 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

