



évaluation de la qualité de l'air intérieur

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

février 2014 – rapport final



sommaire

synthèse	1
introduction	5
air intérieur : polluants prioritaires, valeurs de gestion, niveaux de pollution mesurés	6
les polluants prioritaires à surveiller	6
les niveaux de pollution déjà mesurés dans des logements	7
actions de rénovation réalisées	9
plans avant et après rénovation.....	9
informations du pré-diagnostic	10
méthodologie	11
objectif de la campagne.....	11
périodes de mesure	11
dispositif de mesure	11
les résultats	13
suivi des paramètres de confort et de confinement	14
suivi des aldéhydes	16
suivi des BTEX	18
conclusions et perspectives	20
annexes	21
annexe 1 : plan du logement de Mesnard-la-Barotière	22
annexe 2 : Air Pays de la Loire.....	23
annexe 3 : sources de polluants de l'air intérieur.....	24
annexe 4 : effets sanitaires des polluants de l'air intérieur	25
annexe 5 : valeurs de référence de l'air intérieur 2013	27
bibliographie	28
glossaire	29
abréviations	29

contributions

Coordination de l'étude : Alexandre Algoët, Laurence Böhm, Rédaction : Alexandre Algoët, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Photographies : Arnaud Tricoire, Alexandre Algoët, 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 2013 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. 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 initiative de la collectivité

La communauté de communes du Pays des Herbiers a initié depuis plusieurs années une démarche de promotion des économies d'énergie dans l'habitat¹, associée à une démarche environnementale notamment sur la qualité de l'air intérieur. Celles-ci se concrétisent par la réalisation, notamment, du défi « familles à énergie positive », ou encore par la construction d'une maison éco-performante dans laquelle Air Pays de la Loire a réalisé une étude en 2010 et 2011 afin d'évaluer si le mode constructif assurait une meilleure qualité sanitaire du bâtiment.

Dans ce cadre, la Communauté de Communes du Pays des Herbiers a de nouveau sollicité Air Pays de la Loire pour évaluer la qualité de l'air intérieur dans une maison à Mesnard-la-Barotière avant et après travaux de rénovation. Cette opération de rénovation avait pour objectif de transformer des habitats anciens en logements basse consommation (BBC), en faisant notamment appel à des matériaux de rénovation sains.

objectifs → évaluation de la qualité de l'air d'un logement avant et après rénovation

L'objectif de la campagne est d'évaluer la qualité de l'air intérieur dans deux pièces d'un logement avant et après sa rénovation, afin d'évaluer l'impact de ces travaux sur la qualité de l'air intérieur.

Voici un résumé des travaux de rénovation réalisés :

	Logement Mesnard-la-Barotière (année de construction : 1939)	
	avant rénovation	après rénovation
Système de ventilation	Pas de VMC, ventilation naturelle avec entrée d'air	ventilation VMC hygro-réglable B simple flux
Revêtement sol	Parquet	carrelage grès cérame
Revêtement mur	Tapiserie	Peinture Impression à base de résines alkydes et acryliques (classement A+, teneur en COV maximum 1g/l)
Revêtement plafond	Peinture	
Type de menuiserie	Bois, simple vitrage	double vitrage portes intérieures bois

moyens → des mesures de polluants prioritaires et de confinement

Deux groupes de mesure des composés organiques volatils (COV) sont surveillés : les aldéhydes² et les BTEX³. Parmi ces COV, Le formaldéhyde et le benzène sont des polluants dont la surveillance est considérée comme prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (ANSES) et qui font l'objet de valeurs-guides air intérieur et dont la surveillance est rendue obligatoire dans certains établissements recevant du public⁴ (ERP).

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 ont été réalisées sur une durée d'une semaine en présence des locataires **avant les travaux (du 30 juillet au 6 août 2012) et une semaine après les travaux (du 9 au 13 septembre 2013)**, au niveau de deux pièces de la maison : la pièce de vie et la chambre.

¹ <http://www.cc-paysdesherbiers.fr/>

² Formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal.

³ Benzène, toluène, éthylbenzène, méta-ortho-paraxylène

⁴ Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène

résultats → un niveau moyen de confinement faible et des teneurs en aldéhyde et BTEX en baisse après la rénovation

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, avant et après rénovation.

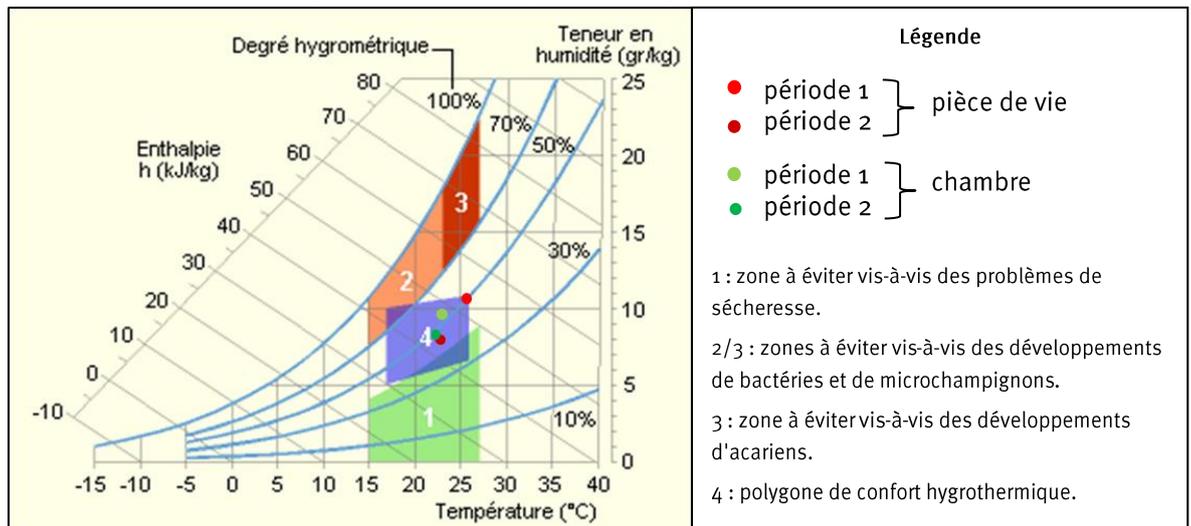
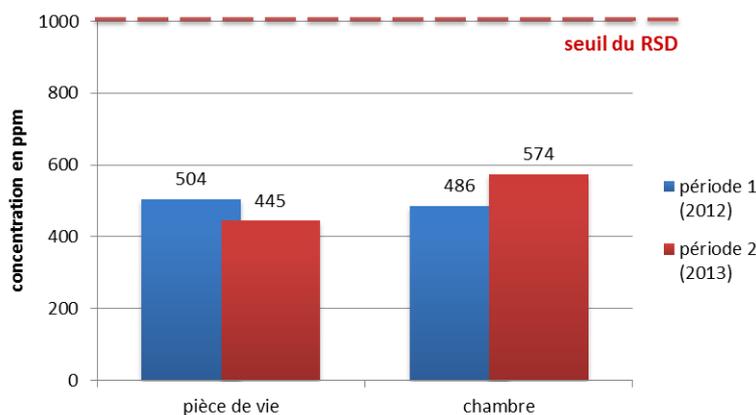


Diagramme de confort hygrothermique

un niveau moyen de confinement faible dans les deux pièces

Témoin du confinement, la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) est un indicateur de la qualité du renouvellement de l'air dans des locaux. Concernant les deux périodes de mesure, 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, donné à titre de référence. Ces niveaux de dioxyde de carbone indiquent **un faible niveau de confinement dans les deux pièces instrumentées**. Les niveaux mesurés après rénovation sont par ailleurs plus faibles que ceux mesurés en 2011 dans la maison éco-performante des Herbiers.

Après rénovation, le taux de CO₂ demeure relativement stable, en légère diminution dans la pièce de vie et en légère augmentation dans la chambre. A noter que le taux mesuré dans l'environnement intérieur du logement de Mesnard-la-Barotière après rénovation est proche du taux moyen mesuré dans l'air extérieur en 2013⁵ (395 µg/m³), il s'agit donc d'un bon indicateur de l'efficacité de la ventilation mise en place au cours de la rénovation.



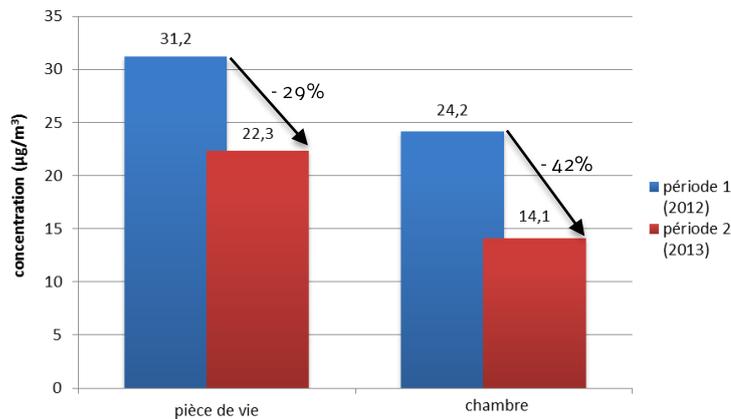
Concentrations moyennes en dioxyde de carbone dans les deux pièces

⁵ Trends in Atmospheric Carbon Dioxide : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

des teneurs en formaldéhyde en diminution après rénovation et en dessous de la valeur repère du HCSP

Classé comme polluant prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses), les concentrations moyennes en formaldéhyde mesurées lors de la seconde période de mesures sont plus faibles dans les deux pièces par comparaison aux mesures réalisées avant rénovation. La diminution est de 29% pour la pièce de vie et de 42% pour la chambre.

Les concentrations moyennes mesurées après rénovation sont inférieures à la valeur repère de qualité d'air de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur fixée par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée. Cette baisse des concentrations en formaldéhyde peut être mise en relation avec l'introduction de matériaux peu émissifs associée à une ventilation mécanique, permettant un meilleur renouvellement d'air et donc une concentration moindre des polluants dans l'air intérieur, et avec le comportement du locataire (arrêt du tabagisme dans l'environnement intérieur, entre les deux phases de mesure).



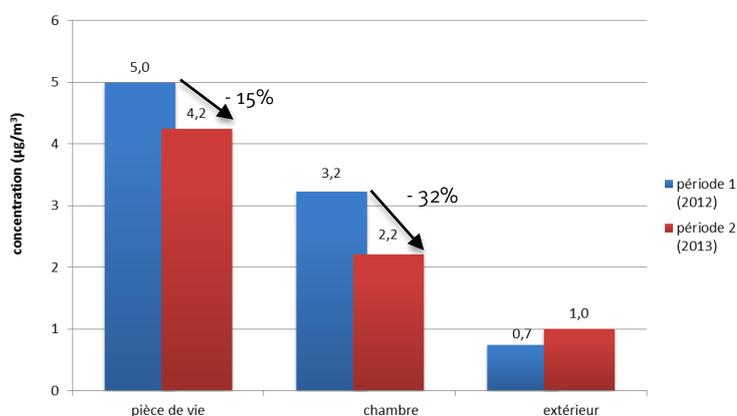
Concentrations moyennes en formaldéhyde dans les deux pièces

Dans les deux pièces, on observe toutefois une hausse des concentrations en hexanal. Cette augmentation est probablement liée aux travaux de peinture, principale émettrice de cet aldéhyde. Néanmoins cette molécule ne fait pas l'objet de réglementation en air intérieur, ni de valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI).

des teneurs en benzène en diminution après rénovation et inférieures à la valeur guide de l'Anses

Le benzène est classé comme polluant prioritaire par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses). Après rénovation, les niveaux de benzène mesurés sont plus faibles dans les deux pièces : une diminution de 15% est observée dans la pièce de vie, et 32% dans la chambre. Cette diminution est liée à la mise en œuvre de matériaux faiblement émissifs associée à la mise en place d'une ventilation et d'un changement d'habitudes du locataire (arrêt du tabagisme dans les locaux et de l'utilisation d'encens entre les 2 phases de mesure).

Les concentrations moyennes mesurées après rénovation sont inférieures à la valeur guide de qualité de l'air intérieur pour une exposition de 1 à 14 jours, fixée par l'Anses à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Néanmoins, dans la pièce de vie, même après les travaux de rénovation, les concentrations en benzène demeurent supérieures à celles mesurées en moyenne dans des logements en France selon des études de l'OQAI dans les années 2000. Le facteur 2 à 6 qui existe entre les concentrations en benzène en air intérieur et extérieur du logement de Mesnard-la-Barotière confirme la prédominance de sources de pollution intérieures.



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

conclusions et perspectives

Les résultats du suivi en 2012 et 2013 de la qualité de l'air intérieur dans le logement de Mesnard-la-Barotière, avant et après rénovation, ont mis en évidence :

- en 2013, après rénovation du logement, un niveau de confinement faible et majoritairement en dessous du seuil de 1000 ppm fixé par le règlement sanitaire départemental (RSD). Par rapport à la campagne de mesures avant rénovation, on note un confinement relativement stable, en légère diminution dans la pièce de vie et en légère augmentation dans la chambre.
- des concentrations moyennes en aldéhydes et BTEX qui restent, après rénovation, plus importantes dans la pièce de vie, en lien avec des activités humaines émettrices (par exemple cuisine) ;
- des concentrations moyennes en formaldéhyde (de -29 à -42 %) et en benzène (de -15 à -32 %) en baisse entre les deux campagnes de mesure. Cette évolution est liée à une diminution des émissions des matériaux neufs, du mobilier, et à un changement comportemental (arrêt du tabagisme et de l'usage de bâtonnets parfumés dans l'environnement intérieur) ;
- des concentrations moyennes en formaldéhyde inférieures à la valeur repère de qualité d'air de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fixée par le Haut Conseil de Santé Publique et en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée ;
- des concentrations moyennes en benzène en dessous de la valeur guide de qualité d'air intérieur, fixée par l'Anses à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une semaine d'exposition. Néanmoins, dans la pièce de vie, les concentrations en benzène demeurent supérieures à celles mesurées en moyenne par l'OQAI dans des logements en France dans les années 2000. Le facteur 2 à 6 qui existe entre les concentrations en benzène en air intérieur et extérieur du logement de Mesnard-la-Barotière confirme la prédominance de sources de pollution intérieures.

Cette étude met en évidence l'impact positif global des travaux de rénovation sur les teneurs en formaldéhyde et benzène, liés à l'introduction de matériaux peu émissifs et à la mise en place d'une ventilation. Parallèlement, les résultats de cette étude confirment que le comportement humain constitue un facteur important sur le maintien d'une bonne qualité de l'air dans les habitations, et notamment sur les teneurs en benzène.

En d'autres termes, cette étude montre que des travaux de rénovation favorisant l'isolation et donc les économies d'énergie ne sont pas incompatibles à un maintien voire une amélioration de la qualité de l'air intérieur, s'ils sont menés avec des produits peu émissifs associés à la mise en place d'une ventilation dynamique et d'une sensibilisation des occupants sur leurs comportements.

perspectives

Il est proposé de poursuivre ce suivi de la qualité de l'air intérieur afin d'observer l'évolution temporelle de la baisse des niveaux de COV (notamment sur la diminution des teneurs en hexanal liées aux travaux de peinture). Dans le cadre du projet d'étude PREBAT (Programme de Recherche sur l'Énergie 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 puis un an et deux ans après la livraison.

Par ailleurs, une nouvelle campagne de mesures réalisée en période hivernale associée aux résultats obtenus lors de cette étude permettrait de situer les niveaux mesurés avec des valeurs guides d'exposition annuelle. En effet ces valeurs d'exposition long-terme nécessitent à minima deux séquences de mesures, respectivement en période chaude et froide.

Enfin, 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. La maison de Mesnard la Barotière pourrait aussi faire l'objet d'une étude équivalente afin de mieux identifier les sources émissives de formaldéhyde, notamment parmi les matériaux mis en œuvre lors de la rénovation.

introduction

La communauté de communes du Pays des Herbiers a initié depuis plusieurs années une démarche de promotion des économies d'énergie dans l'habitat⁶ associée à une démarche environnementale, notamment sur la qualité de l'air intérieur. Celles-ci se concrétisent par la réalisation, notamment, du défi « familles à énergie positive », ou encore par la construction d'une maison éco-performante dans laquelle Air Pays de la Loire a réalisé une étude en 2010 et 2011 afin d'évaluer si le mode constructif assurait une meilleure qualité sanitaire du bâtiment.

Dans ce cadre, la Communauté de Communes du Pays des Herbiers a de nouveau sollicité Air Pays de la Loire pour évaluer la qualité de l'air intérieur dans une maison à Mesnard-la-Barotière avant et après travaux de rénovation.

Pour la communauté de communes, les objectifs des travaux de rénovation étaient multiples :

- atteindre le label BBC-Effinergie-Rénovation, soit une consommation d'énergie primaire inférieure à 80 kWh/m².an (consommation mesurée après rénovation : 59 kWh/m².an) ;
- avoir un impact environnemental global le plus faible possible ;
- faire appel à des matériaux de rénovation les plus sains possibles ;
- rendre ces logements accessibles ;
- avoir un surcoût constructif acceptable ;
- préserver l'architecture extérieure des maisons ouvrières.

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.

Le présent rapport restitue les résultats obtenus lors des deux périodes de mesure : du 30 juillet au 6 août 2012 (avant rénovation), puis du 9 au 13 septembre 2013 (après rénovation).

⁶ <http://www.cc-paysdesherbiers.fr/>

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

Enjeu prioritaire 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.

Désormais, la surveillance de la qualité de l'air est également une obligation réglementaire dans les Etablissements Recevant du Public (ERP), avec obligation de mesures de certains polluants (Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011, cf. annexe 5).

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, notamment 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) ;
- une étude dans l'école maternelle Rivoli de la Roche-sur-Yon avant et après mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée (2012).

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. Le principal objectif de ces valeurs est de proposer un cadre de référence afin de protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et *in fine* d'éliminer, ou de réduire à un niveau minimum, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être.

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].

L'annexe 5 récapitule ces différentes valeurs guides.

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 étudiée à Mesnard-la-Barotière.

campagne pilote de l'OQAI dans 90 logements [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 logements sont présentés dans le tableau suivant.

	Moyenne géométrique en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	chambre	cuisine	extérieur
benzène	2	2	1
toluène	17	17	4
formaldéhyde	25	22	2
acétaldéhyde	15	16	2
hexaldéhyde	17	18	1

Tableau 1 : 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.

campagne nationale logement [6]

Une campagne nationale logement menée du 1^{er} 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) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 ^e 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 2 : 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 la 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 3 : évolution de la concentration moyenne dans les deux pièces de la maison éco-performante en 2010 et 2011

qualité de l'air dans les bâtiments neufs [7]

Les conclusions d'une étude bibliographique réalisée en janvier 2011 [8] permettent de dégager les tendances suivantes (extraits) :

- « les bâtiments neufs à réception présentent généralement des concentrations en polluants parfois élevées qui ont tendance à décroître plus ou moins rapidement dans le temps. Cette décroissance peut être rapide pour certains composés, ou plus lente pour d'autres comme les aldéhydes (dont le formaldéhyde) ;
- pour certains polluants, en particulier le formaldéhyde, les bâtiments anciens présentent des concentrations inférieures à celles des bâtiments récents ou neufs ;
- l'arrivée des occupants dans le logement peut modifier les niveaux de pollution du fait de l'ajout de mobilier, des activités domestiques... mais, l'influence de l'occupation semble être de moindre importance que celle de la charge initiale en polluants du bâti ;
- les 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) et de contrôle de la qualité de l'air intérieur (respect d'une valeur guide) se traduisent par une amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur dans le parc de bâtiments ;
- plusieurs études montrent que l'abattement des concentrations ne devient significatif qu'avec des taux de renouvellement d'air très élevés, ce qui traduit la prédominance de l'impact des sources émissives par rapport à celui de la ventilation. L'amélioration de la qualité de l'air intérieur passe donc prioritairement par un contrôle de l'ensemble des sources d'émission (produits de construction et de décoration, mais aussi produits d'entretien, désodorisants d'intérieur, appareils de bureautique...) » ;

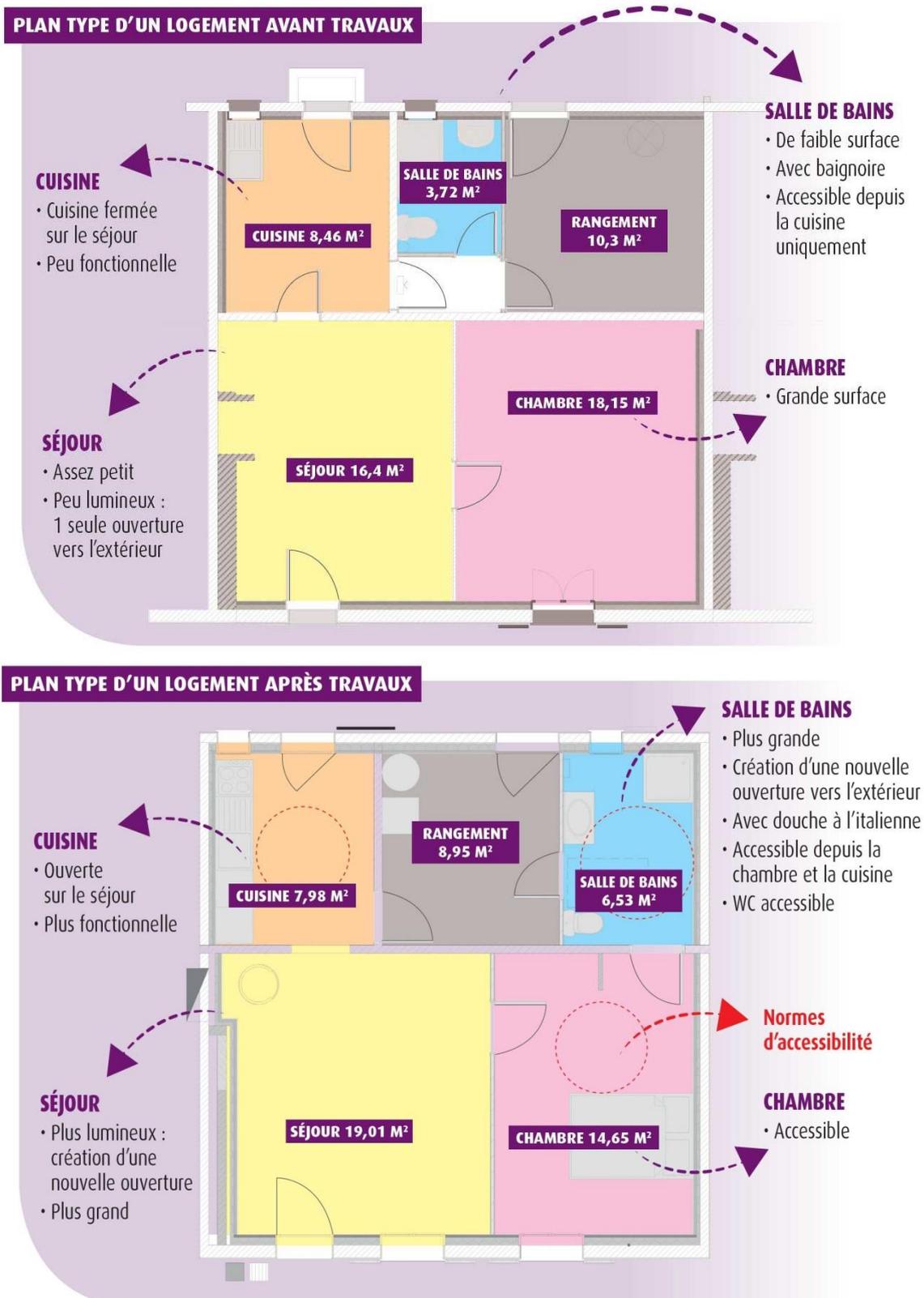
La revue bibliographique souligne l'importance de la maîtrise des sources d'émission et suggère la pertinence de la mesure d'indicateurs de qualité d'air intérieur, pour autant que des préconisations en matière de choix de produits faiblement émissifs aient été formulées et appliquées.

actions de rénovation réalisées

Les différents travaux mis en œuvre lors de la rénovation des logements de Mesnard-la-Barotière sont présentés dans ce chapitre.

plans avant et après rénovation

Source : <http://www.cc-paysdesherbiers.fr/>



informations du pré-diagnostic

Les informations recueillies par questionnaire portent sur le bâtiment et ses aménagements avant et après travaux : système de ventilation, les types de revêtement (sols, murs, plafonds), 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 : M. Damien 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.

Logement Mesnard-la-Barotière		
	avant rénovation	après rénovation
Année de construction	1939	
Années de rénovation	2012 - 2013	
Système de ventilation	pas de VMC, ventilation naturelle avec entrée d'air	ventilation VMC hygro-réglable B simple flux
Revêtement sol	parquet	carrelage grès cérame
Revêtement mur	tapisserie	peinture Impression à base de résines alkydes et acryliques (classement A+, teneur en COV maximum 1g/l)
Revêtement plafond	peinture	
mobilier	bois massif et reconstitué	bois massif et reconstitué
Type de menuiserie	bois, simple vitrage	pvc et volets pvc sur façade nord alu et volets alu sur façade sud double vitrage portes intérieures bois
Environnement	zone urbaine, pas de présence de route à fort trafic, ni de zone industrielle, ni de travaux à proximité	

Tableau 4 : résumé des questionnaires portant sur le bâtiment et son environnement avant et après travaux de rénovation

En complément de ces aménagements, un système de chauffage a été installé : un poêle à bois (pellets) de dimensions 120 x 52 x 62 cm (hxlxp) avec puissance maximum de 5,5 KW et taux d'émission de monoxyde de carbone inférieur à 0,02%.



L'approvisionnement en air du poêle à bois étant réalisée à l'intérieur du logement, il est conseillé de surveiller l'évolution des concentrations en monoxyde de carbone.



Photo 1 : poêle à bois installé dans la pièce de vie du logement

En termes d'activité, lors de la première séquence de mesures, 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 liés au tabac et aux produits désodorisants. Selon la collectivité cette recommandation a été respectée, le locataire ne fumant plus dans les locaux.

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.

périodes de mesure

Les mesures ont été réalisées sur une durée **d'une semaine en présence des locataires avant les travaux et une semaine après les travaux, respectivement du 30 juillet au 6 août 2012, puis du 9 au 13 septembre 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.

dispositif de mesure

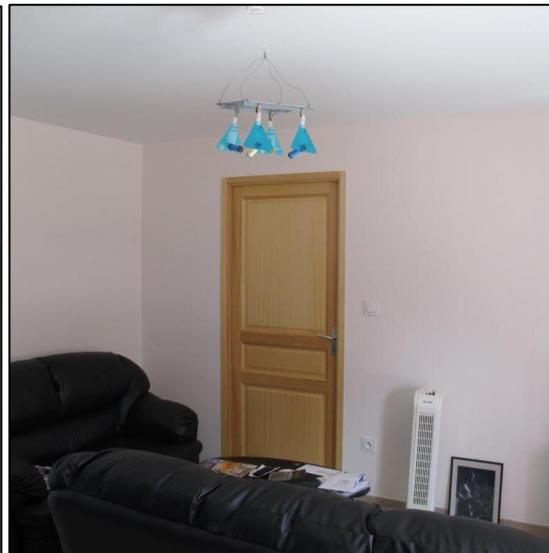
Deux groupes de mesure des composés organiques volatils (COV) ont été effectués : les aldéhydes et les BTEX, en particulier le formaldéhyde et benzène considérés comme des polluants prioritaires en matière de surveillance par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses). La mesure est réalisée à l'aide de tubes à diffusion passive (photos 1 et 2), les tubes passifs ayant été exposés sur site du lundi matin au vendredi après-midi sur une durée de 4,5 jours. Un suivi continu du dioxyde de carbone, de la température et de l'humidité a également été effectué.



Photos 2 et 3 : 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.



Photos 4 et 5 : dispositif de mesure du formaldéhyde et du benzène

suivi du dioxyde de carbone, température, humidité

L'appareil Q-Track 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 (10 minutes).



Photos 6 : appareil de mesure du dioxyde de carbone, de l'humidité relative et de la température lors de la seconde phase de l'étude (9 au 13 septembre 2013).

les résultats

Ce chapitre présente les résultats de la campagne de mesure de l'air intérieur menée avant et après les travaux de rénovation, notamment :

- le suivi des paramètres de confort et de confinement ;
- le suivi des polluants intérieurs.

A noter que dans le cadre du suivi des polluants de l'air intérieur, les données sont comparées aux valeurs de référence établies par différents organismes, en fonction des polluants et des temps d'exposition. C'est pourquoi les niveaux de formaldéhyde sont comparés à la valeur repère établie par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP), et les niveaux de benzène sont comparés à la valeur guide de qualité d'air intérieur établie par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Anses).

Les valeurs de référence sont mentionnées en annexe 5.

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 les pièces instrumentées.

Une représentation graphique de l'évolution des températures et humidité relative moyennes lors de la semaine du 30 juillet au 6 août 2012 (période 1), et lors de la semaine du 9 au 13 septembre 2013 (période 2), permet de visualiser l'évolution des paramètres de confort.

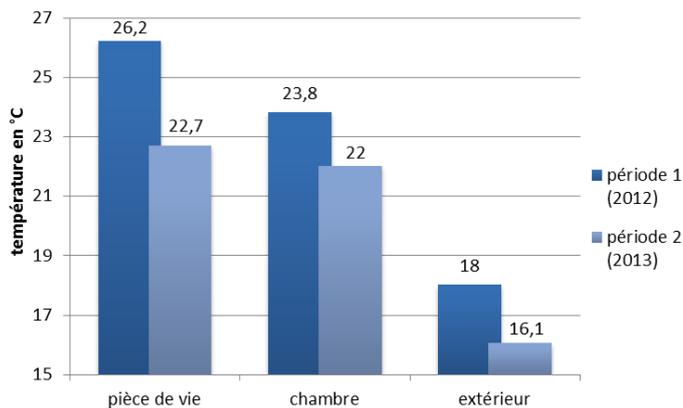


Figure 1 : Température moyenne enregistrée lors des deux périodes de mesure

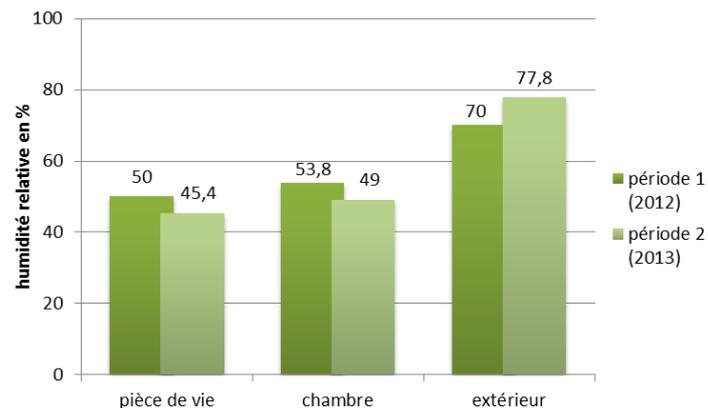


Figure 2 : humidité relative moyenne enregistrée lors des deux périodes de mesure

L'évolution de la température moyenne, avant et après la rénovation, met en évidence une diminution de $3,5^{\circ}\text{C}$ entre les deux périodes de mesure dans la pièce de vie, et une diminution de $1,8^{\circ}\text{C}$ dans la chambre. L'humidité relative diminue également entre les 2 périodes de mesure, en moyenne de 9% dans les 2 pièces.

D'après le diagramme de confort hygrothermique⁷ (figure ci-dessous), 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, pour les 2 périodes de mesure, met en évidence que les conditions climatiques à l'intérieur de la maison se situent dans la zone optimale de confort. Attention toutefois au taux d'humidité inférieur à 50%, révélateur d'une atmosphère relativement sèche.

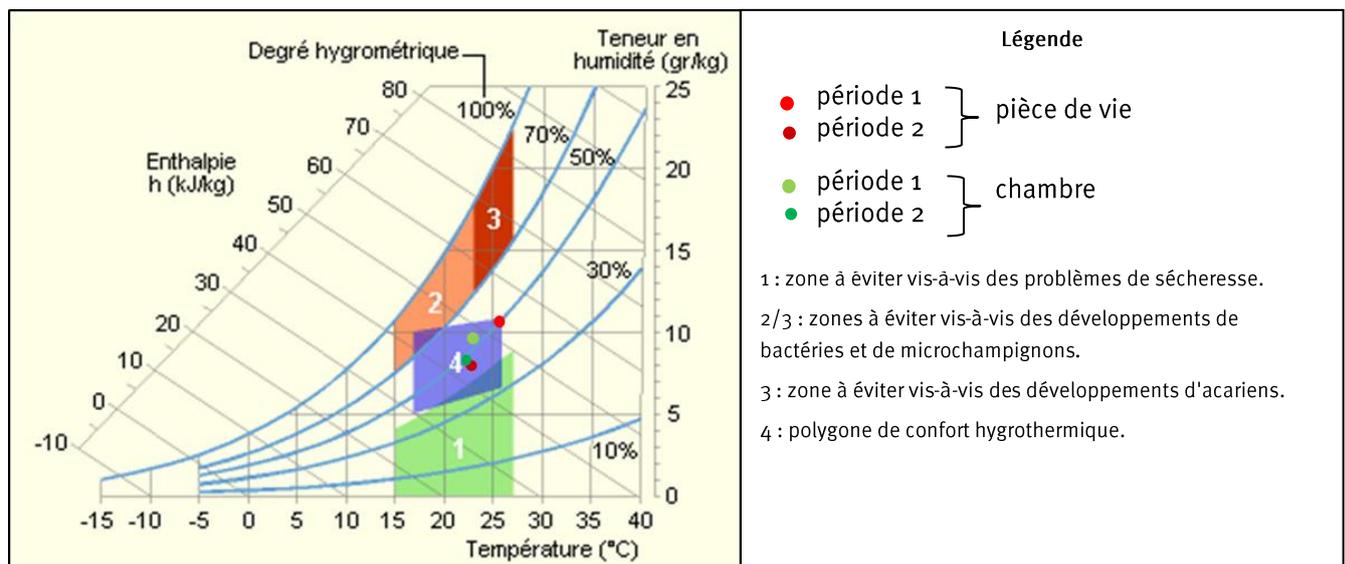


Figure 3 : diagramme de confort hygrothermique

⁷ ISELT P., ARNDT U., CAUCHEPIN J.L, *Manuel de l'humidification de l'air*, 1997 - 240 p., Paris

suivi des paramètres de confinement

Témoin de confinement, la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) 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.

Le confinement a été mesuré dans les deux pièces instrumentées pour la mesure des COV. Les concentrations moyennes enregistrées pendant les 2 périodes de mesure sont présentées sur la figure suivante :

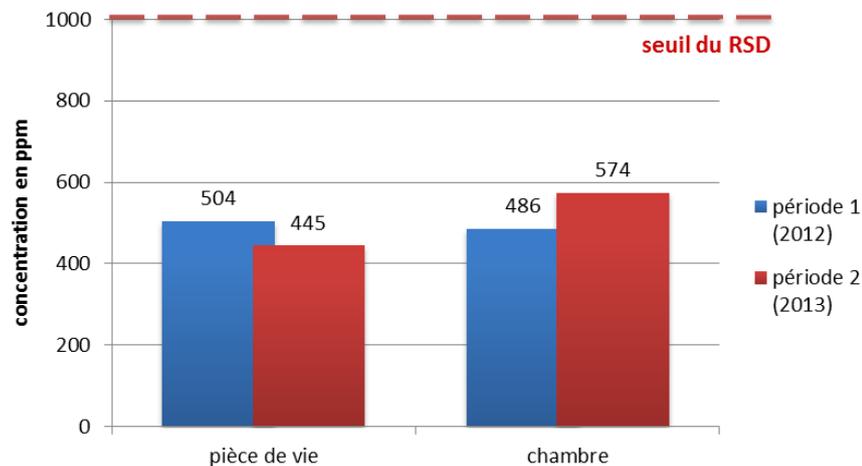


Figure 4 : concentrations moyennes en dioxyde de carbone dans les deux pièces

Concernant les deux périodes de mesure, 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 dioxyde de carbone indiquent un faible niveau de confinement dans les deux pièces instrumentées. A noter que le taux mesuré dans l'environnement intérieur du logement de Mesnard-la-Barotière après rénovation est proche du taux moyen mesuré dans l'air extérieur en 2013⁸ (395 µg/m³), il s'agit donc d'un bon indicateur de l'efficacité de la ventilation mise en place au cours de la rénovation.

Lors de la seconde période de mesure, après rénovation du logement, aucun dépassement du seuil de 1000 ppm n'a été enregistré dans la pièce de vie. Quelques dépassements ponctuels du seuil du règlement sanitaire départemental ont été enregistrés dans la chambre, pendant les périodes de sommeil. Néanmoins, la durée totale de ces dépassements représente moins de 10 % de la période de mesure globale. En d'autres termes, durant 90 % du temps les niveaux de dioxyde de carbone dans la chambre demeurent inférieurs au seuil de 1000 ppm.

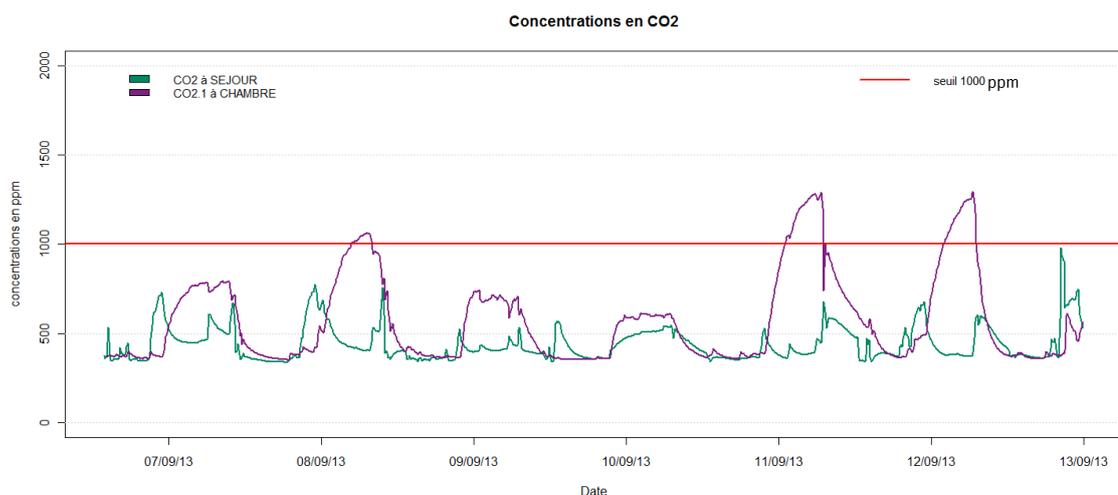


Figure 5 : évolution temporelle des concentrations en CO₂ lors de la seconde période de mesures (9 au 13 septembre 2013)

Il est intéressant de souligner que la mise en place d'une meilleure isolation aurait pu favoriser une augmentation du confinement, ce n'est pas le cas grâce à la mise en place la ventilation mécanique. Au final, des économies d'énergie liées au chauffage de l'habitation devraient être réalisées sans augmenter le confinement.

⁸ Trends in Atmospheric Carbon Dioxide : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

suivi des aldéhydes

Les résultats des concentrations moyennes en aldéhydes à l'intérieur des deux pièces et lors de la seconde période de mesures (9 au 13 septembre 2013) sont représentés sur la figure suivante.

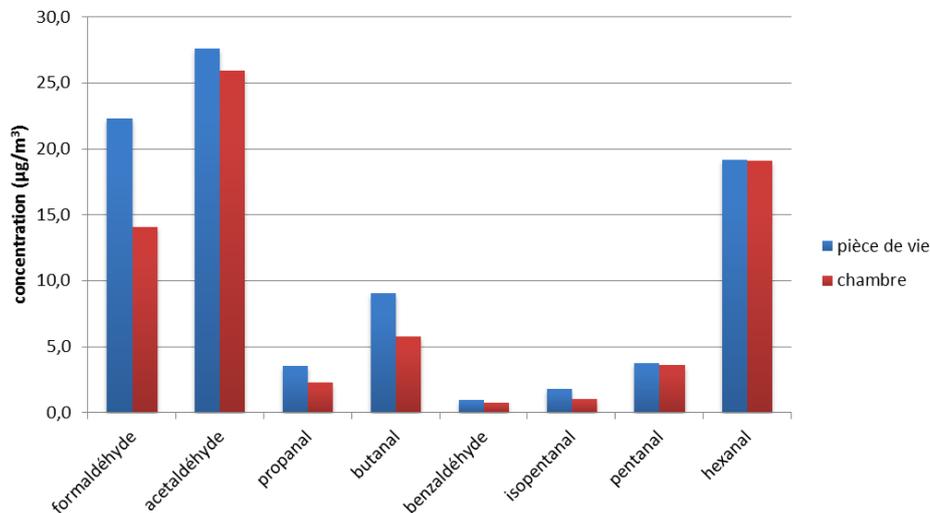
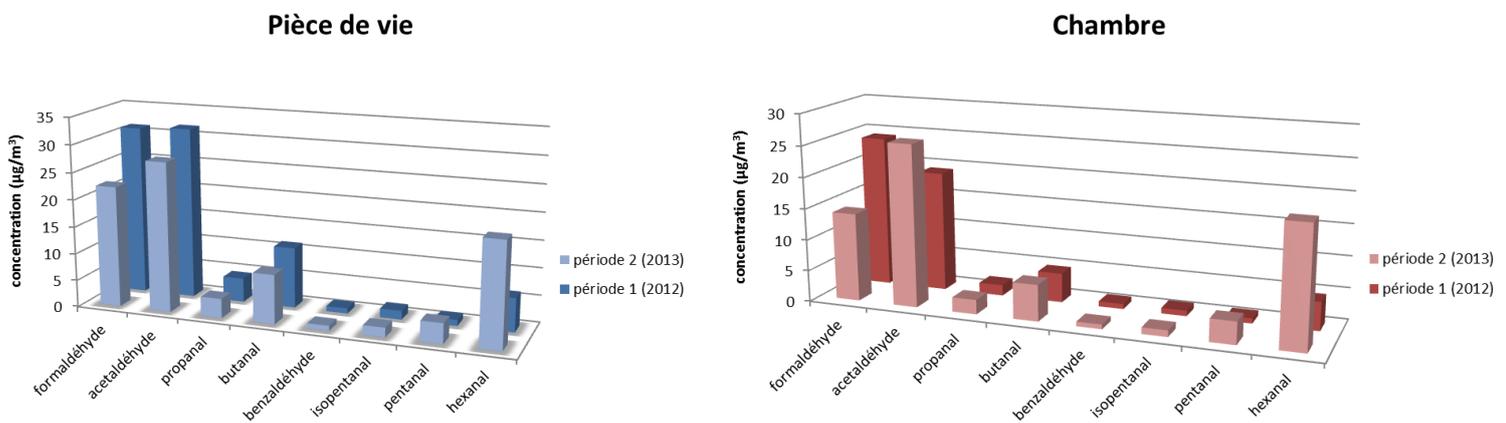


Figure 6 : concentration moyenne en aldéhydes dans les deux pièces lors de la seconde période de mesures

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 (par exemple activités de cuisine) et par conséquent aux sources de pollution.

La figure suivante permet de comparer les niveaux d'aldéhydes mesurés avant et après rénovation :



Figures 7 et 8 : concentrations moyennes en aldéhydes dans les deux pièces lors des deux périodes de mesure

Dans la pièce de vie, on observe une baisse des concentrations moyennes concernant la majorité des aldéhydes, sauf l'hexanal et le pentanal où les concentrations sont en hausse lors de seconde période de mesures.

Dans la chambre, les concentrations moyennes sont en hausse pour les aldéhydes autres que le formaldéhyde.

Dans les deux pièces, on observe en particulier une hausse des concentrations en hexanal, en moyenne de $13,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette progression est probablement liée aux travaux de peinture, principale émettrice de cet aldéhyde. Rappelons toutefois que cette molécule ne fait pas l'objet de réglementation en air intérieur, ni de valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI).

suivi du formaldéhyde avant et après rénovation

Lors de la seconde période de mesures, les niveaux de formaldéhyde mesurés sont plus faibles dans les deux pièces : 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la pièce de vie et 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la chambre, soit une diminution respective de 29% et 42%.

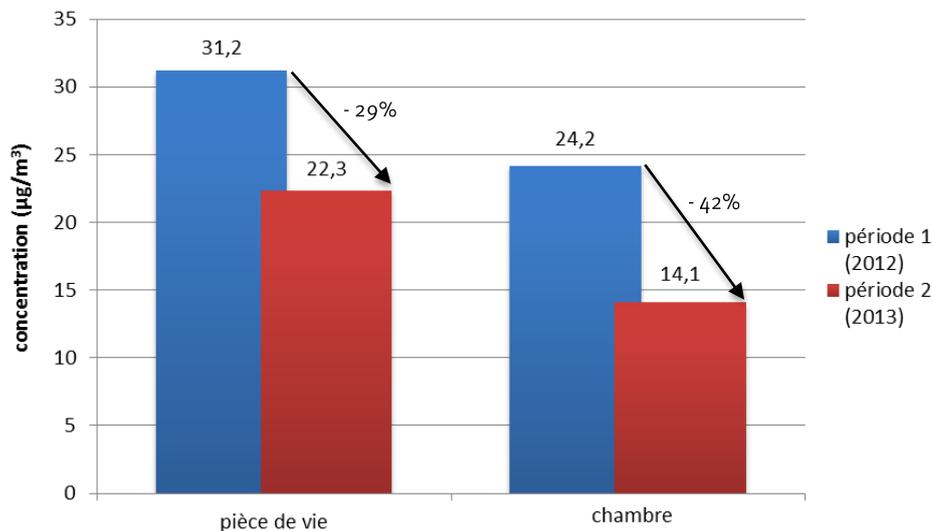


Figure 9 : concentration moyenne en formaldéhyde dans les deux pièces

Cela souligne l'effet positif de la mise en place de matériaux et produits peu émissifs en formaldéhyde sur les niveaux mesurés dans l'air intérieur. Cela concerne en particulier la mise en œuvre de peintures avec faible taux de COV sur les murs et plafonds, la mise en place d'un carrelage comme revêtement de sol, et dans une moindre mesure de l'arrêt du tabagisme à l'intérieur.

Néanmoins, après rénovation, les niveaux de formaldéhyde mesurés sont plus élevés que lors de la campagne de mesures dans la maison éco-performante des Herbiers, en 2011 [7].

comparaison aux valeurs de références pour l'air intérieur

FORMALDEHYDE

Les concentrations moyennes en formaldéhyde mesurées sont **inférieures à la valeur repère de qualité d'air de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , valeur fixée par le Haut Conseil de Santé Publique en 2009 et en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée.

suivi des BTEX

Les résultats des concentrations moyennes en benzène, toluène, éthyl-benzène, m,p,o-xylène dans la maison et à l'extérieur, lors de la seconde période de mesures, sont représentés sur la figure suivante.

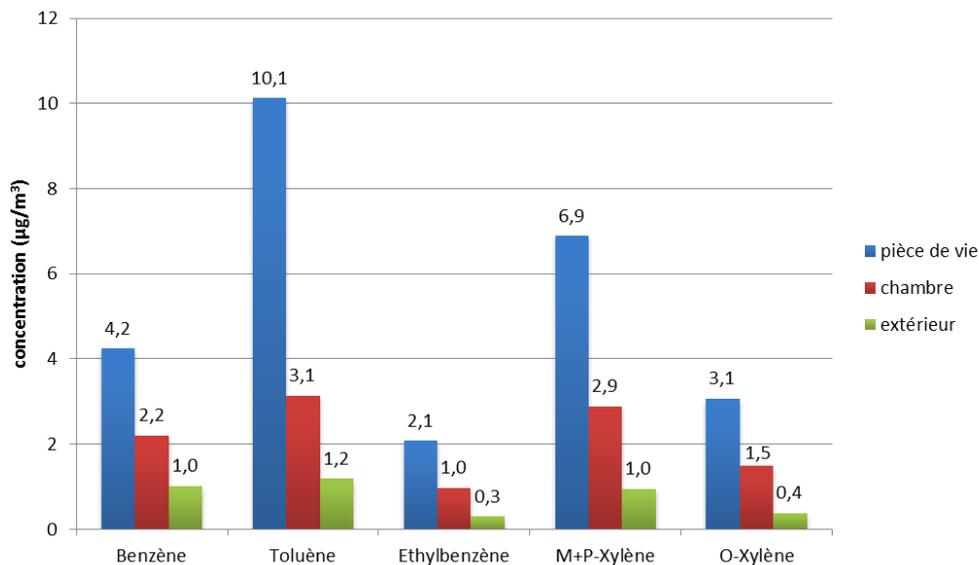
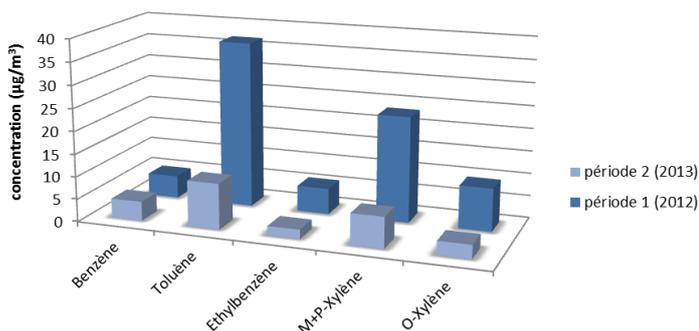


Figure 10 : concentration moyenne en BTEX dans les deux pièces de la maison et à l'extérieur

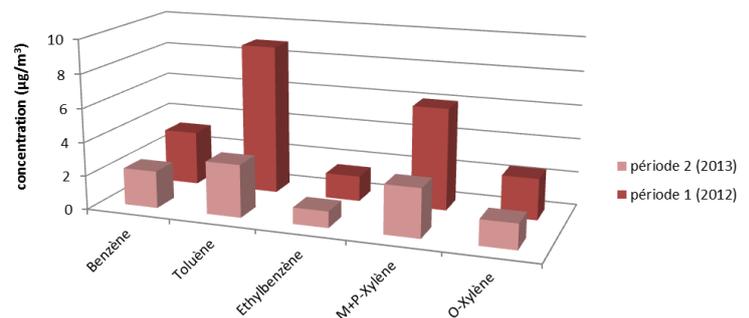
Les niveaux moyens en BTEX mesurés dans la pièce de vie sont supérieurs d'un facteur 2 à 3 comparés à ceux mesurés dans la chambre, cette pièce étant davantage exposée aux activités humaines, sources de pollution intérieure (par exemple cuisine). Les niveaux extérieurs mesurés sont très faibles, indiquant un moindre niveau de pollution d'origine extérieure.

La figure suivante permet de comparer les niveaux de BTEX mesurés avant et après rénovation :

Pièce de vie



Chambre



Figures 11 et 12 : concentrations moyennes en aldéhydes dans les deux pièces lors des deux périodes de mesure

Dans les deux pièces, on observe une diminution des concentrations moyennes concernant tous les BTEX, en moyenne de -23% pour le benzène à -69% pour le toluène. Cette baisse des concentrations en BTEX peut être mise en relation avec l'introduction de matériaux peu émissifs ainsi que d'une ventilation mécanique, permettant un meilleur renouvellement d'air et donc une concentration moindre des polluants dans l'air intérieur.

suivi du benzène

Après rénovation, les niveaux de benzène mesurés sont plus faibles dans les deux pièces, une diminution de 15% est observée dans la pièce de vie, et 32% dans la chambre, alors que le niveau moyen extérieur augmente de 35%. Cette diminution est liée à la mise en œuvre de matériaux faiblement émissifs associée à la mise en place d'une ventilation et d'un changement d'habitudes du locataire (arrêt du tabagisme dans les locaux et de l'utilisation d'encens).

Néanmoins, dans la pièce de vie, même après les travaux de rénovation, les concentrations en benzène demeurent supérieures à celles mesurées en moyenne dans des logements en France selon des études de l'OQAI dans les années 2000 [5] [6], ainsi que dans la maison éco-performante des Herbiers en 2011 [7].

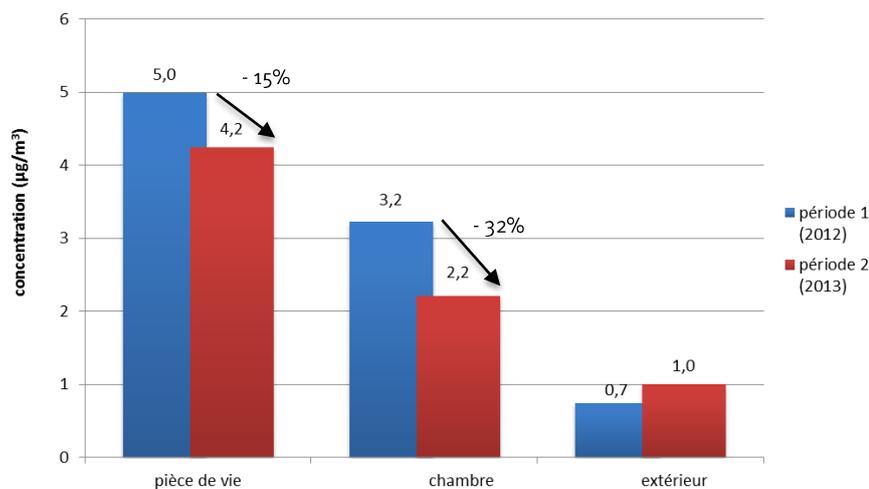


Figure 13 : concentrations moyennes en benzène dans les deux pièces et à l'extérieur

La concentration mesurée en air extérieur est inférieure voire égale à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 précédemment). Le facteur 2 à 6 qui existe entre les concentrations en benzène en air intérieur et extérieur confirme la prédominance des sources de pollution intérieures, par exemple les activités de cuisine.

comparaison aux valeurs de références pour l'air intérieur

BENZÈNE

Les concentrations moyennes en benzène mesurées sont inférieures à la valeur guide de qualité de l'air intérieur pour une exposition de 1 à 14 jours, fixée par l'Anses à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

TOLUÈNE

Les concentrations moyennes en toluène mesurées sont inférieures d'un facteur 40 à la valeur guide de l'OMS fixée à $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne sur une semaine).

conclusions et perspectives

Les résultats du suivi en 2012 et 2013 de la qualité de l'air intérieur dans le logement de Mesnard-la-Barotière, avant et après rénovation, ont mis en évidence :

- en 2013, après rénovation du logement, un niveau de confinement faible et majoritairement en dessous du seuil de 1000 ppm fixé par le règlement sanitaire départemental (RSD). Par rapport à la campagne de mesures avant rénovation, on note un confinement relativement stable, en légère diminution dans la pièce de vie et en légère augmentation dans la chambre.
- des concentrations moyennes en aldéhydes et BTEX qui restent, après rénovation, plus importantes dans la pièce de vie, en lien avec des activités humaines émettrices (par exemple cuisine) ;
- des concentrations moyennes en formaldéhyde (de -29 à -42 %) et en benzène (de -15 à -32 %) en baisse entre les deux campagnes de mesure. Cette évolution est liée à une diminution des émissions des matériaux neufs, du mobilier, et à un changement comportemental (arrêt du tabagisme et de l'usage de bâtonnets parfumés dans l'environnement intérieur) ;
- des concentrations moyennes en formaldéhyde inférieures à la valeur repère de qualité d'air de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fixée par le Haut Conseil de Santé Publique et en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée ;
- des concentrations moyennes en benzène en dessous de la valeur guide de qualité d'air intérieur, fixée par l'Anses à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une semaine d'exposition. Néanmoins, dans la pièce de vie, les concentrations en benzène demeurent supérieures à celles mesurées en moyenne par l'OQAI dans des logements en France dans les années 2000. Le facteur 2 à 6 qui existe entre les concentrations en benzène en air intérieur et extérieur du logement de Mesnard-la-Barotière confirme la prédominance de sources de pollution intérieures.

Cette étude met en évidence l'impact positif global des travaux de rénovation sur les teneurs en formaldéhyde et benzène, liés à l'introduction de matériaux peu émissifs et à la mise en place d'une ventilation. Parallèlement, les résultats de cette étude confirment que le comportement humain constitue un facteur important sur le maintien d'une bonne qualité de l'air dans les habitations, et notamment sur les teneurs en benzène.

En d'autres termes, cette étude montre que des travaux de rénovation favorisant l'isolation et donc les économies d'énergie ne sont pas incompatibles à un maintien voire une amélioration de la qualité de l'air intérieur, s'ils sont menés avec des produits peu émissifs associés à la mise en place d'une ventilation dynamique et d'une sensibilisation des occupants sur leurs comportements.

perspectives

Il est proposé de poursuivre ce suivi de la qualité de l'air intérieur afin d'observer l'évolution temporelle de la baisse des niveaux de COV (notamment sur la diminution des teneurs en hexanal liées aux travaux de peinture). Dans le cadre du projet d'étude PREBAT (Programme de Recherche sur l'Énergie 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 puis un an et deux ans après la livraison.

Par ailleurs, une nouvelle campagne de mesures réalisée en période hivernale associée aux résultats obtenus lors de cette étude permettrait de situer les niveaux mesurés avec des valeurs guides d'exposition annuelle. En effet ces valeurs d'exposition long-terme nécessitent à minima deux séquences de mesure, respectivement en période chaude et froide.

Enfin, 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. La maison de Mesnard-la-Barotière pourrait aussi faire l'objet d'une étude équivalente afin de mieux identifier les sources émissives de formaldéhyde, notamment parmi les matériaux mis en œuvre lors de la rénovation.

annexes

- annexe 1 : plan du logement de Mesnard-la-Barotière
- annexe 2 : Air Pays de la Loire
- annexe 3 : sources de polluants de l'air intérieur
- annexe 4 : effet sanitaire des polluants de l'air intérieur
- annexe 5 : valeurs de référence de l'air intérieur 2013

annexe 1 : plan du logement de Mesnard-la-Barotière

ARCHITECTURES & TERRITOIRES scop
 DAVIET Géraldine
 HERAUD Marie-Eugénie
 architectes 4.p.s.g.
 1 rue de la Chapelle
 85111 LE POISSONNIER VE
 Tél. 02 51 08 46 58
 Fax. 02 51 31 05 97
 www.atg-architectures-et-territoires.com

TABLEAU DE SURFACES:

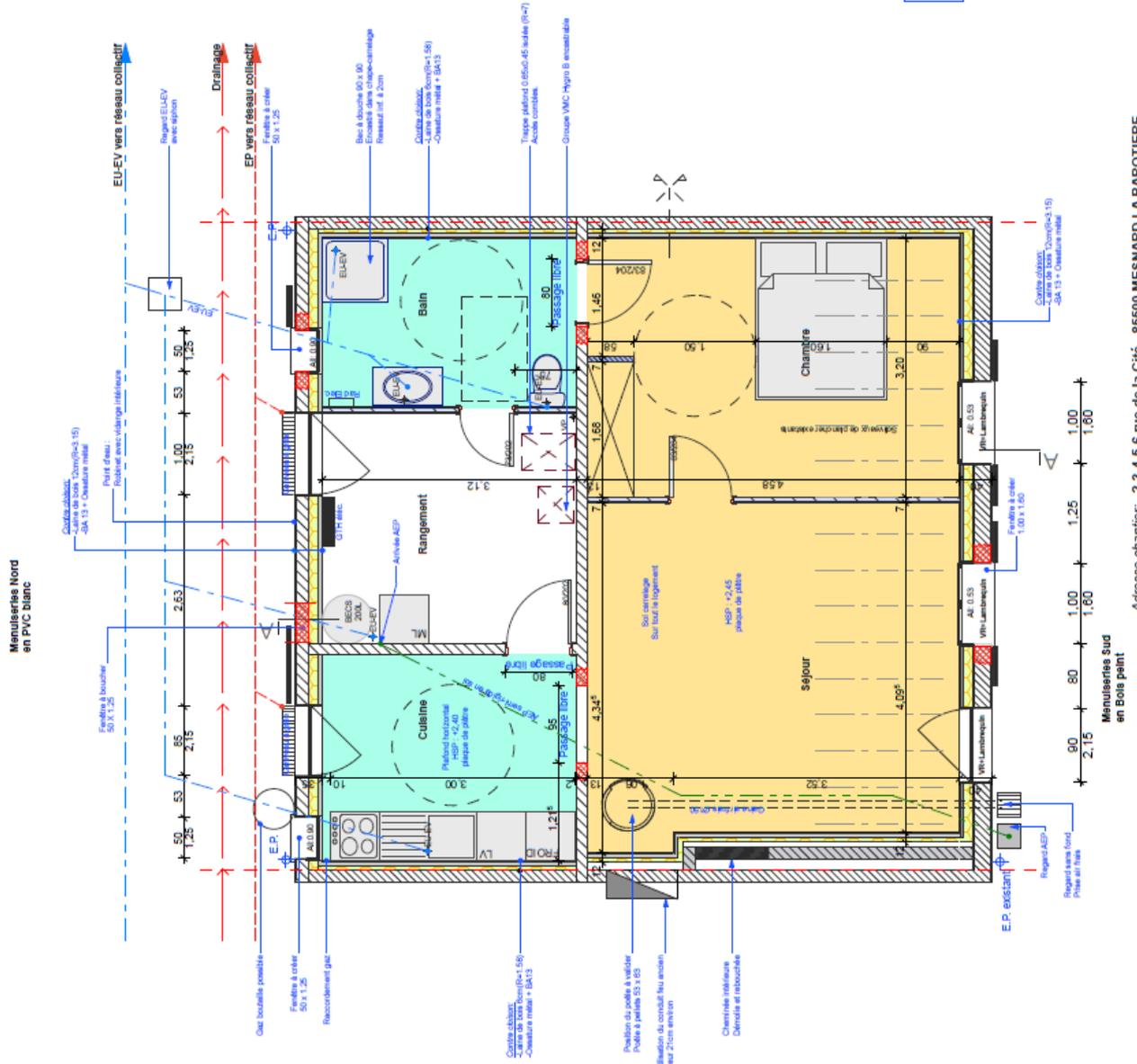
-Cuisine	7,58m ²
-Bain	6,53m ²
-Chambre	14,65m ²
-Sejour	19,01m ²
-Rangement	8,85m ²
Surface habitable total :	57,12m²



Pour le logement 6 :
 La contre cloison située en pignon N-E est identique à celle des façades sur rue et jardin (12 cm de laine de bois).

ETAT FUTUR
Plan de Principe
 Ech. : 1/50
 Le vendredi 10 Février 2012.

09

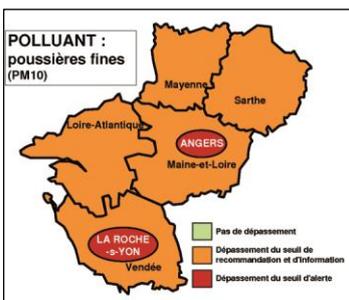
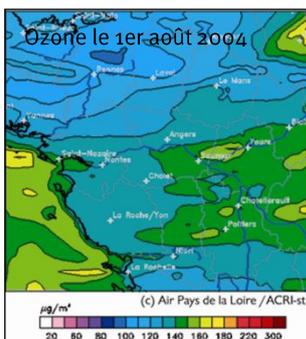
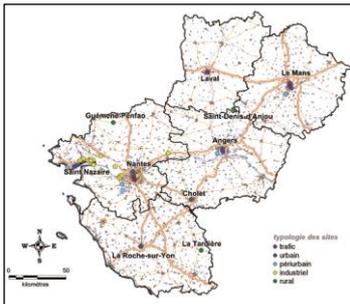


annexe 2 : Air Pays de la Loire

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...

annexe 3 : sources de polluants de l'air intérieur

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
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

sources d'aldéhydes (OQAI, 2010)

Sources des BTEX	
Benzène	Carburants, fumée de tabac, produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration, activités de combustions
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

Sources de BTEX (OQAI, 2010)

annexe 4 : effets sanitaires des polluants de l'air intérieur

formaldéhyde

Le formaldéhyde fait 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 (VGA) 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 CIRC⁹ 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 Toxiques 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.

⁹ 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. 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 lors de taux d'humidité important), 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 5 : valeurs de référence de l'air intérieur 2013

Organisme / réglementation	Molécule	Valeur(s) de référence
Décret n° 2011-1727 Applicable dans les ERP	Formaldéhyde	<ul style="list-style-type: none"> • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2015 ; • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue à compter du 1^{er} janvier 2023.
	Benzène	<ul style="list-style-type: none"> • 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2013 ; • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue à compter du 1^{er} janvier 2016.
ANSES	Formaldéhyde	<p>VGAI court terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$: pour une exposition de 2 heures. <p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition supérieure à un an.
	Benzène	<p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an. • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵. • 0,2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ 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 $\mu\text{g.m}^{-3}$ 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 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne de 1 à 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène.
HCSP	Formaldéhyde	<p>Valeur cible : 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$, à atteindre en 2019</p> <p>Valeur repère de qualité d'air (2009) : 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$</p> <p>Valeur d'information et de recommandations (2009) : 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$</p> <p>Valeur d'action rapide (2009) : 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$</p>
	Benzène	<p>Valeur cible : 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$, à atteindre en 2015</p> <p>Valeur repère de qualité d'air (2010) : 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$</p> <p>Valeur d'action rapide (2010) : 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$</p>
OMS	Toluène	<p>Valeur guide</p> <ul style="list-style-type: none"> • 260 $\mu\text{g.m}^{-3}$: pour une exposition hebdomadaire

valeurs prises en compte dans cette étude

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 VGAI (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 (HCSP) :
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,
- [8] Revue Pollution atmosphérique (Janvier - Mars 2011) - Climat, santé, société - N° 209

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Ademe	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BTEX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
C6H6	benzène
CO	monoxyde de carbone
CO ₂	dioxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
ERP	Etablissement Recevant du Public
HCSP	haut conseil de la santé publique
IARC	centre international de recherche sur le cancer
Medde	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
ppm	partie par million
RSD	règlement sanitaire départemental
VGAI	Valeur Guide de Qualité d'Air Intérieur
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

