



# évaluation de la qualité de l'air intérieur

dans une maison de Mesnard la Barotière  
avant et après travaux de rénovation

janvier 2013 – rapport intermédiaire



# sommaire

<b>synthèse</b> .....	<b>1</b>
<b>introduction</b> .....	<b>6</b>
<b>Air intérieur : polluants prioritaires, valeurs de gestion, niveaux de pollution mesurés</b> .....	<b>7</b>
les polluants prioritaires à surveiller .....	7
les valeurs guides et de gestion .....	8
Les niveaux de pollution déjà mesurés dans des logements.....	8
<b>méthodologie</b> .....	<b>10</b>
objectif de la campagne.....	10
dispositif de mesure .....	10
périodes de mesure .....	11
<b>les résultats</b> .....	<b>12</b>
suivi des paramètres de confort et de confinement .....	13
suivi des aldéhydes .....	15
suivi des BTEX .....	16
informations du questionnaire- pré-diagnostic.....	17
aide à la décision sur le choix des produits de construction et décoration .....	18
<b>conclusions et perspectives</b> .....	<b>21</b>
<b>annexes</b> .....	<b>22</b>
annexe 1 : Air Pays de la Loire .....	23
annexe 2 : sources de polluants mesurés.....	24
annexe 3 : effets sanitaires des polluants de l'air intérieur .....	25
annexe 4 : valeurs de référence de l'air intérieur 2012 .....	27
<b>bibliographie</b> .....	<b>28</b>
<b>glossaire</b> .....	<b>29</b>
abréviations .....	29

## contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Laurence Böhm, Mise en page : Bérange 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](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.

## remerciements

Air Pays de la Loire remercie M. Soullard de la Communauté de Communes du Pays des Herbiers de l'avoir sollicité pour réaliser cette étude d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans la maison de Mesnard La Barotière.

# synthèse

## contexte → une demande de la collectivité

Après une étude réalisée en 2010 et 2011 dans la maison éco-performante, dont le but était de vérifier que le mode constructif de cette maison assurait une meilleure qualité sanitaire du bâtiment, la Communauté de Communes du Pays des Herbiers a de nouveau sollicité Air Pays de la Loire pour faire des mesures de l'air intérieur dans une maison à Mesnard la Barotière avant et après travaux de rénovation.

## objectifs → évaluation de la qualité de l'air et préconisations relatives aux matériaux de rénovation

L'objectif de la campagne est d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans deux pièces de la maison avant et après sa rénovation, afin d'évaluer l'impact des travaux de rénovation sur la qualité de l'air intérieur. Des préconisations relatives au choix des matériaux de rénovation et pour le futur mobilier sont également fournies.

## moyens → des mesures de polluants prioritaires et de confinement

Deux groupes de mesure des composés organiques volatils (COV) sont surveillés : les aldéhydes<sup>1</sup> et les BTEX<sup>2</sup>, dont le formaldéhyde et le benzène, polluants dont la surveillance est considérée comme étant prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (ANSES).

Un suivi complémentaire du dioxyde de carbone indicateur de confinement, de la température et de l'humidité relative par un appareil enregistreur est également effectué dans les deux pièces de la maison.

Les mesures sont réalisées sur une durée d'une semaine en présence des locataires **avant les travaux (juillet 2012) et une semaine après les travaux (période 2 en 2013)** au niveau de deux pièces de la maison (pièce de vie, chambre). Ce rapport présente les résultats obtenus lors de la campagne de mesure menée en juillet 2012.

---

<sup>1</sup> Formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal.

<sup>2</sup> Benzène, toluène, éthylbenzène, méta-ortho-paraxylène

## résultats → un niveau moyen de confinement faible et des teneurs en aldéhyde et BTEX non négligeables

### des niveaux de température et humidité relative situés dans la zone de confort

Sachant que la zone optimale de confort se situe entre 18 et 25°C pour la température et 35 et 70 % pour l'humidité relative, les paramètres enregistrés dans les deux pièces de la maison se situent dans cette zone optimale de confort.

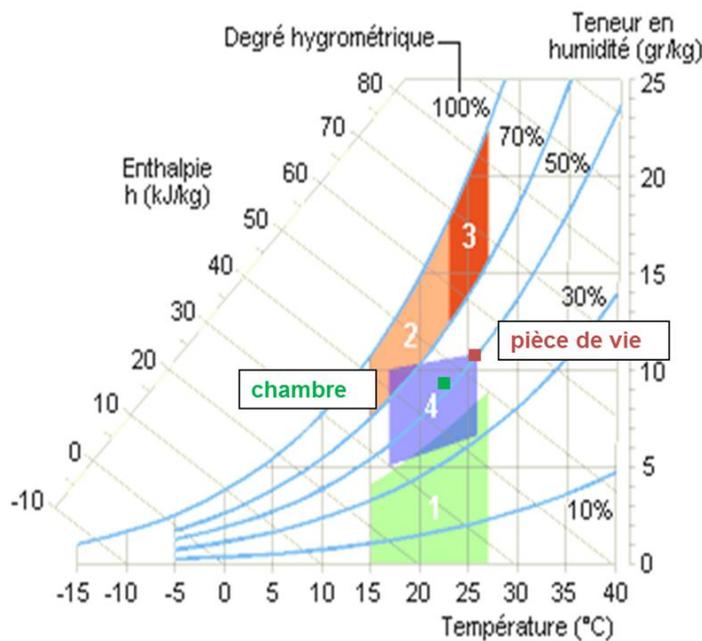
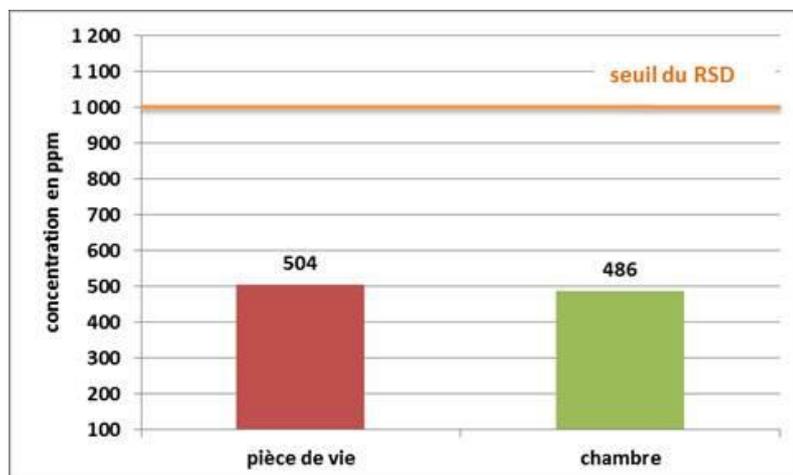


Diagramme de confort hygrothermique (ISELT P., ARNDT U., CAUCHEPIN J.L., Manuel de l'humidification de l'air, 1997 - 240 p., Paris)

### un niveau moyen de confinement faible dans les deux pièces

Témoin du confinement, la mesure du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) 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 1000 ppm avec une tolérance à 1300 ppm dans les lieux où il est interdit de fumer.

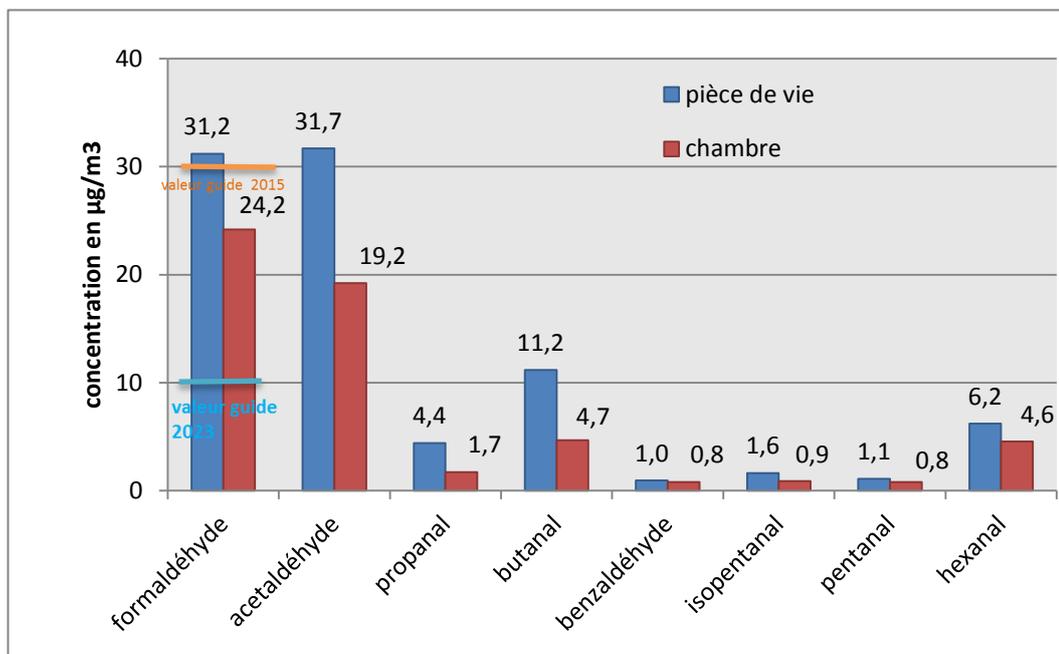
Les concentrations moyennes enregistrées dans les deux pièces indiquent un faible niveau de confinement deux fois plus faible que le seuil préconisé par le RSD.



Concentrations moyennes en dioxyde de carbone dans les deux pièces

## des teneurs en formaldéhyde proche de la valeur guide de 30 µg/m<sup>3</sup> dans la pièce de vie

Les résultats des concentrations moyennes en aldéhydes à l'intérieur des deux pièces sont représentés sur la figure ci-après. Le niveau moyen en aldéhydes est supérieur dans la pièce de vie comparé à celui mesuré dans la chambre. La pièce de vie est en effet plus exposée aux activités humaines (tabagisme, désodorisant, cuisine) et par conséquent aux sources de pollution.



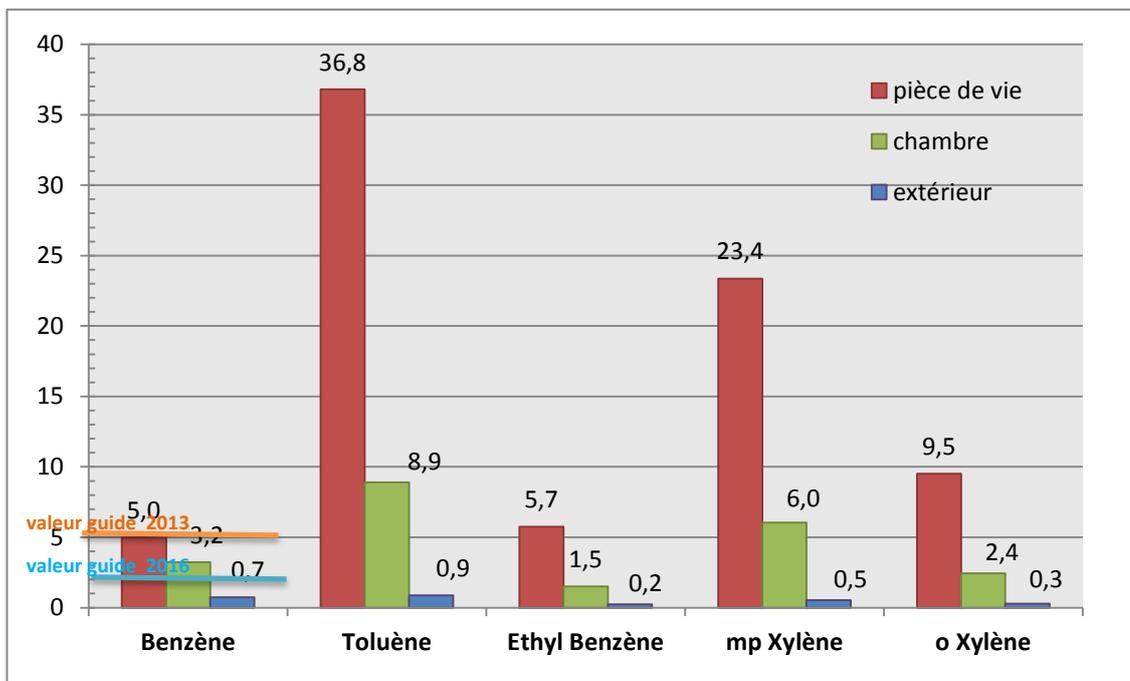
Concentrations moyennes en aldéhydes mesurées dans les deux pièces

Le formaldéhyde présente une concentration moyenne de 31,2 µg/m<sup>3</sup> dans la pièce de vie et de 24,2 µg/m<sup>3</sup> dans la chambre avant travaux. La concentration mesurée au sein de la pièce de vie dépasse légèrement la valeur guide de 30 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 et est 3 fois supérieure à la valeur guide de 10 µg/m<sup>3</sup> à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023. Cette dernière valeur guide est également dépassée dans la chambre.

Dans la maison de Mesnard la Barotière, le niveau moyen en formaldéhyde est supérieur aux concentrations mesurées dans la maison éco-performante des Herbiers après livraison (20,3 µg/m<sup>3</sup> dans la pièce de vie et 17 µg/m<sup>3</sup> dans la chambre). Ce niveau mesuré s'explique par la pratique du tabagisme dans la maison de Mesnard la Barotière.

## des teneurs en benzène au niveau de la valeur repère dans la pièce de vie

Les niveaux moyens en BTEX mesurés dans la pièce de vie sont supérieurs d'un facteur 2 à 4 comparés à ceux mesurés dans la chambre (cf. figure suivante), cette pièce étant davantage exposée aux activités humaines, sources de pollution intérieure (tabagisme dans pièce de vie, désodorisant). Les niveaux extérieurs mesurés sont très faibles indiquant un moindre niveau de pollution d'origine extérieure.



Concentrations moyennes en BTEX mesurés dans les deux pièces et à l'extérieur

Le benzène est classé comme polluant prioritaire et bénéficie de valeurs guides qui servent de valeurs de référence pour cette étude. La concentration moyenne en benzène est de 5 µg/m<sup>3</sup> dans la pièce de vie et de 3,2 µg/m<sup>3</sup> dans la chambre avant travaux. Le niveau moyen en benzène dans la chambre est égal à la valeur guide de 5 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme (à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013). Cette situation n'est pas complètement favorable et peut être expliquée par le tabagisme pratiqué dans cette pièce et par l'utilisation de déodorants, émetteurs de COV.

Les concentrations moyennes mesurées dans les deux pièces sont supérieures à la valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016.

## conclusions et perspectives

Cette étude sur la qualité de l'air intérieur dans la maison de Mesnard la Barotière, avant les travaux de rénovation a mis en évidence :

- un niveau de confinement peu important dans les deux pièces de la maison. Le confinement moyen ne dépasse pas le seuil de 1 000 ppm fixé par le règlement sanitaire départemental (RSD) ;
- des concentrations moyennes en aldéhydes et BTEX plus importants dans la pièce de vie en lien avec des activités, sources de pollution intérieure (tabagisme, désodorisant, cuisine).
- la concentration moyenne en formaldéhyde mesurée au sein de la pièce de vie dépasse légèrement la valeur guide de 30 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 et donc supérieure à la valeur guide de 10 µg/m<sup>3</sup> à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023. L'arrêt du tabagisme dans la pièce de vie permettrait un abaissement du niveau de formaldéhyde mesuré. Un élément favorable serait également de choisir des matériaux et produits peu émissifs en COV pour la rénovation et pour le futur mobilier.
- la concentration moyenne en benzène mesurée dans la pièce de vie est égale à la valeur guide de 5 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013 et est supérieure à la valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016.
- cette étude montre la présence non négligeable de polluants intérieurs en particulier dans la pièce de vie et confirment à nouveau que le comportement humain constitue un facteur important pour le maintien d'une bonne qualité de l'air dans les habitations.
- la mise en place d'un système de ventilation associée à l'introduction de matériaux de construction peu émissifs devrait réduire ces niveaux de polluants lors de la prochaine campagne de mesure prévue après les travaux de rénovation. Une vigilance doit en plus s'opérer sur l'activité de tabagisme et d'utilisation de désodorisants afin de ne pas altérer la qualité de l'air.

Une seconde période de mesure selon le même protocole sera réalisée en 2013 après la rénovation de l'habitation. La comparaison des niveaux après et avant rénovation permettra d'évaluer l'impact des travaux de rénovation sur la qualité de l'air intérieur.

A plus long terme, il serait utile de poursuivre ce suivi de la qualité de l'air intérieur dans la maison afin de voir l'évolution temporelle des niveaux de COV, plusieurs mois après rénovation. Dans le projet d'étude PREBAT (Programme de Recherche sur l'Energie dans le BATiment) sur le suivi des bâtiments BBC, il est recommandé d'assurer un suivi de la qualité de l'air à la livraison du bâtiment 6 mois puis un an après la livraison. L'application du protocole de mesure du projet PREBAT [8] appliqué à la maison pourrait également élargir le panel des mesures : particules, moisissures, COV élargis.

Enfin, après avoir développé son expertise en matière de surveillance des environnements intérieurs (écoles, crèches, parkings, aérogare), Air Pays de la Loire 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. La maison de Mesnard la Barotière pourrait aussi faire l'objet d'une étude équivalente afin de mieux identifier les sources émissives de formaldéhyde dans les 2 pièces.

# introduction

**A**près une étude réalisée en 2010 et 2011 dans la maison éco-performante, dont le but était de vérifier que le mode constructif de cette maison assurait une meilleure qualité sanitaire du bâtiment, la Communauté de Communes du Pays des Herbiers a de nouveau sollicité Air Pays de la Loire pour faire des mesures de l'air intérieur dans une maison à Mesnard la Barotière avant et après travaux de rénovation.

L'objectif de l'étude est

- **d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans deux pièces de la maison avant et après sa rénovation**, afin d'évaluer l'impact des travaux de rénovation sur la qualité de l'air intérieur.
- **de fournir des éléments d'aide à la décision sur le choix des produits de construction et décoration à destination des gestionnaires.**

Le présent rapport présente les résultats obtenus lors de la première campagne de mesure réalisée avant le début des travaux de rénovation.

# 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 substances chimiques 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 intérieur.

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 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 :

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

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<sup>-3</sup> et pour le benzène 10 µg.m<sup>-3</sup>.**

## les niveaux de pollution déjà mesurés dans des logements

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 la maison à Mesnard la Barotière.

### campagne pilote de l'OQAI dans 90 logements [5]

En 2011, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur a mené une étude pilote sur 90 logements et dont les résultats pour les logements sont présentés dans le tableau suivant.

	Moyenne géométrique en µg/m <sup>3</sup>		
	chambre	cuisine	extérieur
<b>benzène</b>	2	2	1
<b>toluène</b>	17	17	4
<b>formaldéhyde</b>	25	22	2
<b>acétaldéhyde</b>	15	16	2
<b>hexaldéhyde</b>	17	18	1

Tableau 2 : moyennes géométriques de polluants mesurés lors de la campagne nationale logement de l'OQAI [1]

Les résultats de cette étude ont montré qu'il existe une spécificité de la pollution à l'intérieur des logements avec notamment un certain nombre de polluants retrouvés uniquement dans les environnements intérieurs ou avec des concentrations le plus souvent nettement plus élevées par rapport à l'extérieur.

## campagne nationale logement [6]

Une campagne nationale logement menée du 1<sup>er</sup> octobre 2003 au 21 décembre 2005 sur un échantillon de 710 résidences principales de la France métropolitaine a porté notamment sur la mesure des COV.

	Mesures en air intérieur	
	Médiane (1 semaine) µg/m <sup>3</sup>	95 <sup>e</sup> percentile
benzène	2,1	7,2
toluène	12,2	82,9
ethylbenzène	2,3	15,0
m/p-xylène	5,6	39,7
o-xylène	2,3	14,6
formaldéhyde	19,6	46,6
acétaldéhyde	11,6	30
hexaldéhyde	13,6	50,1

Tableau 3 : concentrations médianes et maximales mesurées lors de la campagne nationale logement de l'OQAI [2]

Cette étude a confirmé la spécificité de la qualité de l'air à l'intérieur des logements par rapport à l'extérieur : les aldéhydes sont les molécules les plus fréquemment mesurées, avec notamment le formaldéhyde, l'hexaldéhyde et l'acétaldéhyde retrouvés dans tous les logements. Concernant les BTEX, les polluants comme le toluène et le m,p xylène ont été mesurés dans tous les logements.

## campagne de mesure dans maison éco-performante 2010 et 2011[7]

Air Pays de la Loire a assuré un suivi de la qualité de l'air intérieur de la maison éco-performante de la Communauté de Communes du Pays des Herbiers pendant deux périodes de mesure avant et après l'emménagement des locataires en 2009, afin de vérifier si les caractéristiques de la maison conduisaient à un faible impact environnemental et notamment une bonne préservation de la qualité de l'air intérieur.

La principale conclusion de l'étude de 2009 indique que la qualité de l'air est globalement correcte dans la maison, mais des teneurs en benzène plus élevées que la moyenne nationale ont été enregistrées dans le salon. L'usage du tabac, de bâtonnets d'encens et de produits dépoussiérants en sont les principales raisons. Bien que le mode constructif de cette maison assure une meilleure qualité sanitaire du bâtiment, les résultats de cette étude montrent aussi que le comportement humain est un facteur primordial sur le maintien de la qualité de l'air dans les habitations privées.

Un nouveau suivi a été réalisé en 2011, dont les résultats confirment que le comportement humain constitue un facteur important : le changement des habitudes des locataires potentiellement émettrices de pollution a permis de diminuer les niveaux de manière conséquente : baisse des concentrations moyennes en formaldéhyde (-21 à -27 %) et en benzène (- 72 à - 80 %).

	Pièce de vie		chambre	
	2010	2011	2010	2011
formaldéhyde	20,3	16	17	12,3
acétaldéhyde	24,4	11,5	18,9	8,7
hexanal	32,8	22,2	28,1	15,2
benzène	3,4	0,7	2,6	0,7
toluène	12,4	6,7	10,0	5,8

Tableau 4 : évolution de la concentration moyenne dans les deux pièces de la maison éco-performante en 2010 et 2011

# méthodologie

## objectif de la campagne

L'objectif de la campagne est **d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans deux pièces de la maison** (pièce de vie, chambre) **avant et après sa rénovation** selon le même protocole utilisé dans la maison éco-performante des Herbiers [7], afin d'évaluer l'impact des travaux de rénovation sur la qualité de l'air intérieur.

Les résultats obtenus ont été 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.

## dispositif de mesure



Photo 1 : dispositif de mesure à l'intérieur et à l'extérieur de la maison

## mesure des composés organiques volatils (COV)

La mesure des COV (aldéhydes et BTEX) se fait de manière hebdomadaire grâce à des tubes passifs Radiello®. 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 exposées à des courants d'air ou proches des sources de chaleur. Ce dispositif permet d'appréhender une exposition moyenne aux polluants. En parallèle, une mesure de concentration extérieure en benzène est effectuée.



Photo 2 : dispositif de mesure du formaldéhyde et du benzène dans la pièce de vie

## suivi du dioxyde de carbone, température, humidité

L'appareil Q-Track (photo 3) mesure simultanément le dioxyde de carbone (indicateur de confinement), 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 (minutes).



Photo 3 : appareil de mesure du dioxyde de carbone, de l'humidité relative et de la température dans la chambre

## périodes de mesure

Les mesures ont été réalisées sur une durée **d'une semaine** (du 30 juillet au 6 août 2012) en présence des locataires **avant les travaux et une semaine après les travaux (période en 2013)**.

Afin d'identifier l'origine de la pollution de l'air intérieur, un **recueil des caractéristiques du bâtiment et son environnement** avant et après les travaux de rénovation (caractéristiques des surfaces, du mobilier, de la ventilation,...), **de l'environnement et des comportements** a été réalisé lors d'une visite et par questionnaire. Les résultats de ces questionnaires permettent d'aider à l'interprétation des résultats des mesures.

# les résultats

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure de l'air intérieur mené avant les travaux de rénovation et notamment :

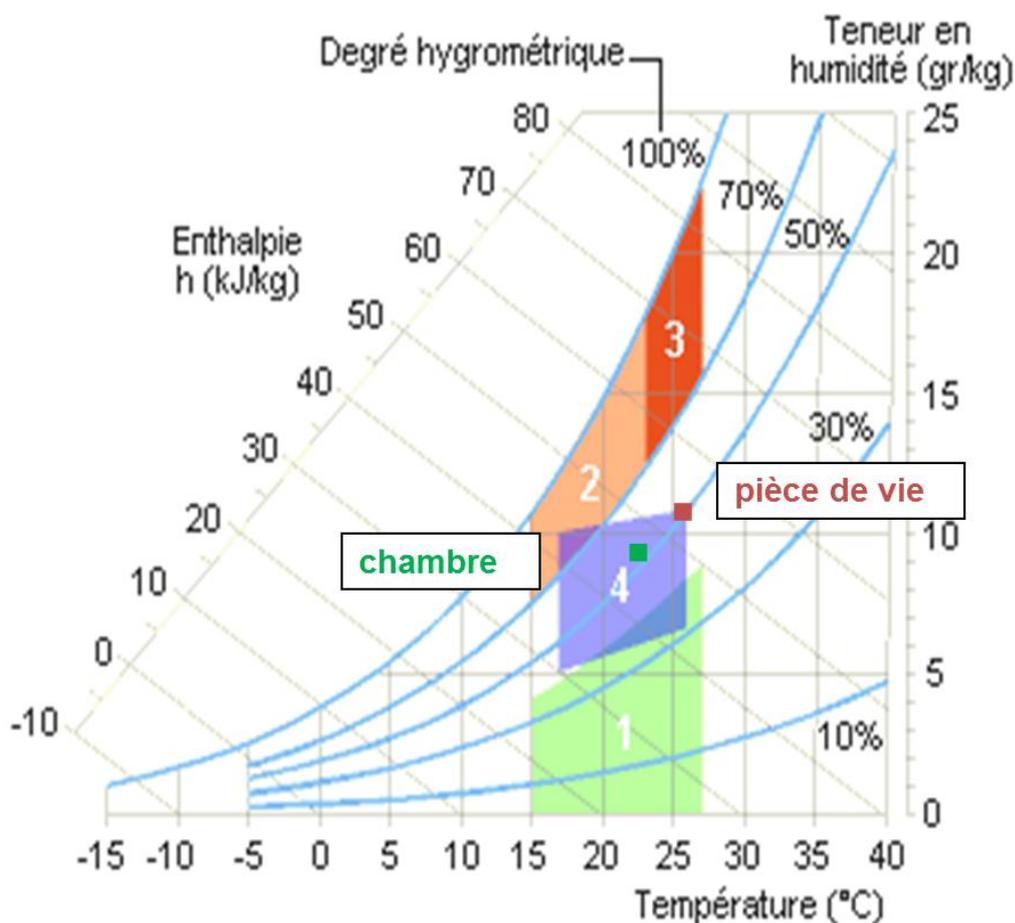
- le suivi des paramètres de confort et de confinement ;
- le suivi des polluants intérieurs ;
- des informations du pré-diagnostic ;
- des éléments d'information relatifs sur le choix de matériaux de construction.

## 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 15 minutes afin d'estimer le niveau de confort dans les salles instrumentées.

D'après le diagramme de confort hygrothermique (figure ci-dessus), la zone optimale de confort 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 met en évidence que les conditions climatiques des deux pièces se situent dans la zone optimale de confort.



1 : zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

2/3 : zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.

4 : zone optimale de confort

3 : zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.

4 : polygone de confort hygrothermique.

Figure 1 : Diagramme de confort hygrothermique (ISELT P., ARNDT U., CAUCHEPIN J.L

Les niveaux moyens en température et humidité relative des pièces de la maison et l'extérieur indiquent une humidité relative modérée et des températures assez chaudes.

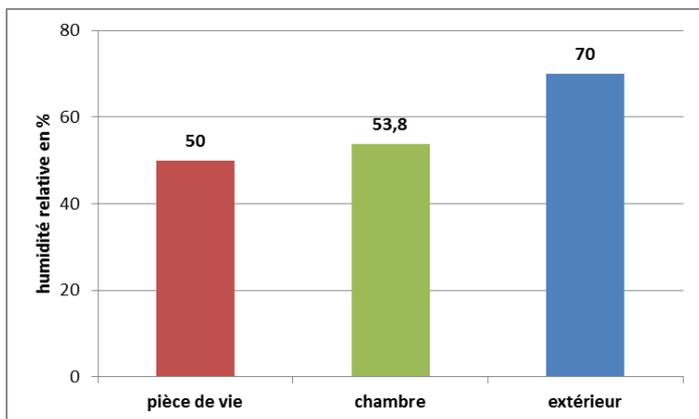


Figure 2 : humidité relative moyenne enregistrée lors de la semaine de mesure

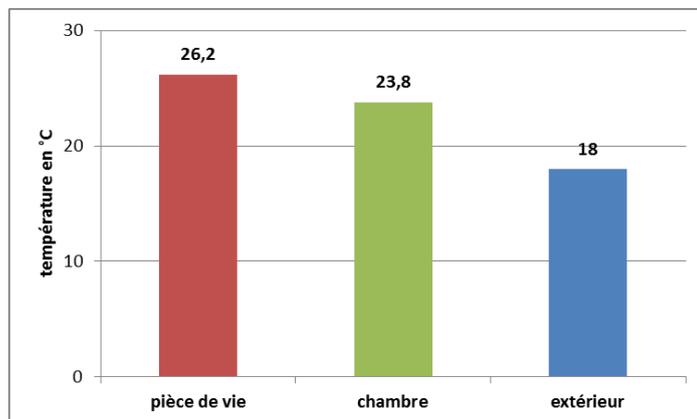


Figure 3 : température moyenne enregistrée lors de la semaine de mesure

Il est important de remarquer que la température moyenne de 26°C enregistrée dans la pièce de vie induit des conditions climatiques assez sèches dans cette pièce.

### suivi des paramètres de confinement

Témoin du confinement, la mesure du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est un indicateur de la qualité du renouvellement de l'air dans des bâtiments. La recommandation du règlement sanitaire départemental indique de ne pas dépasser 1000 ppm, avec tolérance de 1300 ppm dans les locaux non fumeurs.

Le confinement a été mesuré dans les deux pièces instrumentées pour la mesure des COV. Les concentrations moyennes enregistrées dans les deux pièces sont présentées sur la figure 4.

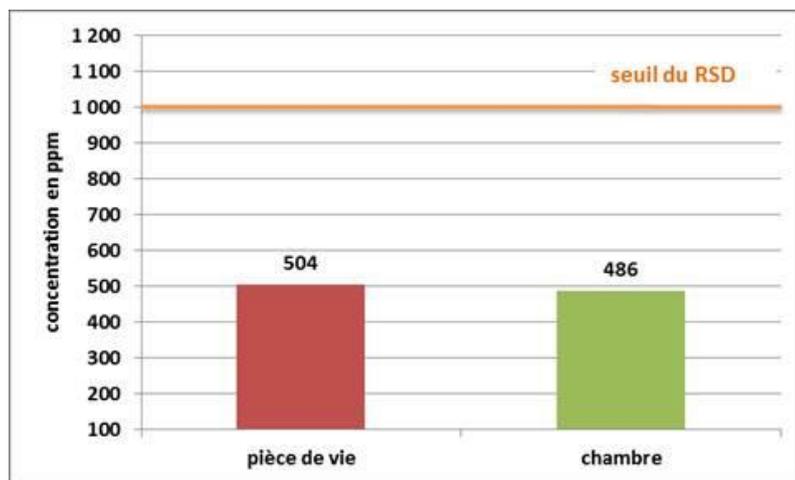


Figure 4 : concentrations moyennes en dioxyde de carbone dans les deux pièces

La concentration moyenne en dioxyde de carbone dans les deux pièces demeure deux fois plus faible que le seuil du règlement sanitaire départemental fixé à 1000 ppm. Ces niveaux de CO<sub>2</sub> indiquent un faible niveau de confinement dans les deux pièces instrumentées.

Suite aux travaux d'isolation, une attention particulière devra être portée sur le niveau de confinement du logement en s'assurant d'un renouvellement d'air adéquat.

## suivi des aldéhydes

Les résultats des concentrations moyennes en aldéhydes à l'intérieur des deux pièces sont représentés sur la figure ci-après. Il apparaît que le niveau moyen en aldéhydes est systématiquement supérieur dans la pièce de vie comparé à celui mesuré dans la chambre. La pièce de vie est en effet plus exposée aux activités humaines et par conséquent aux sources de pollution (tabagisme, désodorisant).

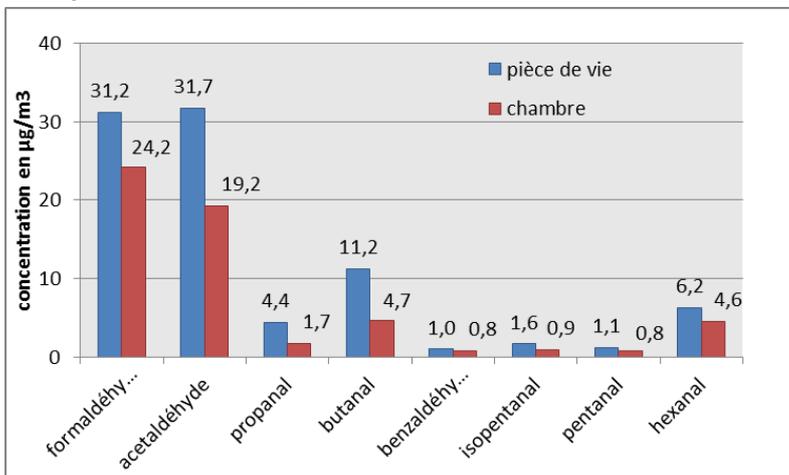


Figure 5 : concentration moyenne en aldéhydes dans les deux pièces

Le formaldéhyde présente une concentration moyenne de 31,2 µg/m³ dans la pièce de vie et de 24,2 µg/m³ dans la chambre avant travaux.

Comme dans la pièce de vie de la maison éco-performante [7], c'est l'acétaldéhyde qui est mesuré avec la plus forte concentration, en lien avec les activités spécifiques dans cette pièce (tabac, utilisation de désodorisant). L'hexanal et le butanal qui sont ensuite mesurés avec de plus fortes concentrations.

Dans la maison de Mesnard la Barotière, le niveau moyen en formaldéhyde est supérieur aux concentrations mesurées dans la maison éco-performante des Herbiers après livraison (20,3 µg/m³ dans la pièce de vie et 17 µg/m³ dans la chambre). La concentration moyenne en formaldéhyde dans la pièce de vie est supérieure à la valeur moyenne enregistrée dans l'étude pilote de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (25 µg/m³) et proche de celle-ci dans la chambre (22 µg/m³).

## comparaison aux valeurs guides air intérieur

Avant travaux, la concentration moyenne mesurée au sein de la pièce de vie dépasse légèrement la valeur guide de 30 µg/m³ pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 et donc supérieure à la valeur guide de 10 µg/m³ à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023. Cette dernière a été aussi dépassée dans la chambre (cf. figure suivante).

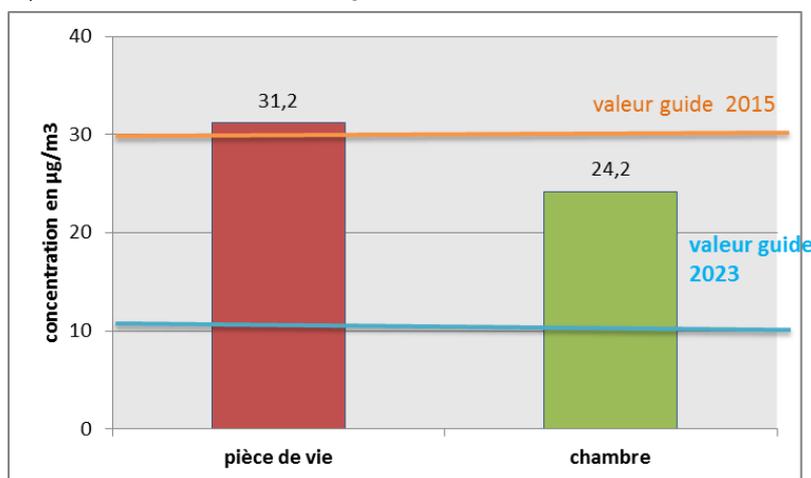


Figure 6 : concentration moyenne en formaldéhyde dans les deux pièces

L'arrêt du tabagisme dans la pièce de vie permettra un abaissement du niveau de formaldéhyde mesuré. En complément, le niveau moyen en formaldéhyde devrait évoluer progressivement vers cette valeur guide de 10 µg/m³ si des matériaux et produits peu émissifs en aldéhydes (produits de construction et décoration, mobilier) sont introduits dans les pièces dans le cadre de travaux de rénovation (aide à la décision p. 21).

## suivi des BTEX

Les résultats des concentrations moyennes en benzène, toluène, ethyl-benzène, m,p,o-xylène dans la maison et à l'extérieur sont représentés sur la figure 7. Les niveaux moyens en BTEX mesurés dans la pièce de vie sont supérieurs d'un facteur 2 à 4 comparés à ceux mesurés dans la chambre, cette pièce étant davantage exposée aux activités humaines, sources de pollution intérieure (tabagisme, cuisine, désodorisant). Les niveaux extérieurs mesurés sont très faibles indiquant un moindre niveau de pollution d'origine extérieure.

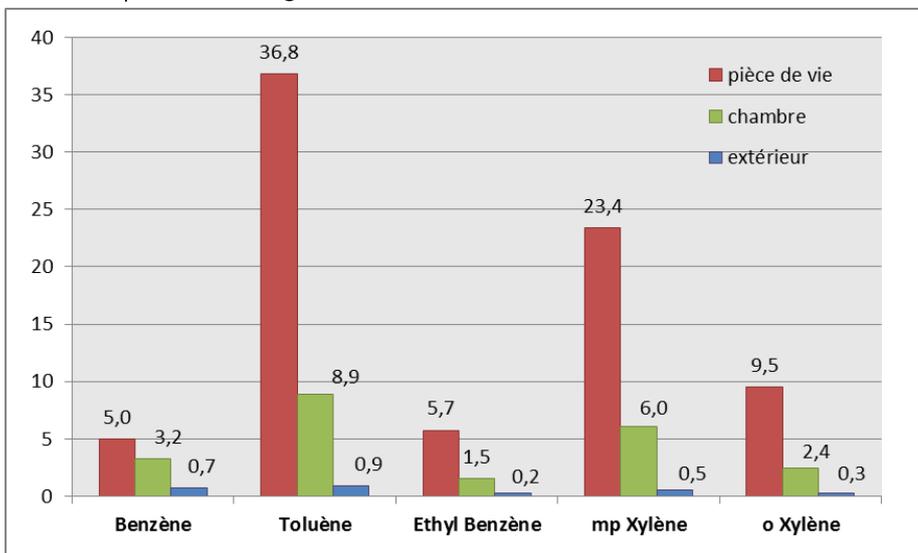


Figure 7 : concentration moyenne en BTEX dans les deux pièces de la maison et à l'extérieur

Le benzène est classé comme polluant prioritaire et bénéficie de valeurs guides qui servent de valeurs de référence pour cette étude. La concentration moyenne en benzène est de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la pièce de vie et de  $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la chambre avant travaux (cf. figure suivante). Cette situation n'est pas complètement favorable et peut être expliquée par le tabagisme pratiqué dans cette pièce et par l'utilisation de déodorants, émetteurs de COV.

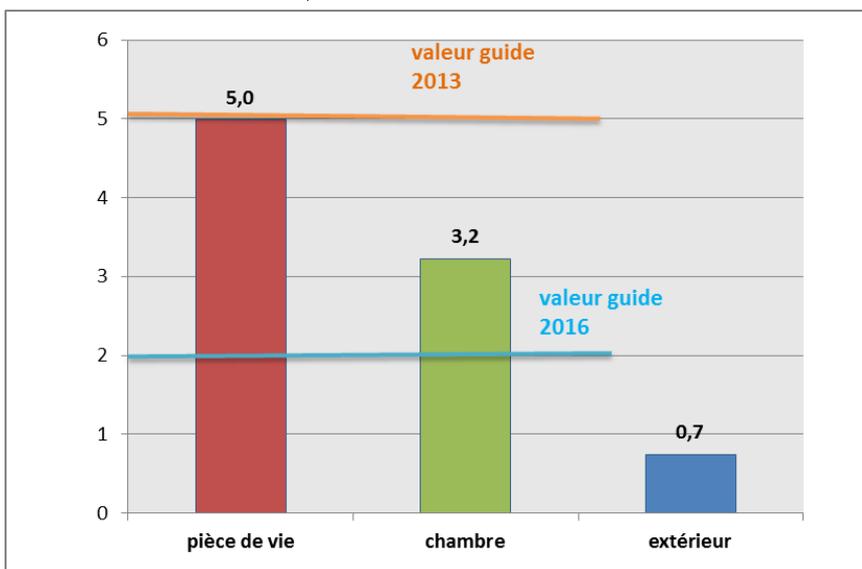


Figure 8 : concentrations moyennes en benzène dans les deux pièces et à l'extérieur

La concentration mesurée en air extérieur est de  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , concentration cohérente avec celles mesurées sur des sites éloignés de voies de circulation (pas de présence de route à fort trafic d'après le questionnaire mentionné ci-après). Le facteur 6 qui existe entre les concentrations en benzène en air intérieur et extérieur confirme la prédominance des sources de pollution intérieures.

Les concentrations moyennes en benzène sont supérieures d'un facteur 2 aux valeurs moyennes enregistrées dans la campagne pilote de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et aux valeurs enregistrées lors des campagnes menées par Air Pays de la Loire à la maison éco-performante.

## comparaison aux valeurs guides air intérieur

La concentration moyenne mesurée dans la pièce de vie est égale à la valeur guide de 5 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013 et est plus de 2 fois supérieure à la valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016. En revanche, le niveau en benzène dans la chambre demeure inférieur à la valeur guide de 5 µg/m<sup>3</sup> et 1.6 plus élevé que la future valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup> à atteindre au 1<sup>er</sup> janvier 2016.

## informations du questionnaire - pré-diagnostic

Les informations recueillies par questionnaire portent sur le bâtiment et ses aménagements avant travaux : 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 la maison.

Ces questionnaires ont été remplis suite à l'interview de différentes personnes :

- pour la partie description du bâtiment : Monsieur Soullard, Chef de projet Développement Durable de la Communauté de Communes du Pays des Herbiers ;
- constats du technicien d'Air Pays de la Loire lors de la pose des appareils de mesure,

<b>Année de construction</b>	1939
<b>Système de ventilation</b>	Pas de VMC, ventilation naturelle avec entrée d'air
<b>Revêtement sol</b>	Parquet
<b>Revêtement mur</b>	Tapiserie
<b>Revêtement plafond</b>	Peinture
<b>mobilier</b>	Bois massif et reconstitué
<b>Type de menuiserie</b>	Bois, simple vitrage
<b>Environnement</b>	Zone urbaine, pas de présence de route à fort trafic, ni de zone industrielle, pas de travaux à proximité

Tableau 5 : résumé des questionnaires portant sur le bâtiment et son environnement

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).

En termes d'activité, l'utilisation de désodorisant dans la pièce de vie a été constatée ainsi que la pratique du tabagisme.



La pratique du tabagisme à l'extérieur de la maison est conseillée afin de réduire les niveaux de COV lié au tabac et aux produits désodorisants.

## 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 en atmosphère intérieure, 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.

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<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> janvier 2012 : 1<sup>er</sup> janvier 2012 ;
- pour les produits mis à disposition sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2012 : 1<sup>er</sup> 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 ci-dessous) qui suivent des seuils limites des concentrations exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Au final, le produit est classé par une lettre caractérisant les émissions globales, tous polluants confondus.

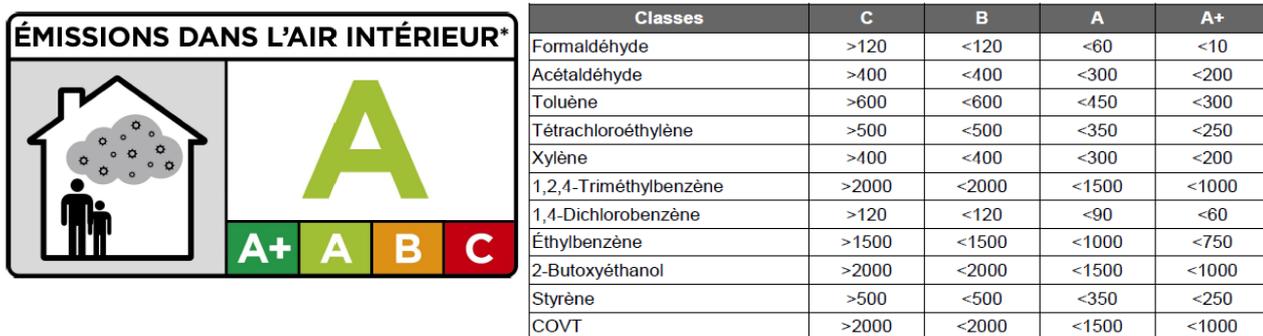


Figure 9 : étiquette apposée sur les produits de construction en 2012 et tableau de classement en catégories de concentrations

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](http://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/m³	Limite COV individuels /seuil odeur ou irritation	100 à 500 µg/m³ selon type de produits	300 µg/m³	1000 µg/m³
Limite Formaldéhyde	50 µg/m³	Limite /seuil odeur ou irritation	50 µg/m³	10 µg/m³	Non
Limite CMR	C1 (IARC) < 5 µg/m³	C1 < limite de détection	5 composés cibles	C1, C2< limite de détection	C1 +C2 < Limite de détection
Source	<a href="http://www.rts.fi/englis h.htm">www.rts.fi/englis h.htm</a>	<a href="http://www.indeklimamae rket.dk">www.indeklimamae rket.dk</a>	<a href="http://www.emicode.de">www.emicode.de</a>	<a href="http://www.gut-ev.de">www.gut-ev.de</a>	<a href="http://www.umweltbundesamt.de/building-products/agbb.htm">www.umweltbundesamt.de/building-products/agbb.htm</a>

Tableau 6 : labels européens pour les produits de construction

### information sur les 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 thermoscurissables 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.

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 la maison de Mesnard la Barotière, avant les travaux de rénovation a mis en évidence :

- un niveau de confinement peu important dans les deux pièces de la maison. Le confinement moyen ne dépasse pas le seuil de 1 000 ppm fixé par le règlement sanitaire départemental (RSD) ;
- des concentrations moyennes en aldéhydes et BTEX plus importantes dans la pièce de vie en lien avec des activités humaines émettrices (tabagisme, désodorisant, cuisine) ;
- la concentration moyenne en formaldéhyde mesurée au sein de la pièce de vie ( $31.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépasse légèrement la valeur guide de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 et est plus de 3 fois supérieure à la valeur guide de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023. L'arrêt du tabagisme dans la pièce de vie permettra un abaissement du niveau de formaldéhyde mesuré. Un élément favorable serait également de choisir des matériaux et produits peu émissifs en COV pour la rénovation et pour le futur mobilier ;
- la concentration moyenne en benzène mesurée dans la pièce de vie est égale à la valeur guide de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013 et est supérieure de la valeur guide de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition long terme à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016 ;
- cette étude montre la présence non négligeable de polluants intérieurs en particulier dans la pièce de vie et confirment à nouveau que le comportement humain constitue un facteur important pour le maintien d'une bonne qualité de l'air dans les habitations ;
- la mise en place d'un système de ventilation associée à l'introduction de matériaux de construction peu émissifs devrait réduire ces niveaux de polluants lors de la prochaine campagne de mesure prévue après les travaux de rénovation. Une vigilance doit en plus s'opérer sur l'activité de tabagisme et d'utilisation de désodorisants afin de ne pas altérer la qualité de la qualité de l'air.

## Perspectives :

Une seconde période de mesure selon le même protocole sera réalisée en 2013 après la rénovation de l'habitation. La comparaison des niveaux après et avant rénovation permettra d'évaluer l'impact des travaux de rénovation sur la qualité de l'air intérieur.

A plus long terme, il serait utile de poursuivre ce suivi de la qualité de l'air intérieur dans la maison afin de voir l'évolution temporelle des niveaux de COV, plusieurs mois après rénovation. Dans le projet d'étude PREBAT (Programme de Recherche sur l'Energie dans le BATiment) sur le suivi des bâtiments BBC, il est recommandé d'assurer un suivi de la qualité de l'air à la livraison du bâtiment 6 mois puis un an après la livraison. L'application du protocole de mesure du projet PREBAT [8] appliqué à la maison pourrait également élargir le panel des mesures : particules, moisissures, COV élargis.

Enfin, après avoir développé son expertise en matière de surveillance des environnements intérieurs (écoles, crèches, parkings, aérogare), 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. La maison de Mesnard la Barotière pourrait aussi faire l'objet d'une étude équivalente afin de mieux identifier les sources émissives de formaldéhyde dans les 2 pièces.

# annexes

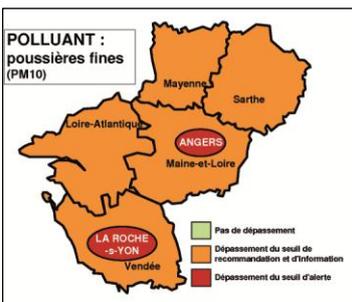
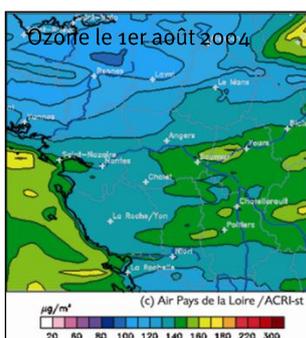
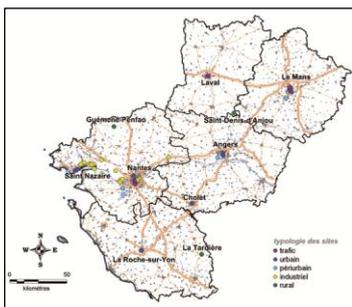
- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- Annexe 2 : sources de polluants de l'air intérieur
- annexe 3 : effet sanitaire des polluants de l'air intérieur
- annexe 4 : valeurs de référence de l'air intérieur 2012

## 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



#### 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.

### informer pour prévenir



#### 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](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...

## annexe 2 : sources de polluants mesurés

Sources des aldéhydes	
Formaldéhyde	produits de construction (panneaux de particules) et de décoration (peintures, colles urée-formol), ameublement (bois reconstitué), sources de combustion (fumée de tabac, bougies, bâtonnets d'encens, cheminées à foyer ouvert, cuisinières à gaz, poêles à pétrole), produits d'entretien et de traitement, produits d'hygiène corporelle et cosmétique, réactivité chimique entre l'ozone et certains COV.
Acétaldéhyde	Photochimie, fumée de tabac, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules
Benzaldéhyde	Peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité
Hexaldéhyde (ou hexanal)	Panneaux de particules, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, produit de traitement du bois (phase aqueuse), panneaux de bois brut
Isobutyraldéhyde (ou isobutanal)	Photocopieurs
Isovaléraldéhyde (ou Isopentanal)	Parquet traité, panneaux de particules
Valéraldéhyde (ou pentanal)	Emissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules

Tableau 1 : sources d'aldéhydes (OQAI, 2010)

Sources des BTEX	
Benzène	Carburants, fumée de tabac, produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration
Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence
Ethylbenzène	Carburant, cires
m/p-xylène et o-xylène	Peintures, vernis, colles, insecticides

Tableau 2 : sources de BTEX (OQAI, 2010)

## annexe 3 : 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/m<sup>3</sup>, concentrations toutefois rarement observées.

Le formaldéhyde est classé cancérigène de catégorie 1 (cancérogène certain) par le CIRC<sup>3</sup> 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 courante (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 Valeurs Toxicologiques de Référence (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.

<sup>3</sup> 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 (CO<sub>2</sub>) provient principalement de la respiration mais peut également être produit par une combustion. En l'absence de source de combustion, une teneur de CO<sub>2</sub> supérieure à 1000 ppm est considérée comme une valeur indicatrice de confinement et de ventilation inadéquate. La limite de concentration de 1000 ppm de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 4 : valeurs de référence de l'air intérieur 2012

Décret n° 2011-1727	Formaldéhyde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 µg.m<sup>-3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 ;</li> <li>• 10 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023.</li> </ul>
	Benzène	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 µg.m<sup>-3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013 ;</li> <li>• 2 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016.</li> </ul>
ANSES	Formaldéhyde	<p><b>VGAI court terme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 µg.m<sup>-3</sup> : pour une exposition de 2 heures</li> </ul> <p><b>VGAI long terme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 µg.m<sup>-3</sup> pour une exposition supérieure à un an</li> </ul>
	Benzène	<p><b>VGAI long terme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 µg.m<sup>-3</sup> pour les effets chroniques non cancérigènes pour une durée d'exposition supérieure à un an.</li> <li>• 2 µg.m<sup>-3</sup> : valeur pour les effets chroniques cancérigènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10<sup>-5</sup>.</li> <li>• 0,2 µg.m<sup>-3</sup> pour les effets chroniques cancérigènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10<sup>-6</sup>.</li> </ul> <p><b>VGAI intermédiaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérigènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène (8 heures).</li> </ul> <p><b>VGAI court terme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérigènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène.</li> </ul>
HCSP	Formaldéhyde	<p><b>• Valeurs de gestion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible à atteindre en 2023 pour une exposition de longue durée</li> <li>• 30 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible à atteindre en 2015 pour une exposition de longue durée</li> </ul>
	Benzène	<p><b>• Valeurs de gestion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible à atteindre en 2016 pour une exposition de longue durée</li> <li>• 5 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible à atteindre en 2013 pour une exposition de longue durée</li> </ul>
OMS	Toluène	<p><b>• Valeur Guide (OMS) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 260 µg/m<sup>3</sup> (moyenne sur une semaine).</li> </ul>
	Particules	<p><b>• Valeurs de gestion (OMS) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PM<sub>2,5</sub> : 25 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures, 10 µg.m<sup>-3</sup> sur le long terme</li> <li>• PM<sub>10</sub> : 50 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures, 20 µg.m<sup>-3</sup> sur le long terme</li> </ul>

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.

# **bibliographie**

- [1] ANSES (2007) - Valeurs Guides 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] Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2006) campagne nationale logements - Etat de la qualité de l'air dans les logements français - rapport final
- [7] Air Pays de la Loire, évaluation de la qualité de l'air dans la maison éco-performante en 2010 et 2011 - rapports finaux,

# glossaire

## abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
COV	composés organiques volatils
CO <sub>2</sub>	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](mailto:contact@airpl.org)**

