

Campagne pilote d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans des bâtiments haut-normands performants en énergie

(dans l'objectif d'une intégration possible d'un volet « évaluation de la qualité de l'air intérieur » dans les appels à projets PREBAT)

Novembre 2011 – novembre 2014



Convention de financement n°1162C0011
Entre l'ADEME et AIR NORMAND



Avertissement

Air Normand est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Haute-Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Air Normand est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.airnormand.fr), ... Les documents ne sont pas systématiquement rediffusés en cas de modification ultérieure.

Lorsque des informations sous quelque forme que ce soit (éléments rédactionnels, graphiques, cartes, illustrations, photographies...) sont susceptibles de relever du droit d'auteur elles demeurent la propriété intellectuelle exclusive de l'association. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces informations faite sans l'autorisation écrite d'Air Normand est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

Pour le cas où le présent document aurait été établi pour partie sur la base de données et d'informations fournies à Air Normand par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par Air Normand de leur exactitude. La responsabilité d'Air Normand ne pourra donc être engagée si les données et informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées, quelles qu'en soient les répercussions.

Air Normand ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels et publications diverses de toutes natures, quels qu'en soient les supports, résultant directement ou indirectement de ses travaux et publications.

Les recommandations éventuellement produites par Air Normand conservent en toute circonstance un caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour prendre une décision, la responsabilité d'Air Normand ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

Toute utilisation totale ou partielle de ce document, avec l'autorisation contractualisée d'Air Normand, doit indiquer les références du document et l'endroit où ce document peut être consulté.

Rapport n° 1180-001
Le 14 décembre 2015,

Les rédacteurs,
Fiona PELLETIER
Sébastien LE MEUR

La Directrice
Véronique DELMAS

Air Normand – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN
Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : contact@airnormand.fr
www.airnormand.fr

Résumé

Dans le cadre du programme PREBAT (Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment), l'ADEME, les CETE Nord Picardie et Normandie Centre et AIR NORMAND ont décidé de tester à partir de 2011 un protocole expérimental relatif à la qualité de l'air intérieur dans huit opérations lauréates PREBAT en Haute Normandie. L'objectif principal de ce travail est de valider le protocole afin de le déployer à d'autres opérations PREBAT en France et de pouvoir ainsi disposer rapidement d'un premier retour d'expérience sur la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments performants en énergie qui, au moment de l'étude, allaient devenir la norme pour les constructions neuves.

Ce travail a permis de montrer que le protocole de mesure est tout à fait opérationnel moyennant quelques ajustements et précautions qui sont détaillés dans le présent rapport. Finalement, ce travail a permis d'alimenter les réflexions d'un groupe de travail national piloté par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), opérateur de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). Ces protocoles d'enquête permettent à la fois de disposer d'un retour d'expérience sur les performances énergétiques réelles d'un bâtiment et par ailleurs de les mettre au regard de la qualité sanitaire du bâtiment et de son confort (acoustique, éclairage...). Parallèlement à l'élaboration de ces protocoles harmonisés, une base de données nationale gérée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a été créée. Les résultats des expérimentations menées à partir de 2013 dans plus de 50 opérations PREBAT en France ont été réalisés selon ces protocoles harmonisés et saisis dans la base de données nationale. L'exploitation de cette base de données sera réalisée au niveau national et de façon régulière par l'OQAI.

SOMMAIRE

1. Sigles, symboles et abréviations	4
2. Introduction	5
3. Eléments nécessaires à la compréhension du document	5
3.1. Contexte.....	5
3.2. Approche choisie.....	7
3.3. Matériel et modèles.....	9
3.4. Méthode	11
3.5. Limites.....	11
4. Déroulement.....	12
5. Résultats.....	12
5.1. Résultats bruts	12
5.2. Résultats transformés	12
6. Interprétation des résultats et discussion	12
7. Conclusion et recommandations	15
8. Bibliographie	16
9. Pages complémentaires.....	16
9.1. Annexe 1 : fiches synthétiques des mesures réalisées dans les 6 logements de la campagne pilote.	16

1. Sigles, symboles et abréviations

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipeement (actuellement CEREMA)
CO : Monoxyde de carbone
COV : Composé Organique Volatil
CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CO₂ : Dioxyde de carbone
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ERP : Etablissements Recevant du Public
HCSP : Haut Conseil en Santé Publique
INDEX : Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the European Union : projet européen visant à réduire les risques sanitaires liés à l'exposition

aux composés chimiques de l'air intérieur et à proposer des recommandations pour limiter les expositions.
LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
NO₂ : Dioxyde d'azote
OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
µg/m³ : microgramme par mètre cube
PM 0.1-2.5 : particule dont le diamètre aérodynamique est compris entre 0.1 et 2,5 µm
ppm : partie par million
PREBAT : Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment
QAI : Qualité de l'Air Intérieur
RSDT : Règlement Sanitaire Départemental Type
VGAI : Valeur Guide en Air Intérieur

2. Introduction

Le programme PREBAT (Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment) a notamment pour objectif de démontrer la faisabilité et d'expérimenter les bâtiments aux normes de demain d'une part en terme de performance énergétique mais également selon d'autres aspects comme le confort ou la qualité sanitaire de l'air. En Haute-Normandie, la première édition de l'appel à projets PREBAT lancée en 2008 et portée par la Direction Régionale de l'ADEME¹ a permis d'identifier et de soutenir 17 projets exemplaires à basse consommation d'énergie. Dès ce premier appel à projet, les bâtiments sélectionnés ont été équipés de compteurs de calories et d'une station météorologique pour suivre les consommations réelles du bâtiment sur plusieurs années². Cette démarche expérimentale haut-normande, plus poussée que ce qui a pu être mis en place dans d'autres régions, a servi de base pour envisager très tôt d'autres expérimentations permettant de disposer d'un premier retour d'expérience sur d'autres aspects que la seule performance énergétique de ces nouveaux types de bâtiments à savoir le confort (notamment acoustique) et la qualité sanitaire de l'air.

Ainsi dès 2010, alors qu'il n'existait pas encore de programme national de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur dans les bâtiments performants en énergie, l'ADEME, les CETE Nord Picardie et Normandie Centre et Air Normand ont bâti un protocole de mesure expérimental pour évaluer la qualité de l'air intérieur dans ce type de bâtiment. Il a ensuite été décidé qu'Air Normand et le CETE Normandie Centre testent ce protocole expérimental dans 8 opérations Prébat haut-normandes avant que celui-ci soit déployé sur un plus grand nombre d'opérations PREBAT en France. C'est pour répondre à cet objectif qu'Air Normand et l'ADEME ont signé une convention de financement (n°1162C0011) pour la réalisation d'une étude pilote.

Les deux principales questions posées dans le cadre de cette étude sont :

- Le protocole expérimental développé est-il complètement opérationnel ou nécessite-t-il des ajustements avant d'être déployé dans un nombre plus important d'opérations Prébat en France ?
- Les premiers résultats obtenus permettent-ils de donner des premières pistes pour savoir si les bâtiments performants en énergie tels qu'ils sont construits à l'heure actuelle sont de nature à atteindre les performances énergétiques attendues tout en garantissant une qualité sanitaire satisfaisante de l'air ?

Dans ce document, destiné en premier lieu à l'ADEME, sont décrits les différents paramètres mesurés, les techniques de mesures et la stratégie d'échantillonnage utilisée ainsi que les principaux résultats obtenus dans le cadre de cette étude pilote. L'interprétation des résultats cherche à apporter des éléments de réponse aux deux questions posées précédemment.

Le rapport est ensuite rendu disponible sur le site www.airnormand.fr pour tout public intéressé.

3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

3.1. Contexte

¹ en partenariat avec la Région Haute-Normandie, les Départements de l'Eure et de la Seine-Maritime, ainsi que la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)

² L'exploitation des résultats de consommation énergétique est réalisée par le CETE Normandie Centre (actuellement CEREMA)

En France, les secteurs résidentiel et tertiaire constituent les premiers consommateurs d'énergie. De ce fait, la prise en compte du changement climatique est depuis plusieurs années au cœur des enjeux du bâtiment. Ainsi depuis 2013, tous les bâtiments nouvellement construits doivent répondre à des exigences de bâtiments économes en énergie, tandis que la généralisation des bâtiments à énergie positive devra se faire en 2020.

Dans ce contexte, la transition énergétique dans le bâtiment passe par la conciliation de plusieurs objectifs : Maîtriser les dépenses énergétiques en assurant une bonne qualité de l'air intérieur. Il apparaît donc essentiel de déterminer si ces bâtiments sont de nature à atteindre les performances énergétiques attendues tout en garantissant une qualité sanitaire satisfaisante de l'air et le confort des occupants et si ce n'est pas le cas d'en comprendre les causes pour éviter que des erreurs soient reproduites à grande échelle.

Le programme PREBAT (Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment) est une démarche nationale qui développe, outre une dimension de recherche, un processus d'identification et de soutien aux bâtiments neufs ou réhabilités très performants en énergie, afin d'en démontrer la faisabilité et d'expérimenter les bâtiments aux normes de demain. Ce programme est décliné localement via des appels à projets régionaux portés par les délégations régionales de l'ADEME.

Le choix des projets lauréats se fonde en premier lieu sur l'exemplarité d'un point de vue énergétique. Néanmoins l'efficacité énergétique ne devant pas conduire à négliger les autres impacts du bâtiment, des critères additionnels tels que la prise en compte des impacts sur l'environnement, la gestion et le confort, la santé sont de plus en plus étudiés. C'est dans ce cadre, que l'ADEME, les CETE Nord Picardie³ et Normandie Centre et AIR NORMAND ont réfléchi dès 2010 au développement d'un volet d'expérimentation relatif à la qualité de l'air intérieur dans certaines opérations PREBAT. Cette réflexion a abouti à la mise au point d'un protocole de mesure expérimental qu'il a été décidé de tester dans le cadre d'une étude pilote en Haute Normandie. Au-delà du test de ce protocole dans le but de le déployer ensuite à d'autres opérations PREBAT sur l'ensemble de la France, cette étude pilote a pour objectifs :

- d'enrichir les retours d'expérience locaux sur la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments performants d'un point de vue énergétique ;
- d'alimenter les réflexions du groupe national animé par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) lancé en octobre 2011 et dont le but est d'établir des protocoles harmonisés pour toute étude dans les bâtiments performants en énergie afin d'alimenter une base de données nationale développée et exploitée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI).

Suite à l'aboutissement fin 2012 des travaux du groupe de travail national piloté par le CSTB et auxquels ont participé un certain nombre de partenaires scientifiques et techniques⁴, les expérimentations sur la qualité de l'air intérieur dans les opérations Prébat se sont poursuivies en s'appuyant les protocoles harmonisés nationaux et ont été étendues à plusieurs régions françaises.

³ Le CETE (Centre d'Etude Technique de l'Équipement) est devenu le CEREMA en 2014 (Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement).

⁴ ADEME, AIR&BIO, Air Normand, Air Rhône-Alpes, ASPA, CETE Nord-Picardie, CETE de l'Ouest, CERTES/Université Paris-Est Créteil, COSTIC, DHUP, EHESP, Ecole des Mines de Douai, HUS/Service pneumologie, INERIS/LCSQA, LCPP, LHVP, PEUTZ, Université Cergy-Pontoise, Université Lyon 1/CNRS écologie microbienne.

3.2. Approche choisie

Les 8 opérations lauréates PREBAT retenues dans le cadre de cette convention sont listées de manière anonyme dans le Tableau 1.

N° de l'opération	Lieu	Type	Date de réception
1	Hauville	Maison individuelle	Juillet 2010
2	Menneval	Maison individuelle	Juin 2010
3	Menneval	Maison individuelle	Juin 2010
4	Malaunay	Petit Collectif (2 logements investigués)	Mars 2011
5	Le Grand-Quevilly	Maison individuelle	Juin 2010
6	Evreux	Immeuble de bureaux	Juin 2012
7	Les Andelys	Maisons en collectif	Juin 2014
8	Dieppe	Immeuble collectif (avant réhabilitation)	Démarrage des travaux : octobre 2014

Tableau 1 : liste des opérations Prébat retenues dans le cadre de la présente étude

L'étude pilote a finalement porté sur les cinq premières opérations. Les trois suivantes ont été investiguées dans un second temps en s'appuyant sur les protocoles harmonisés nationaux de l'OQAI comme prévu dans l'avenant à la convention de financement avec l'ADEME. L'analyse présentée dans la suite du rapport porte sur les résultats de l'étude pilote. Les résultats des trois autres opérations ont été saisis dans la base de données nationale de l'OQAI. Ils seront analysés ultérieurement au niveau national.

Dans le cadre de l'étude pilote, un protocole expérimental relatif à la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments performants en énergie a été développé par les différents partenaires⁵. Les paramètres retenus pour les mesures résultent du croisement entre des composés d'intérêt sanitaire (hiérarchisations OQAI, ANSES, OMS, INDEX), des indicateurs des émissions inhérentes aux matériaux, la faisabilité opérationnelle des mesures (faible encombrement et bruit, fiabilité des systèmes de prélèvement...) et enfin la disponibilité de valeurs de gestion, valeurs guides ou de résultats de mesures validées permettant des comparaisons (campagnes nationales).

Au final, 35 composés chimiques et paramètres de confort ont été sélectionnés. Ils sont récapitulés dans le Tableau 2.

⁵ ADEME, certaines associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) dont Air Normand, le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'air (LCSQA) et le CETE Nord Picardie

Indicateurs de pollution			Indicateur de confinement	Indicateurs de confort thermique	Mesure aéroulique
<u>Hydrocarbures aromatiques :</u> Benzène Toluène Etylbenzène Styrène Xylènes 1,2,4-triméthylbenzène	<u>Aldéhydes :</u> Formaldéhyde Acétaldéhyde Acroléine Propanal Butanal Benzaldéhyde Isopropanal Pentanal Hexaldéhyde	Naphtalène Dioxyde d'azote (NO ₂) Monoxyde de carbone (CO)	Dioxyde de carbone (CO ₂)	Température Humidité relative	Débits d'extraction et de soufflage
<u>Hydrocarbures aliphatiques :</u> n-décane n-undécane	<u>Terpènes :</u> α-pinène Limonène	Particules dont le diamètre est compris entre 0,1 et 2,5 µm (PM 0.1-2.5)			
<u>Hydrocarbures chlorés :</u> Trichloroéthylène Tétrachloroéthylène 1,4-dichlorobenzène	<u>Ethers de glycol :</u> 1-métoxy-2-propanol 1-métoxy-2-propylacétate 2-butoxyéthanaol 2-butoxy-éthylacétate	Moisissures			

Tableau 2 : liste des paramètres retenus dans le cadre du protocole expérimental « Prébat »

Les résultats des différentes mesures des polluants gazeux et particuliers ont été comparés à des valeurs de référence lorsqu'elles existent (valeur-limite et valeur-guide en air intérieur = VGAI). A chaque fois les campagnes de mesures se sont déroulées sur 7 jours, par conséquent les comparaisons aux valeurs de longue durée sont données à titre indicatif. Dans le cadre de cette étude nationale, les résultats ont été comparés aux valeurs guides réglementaires même si ces dernières s'appliquent normalement à un certain type de bâtiments qui est différent de celui investigué.

Les VALEURS-LIMITES du décret n° 2012-14 [1] relatif à la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les Etablissements Recevant du Public (ERP) pour le formaldéhyde, le benzène et tétrachloroéthylène :

Benzène : 10 µg/m³
Formaldéhyde : 100 µg/m³
Tétrachloroéthylène : 1250 µg/m³

Les VALEURS-LIMITES du Haut Conseil en Santé Publique [2] [3] :

Trichloroéthylène :
10µg/m³ (pour les bâtiments existants)
2 µg/m³ (pour les lieux ouverts au public dans des bâtiments neufs à partir de 2013)
PM 0.1-2.5 : 50 µg/m³

Les VALEURS-GUIDES EN AIR INTERIEUR (VGAI) réglementaires du décret n° 2011-1727 [4] relatif à la surveillance réglementaire de la QAI dans les ERP pour le formaldéhyde et le benzène :

Benzène : VGAI à atteindre en 2013 : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (pour une exposition longue durée).

Formaldéhyde : VGAI à atteindre en 2015 : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (pour une exposition longue durée).

Les VGAI indicatives du Haut Conseil en Santé Publique [2] [3] [5] :

Tétrachloroéthylène : $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Trichloroéthylène : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM2.5 : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

La VGAI indicative de l'ANSES [6] :

NO₂ : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Les VGAI indicatives du projet européen INDEX [7] :

Acétaldéhyde : $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Xylènes : $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Styrène : $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Toluène : $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Terpènes : $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$

3.3. Matériel

Pour chaque paramètre retenu dans le cadre de l'étude pilote, le matériel de prélèvement ou de mesure ainsi que la méthode d'analyse utilisée sont présentés dans le Tableau 3.

Paramètres mesurés	Appareillage	Principe d'analyse
Composés Organiques Volatils (COV) et aldéhydes	Echantillonneur passif Radiello® 	HPLC puis détection UV (aldéhydes) Chromatographie gazeuse puis détection par spectrométrie de masse (autres composés)
Dioxyde d'azote (NO₂)	Echantillonneur passif Passam 	Dosage colorimétrique

<p>Particules en suspension (PM 0.1-2.5)</p>	 	<p>pDR 1500 à l'intérieur</p> <p>ADR 1500 à l'extérieur</p> <p>Suivi indicatif de la concentration massique des PM 0,1 - 2,5 par mesure optique en continu</p>
<p>Température Humidité relative Dioxyde de carbone (CO₂) Monoxyde de carbone (CO)</p>		<p>Q-Trak</p> <p>Mesures en continu sur un pas de temps de 10 minutes (analyse et enregistrement)</p>
<p>Débits d'extraction d'air</p>		<p>Swemaflow 233</p> <p>Mesure instantanée (méthode au fil chaud)</p>
<p>Moisissures</p>		<p>Air Test Omega</p> <p>Prélèvement de l'aérobiocontamination par impactage puis comptage des moisissures en laboratoire après incubation</p>

Tableau 3 : méthodes de prélèvement et d'analyse des différents paramètres retenus

Après exposition, les échantillonneurs passifs sont envoyés à des laboratoires spécialisés pour analyse.

Les analyses des aldéhydes et du dioxyde d'azote ont été confiés au laboratoire de chimie d'Airparif (Paris). L'analyse du formaldéhyde est normalisée (norme NF ISO 16000-4 d'avril 2006). Les COV ont quant à eux été quantifiés par la Fondazione Salvatore Maugeri (Italie), laboratoire ayant développé les échantillonneurs utilisés. La méthode de prélèvement et d'analyse est également normalisée (norme NF ISO 16017-2 d'octobre 2003).

Les spores de moisissures viables ont quant à elles été prélevées ponctuellement à l'aide d'un impacteur sur milieu gélosé (5 minutes à 100 litres/minute). Le dénombrement et l'identification des

moisissures ont été réalisés par le laboratoire de parasitologie du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Rouen dans le cadre d'une convention de recherche. Pour chaque bâtiment, deux milieux de culture ont été utilisés, en intérieur et en extérieur. Il s'agit d'un milieu Sabouraud-antibiotique et d'un milieu Sabouraud-antibiotique + cycloheximide. Ce second milieu permet d'inhiber la croissance des moisissures filamenteuses de type mucor et donc de favoriser la croissance des moisissures potentiellement pathogènes.

La mesure des autres paramètres (humidité relative, température, CO₂, CO et PM 0.1-2.5) a été réalisée au moyen d'appareils de mesures automatiques. Les données enregistrées correspondent à des moyennes établies toutes les 10 minutes.

Signalons que les mesures de CO et de particules fines (PM 0.1-2.5) ne sont qu'indicatives (car les appareils utilisés ne sont pas considérés comme étant « de référence ») mais ce choix permet de limiter le nombre d'instruments à installer dans chaque bâtiment et le bruit. Par ailleurs, les appareils pDR 1500 et ADR 1500 utilisés pour cette étude pour réaliser la mesure des PM 0.1-2.5 ont l'avantage de réaliser de mesures sur un pas de temps fin (10 minutes) contrairement aux appareils de référence (pesée d'un filtre après un prélèvement d'une semaine) ce qui permet d'identifier plus facilement les sources à l'origine des pointes de particules.

Cependant, ces données sont à considérer avec précaution car ils ont tendance à surestimer les résultats par rapport aux appareils de référence d'après les évaluations réalisées par le LCSQA⁶.

3.4. Méthode

Echantillonnage temporel

Lors de l'analyse des résultats, les concentrations en polluants mesurés sont comparées aux valeurs de référence existantes au niveau français, européen ou mondial qui sont souvent établies en moyenne annuelle. Afin d'estimer une moyenne annuelle à partir de nos mesures, 2 campagnes de 7 jours ont été réalisées, l'une en dehors de la période de chauffe des bâtiments dite campagne « été », et l'autre en période de chauffe, dite campagne « hiver ». En effet, la littérature scientifique met en évidence des différences de concentrations notables pour certains polluants entre ces 2 types de périodes. Chaque campagne est donc espacée de 5 à 7 mois. Par ailleurs, il est couramment admis qu'il faut un certain temps d'adaptation pour que les occupants d'un bâtiment performant en énergie se familiarisent à ses spécificités (ventilation, température de confort...). De ce fait, les premières mesures de qualité de l'air ne sont réalisées qu'après au moins 6 mois d'occupation du bâtiment.

Echantillonnage spatial

Deux pièces sont investiguées pour chaque logement :

- le salon/séjour ;
- une chambre.

En plus de ces mesures intérieures, des mesures extérieures sont systématiquement réalisées (pour les COV, aldéhydes, NO₂, PM 0.1-2.5, moisissures, température, humidité relative).

3.5. Limites

Les campagnes de mesure réalisées dans les différentes habitations sont ponctuelles (2 x 1 semaine dans l'année), or les concentrations en polluants (chimiques, physiques ou biologiques) peuvent évoluer au cours du temps. En effet, les activités pratiquées dans une pièce, le nombre d'occupants,

⁶ Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air – Indicateurs optiques pour la mesure des particules dans les environnements intérieurs - 2008

l'état du système de ventilation, les habitudes d'aération, la température... peuvent avoir un impact sur la concentration en polluants et sur les paramètres de confort.

Les appareils de mesures des PM 0.1-2.5 utilisés pour cette étude (pDR 1500 et ADR 1500) ne sont pas considérés comme une méthode de référence en air intérieur. Les comparaisons à des valeurs de référence dans la suite du rapport ne sont donc données qu'à titre indicatif.

Enfin, les valeurs de références utilisées dans ce rapport sont susceptibles de modifications ultérieures du fait de l'évolution des connaissances.

4. Déroulement

Les mesures dans les 5 opérations (6 logements) pilotes ont été réalisées entre novembre 2011 et décembre 2012. Les dates exactes figurent dans les fiches de synthèse réalisées pour chaque logement et présentées en annexe 1.

Suite à ces mesures pilotes, les investigations prévues dans les trois opérations restantes ont été suspendues dans l'attente de la sortie des protocoles harmonisés nationaux de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Air Normand a participé à leur élaboration et a assuré la coordination nationale pour les AASQA en vue du déploiement des mesures de qualité de l'air intérieur dans d'autres opérations PREBAT en France. Ainsi les mesures dans les trois opérations restantes en Haute Normandie n'ont repris qu'en janvier 2014 et se sont étalées sur l'ensemble de l'année 2014. Pour ces trois dernières opérations, les résultats ont été saisis dans la base de données nationale OQAI-BPE.

5. Résultats

5.1. Résultats bruts

L'ensemble des résultats bruts « anonymisés » sont disponibles sur demande auprès d'Air Normand (contact@airnormand.fr) pour les 5 opérations de l'étude pilote. Pour les 3 autres opérations les résultats ont été saisis dans la base de données nationale OQAI-BPE en vue d'une exploitation nationale.

5.2. Résultats transformés

Les principaux résultats pour les 6 logements investigués durant l'étude pilote sont présentés sous forme de fiches synthétiques en annexe 1.

6. Interprétation des résultats et discussion

Discussion méthodologique

Les interventions au domicile des particuliers se sont bien déroulées dans l'ensemble. Une personne nous a cependant refusé l'accès à son domicile au sein du petit collectif, réduisant le nombre d'appartements investigués pour le bâtiment de 3 à 2.

Au niveau de la mise en œuvre du protocole initial, certains problèmes ont été rencontrés :

- L'acroléine, composé retenu initialement dans le protocole, n'a finalement pas pu être mesurée car elle n'est pas piégée correctement sur les échantillonneurs passifs utilisés⁷;

⁷ Communication personnelle du Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris

- La mesure des PM 0.1-2.5 en extérieur à l'aide de l'ADR 1500 était difficile dans la plupart des bâtiments investigués en raison de l'absence de prises de courants extérieures et par rapport aux risques de vandalisme. A part cette difficulté, l'appareil s'est révélé bien adapté pour un suivi en air intérieur à la fois du fait de son aspect silencieux et aussi compte-tenu de l'intérêt de disposer des courbes temporelles pour aider à l'identification des sources. A noter que cet appareil a été beaucoup mieux accepté par les occupants que le préleveur MicroVol retenu dans les protocoles harmonisés nationaux de l'OQAI ; ce dernier étant jugé trop bruyant. Cependant, les concentrations massiques déduites des compteurs de particules (pDR 1500 et ADR 1500) sont indicatives, la méthode gravimétrique (pesée des poussières recueillies sur filtre) étant la méthode de référence.

- Des surchauffes ont été observées sur les appareils Q-Trak dues au positionnement des sondes dans la course du soleil. Suite à cette constatation, les appareils ont été placés à distance des vitrages et en tenant compte de l'ensoleillement au cours de la journée dans la pièce investiguée.

- La mesure des débits de ventilation n'a été réalisée que sur les systèmes de type double flux. Pour les systèmes de type simple flux hygroréglable, une mesure de la pression aux bouches d'extraction nécessitait l'utilisation d'un appareillage spécifique dont nous ne disposions pas.

- Concernant l'analyse des moisissures, les méthodes employées par le CHU de Rouen ne sont sans doute pas les plus adaptées à l'air ambiant (méthode et type de gélose adaptés au milieu hospitalier). Il serait préférable à l'avenir de s'appuyer sur les normes ISO 16000. Néanmoins, dans un cas, cette mesure des moisissures dans l'air ambiant a permis de mettre en évidence un problème au niveau du système de ventilation double flux.

Discussion sur les résultats de l'étude pilote

La plupart des résultats des mesures dans les 6 logements de l'étude pilote indique que la qualité de l'air intérieur est plutôt satisfaisante dans les bâtiments investigués. Il semblerait qu'un choix intégré des différentes composantes du bâti (matériaux, systèmes de ventilation, de chauffage...) permette d'obtenir dans la plupart des cas étudiés une bonne qualité de l'air intérieur. Les problèmes rencontrés semblent plutôt liés aux systèmes en place et aux occupants :

- Problème de réglage des débits des installations de ventilation double flux (opérations n° 1, 2 et 3). Il serait intéressant de suivre l'évolution de la qualité de l'air intérieur de ces bâtiments sur plusieurs années, pour voir si les habitants ont su adapter le réglage de leur ventilation et si les performances initiales des ventilations double flux perdurent dans le temps et notamment au regard de l'entretien de celles-ci (changement régulier des filtres, encrassement des conduits aérauliques....) ;

- Encrassement potentiel du réseau aéraulique du puits canadien (opérations n° 2 et 3) avec possibilité de développement de moisissures sur le revêtement interne comme mis en évidence lors de l'expertise complémentaire⁸. Dans le rapport d'expertise, il est indiqué que la conception et la mise en œuvre d'un puits canadien doit tenir compte :

- *De la nature des conduits. Il est préférable de choisir des conduits lisses et limitant la création de biofilms (traitements antimicrobiens). Le système en place (opérations 2*

⁸ Santé Environnement Pour Tous, Dr Odile Massot – Evaluation du développement fongique et bactériologique dans un puits canadien – Résultats d'expertise réalisée le 20 juin 2012.

- et 3) possède des conduits lisses mais aucune information n'est disponible sur le caractère antimicrobien du matériau employé ;*
- *De la position de la prise d'air. Il est préférable que la prise d'air soit à une hauteur suffisante au-dessus du sol (au moins un mètre), éloignée de toute source de pollution extérieure, à l'abri des intempéries et des vents dominants. Elle doit être protégée par une grille et un filtre adapté à la pollution de proximité.). Le système en place (opérations n° 2 et 3) possède une prise d'air au sein d'une marnière (sous-sol) inaccessible pour l'entretien ;*
 - *De l'accessibilité du réseau. Un siphon muni d'une trappe d'accès pour l'inspection et le nettoyage assurent l'évacuation des condensats.). Le système en place (opérations n° 2 et 3) ne possède pas de système d'évacuation des condensats ;*
 - *De la maintenance du système. L'accessibilité aisée aux différents composants du système doit être garantie (conduits, siphon, prise d'air, filtres...) pour un entretien régulier.). Le système en place (opérations n° 2 et 3) ne permet pas l'accessibilité aux différents éléments pour leur entretien ;*

Un suivi régulier du système en place, comme préconisé dans le cadre de l'expertise complémentaire, devrait être réalisé afin de s'assurer qu'il ne dégrade pas la qualité de l'air injecté dans le bâtiment (renouvellement du contrôle fongique dans les 3 à 4 ans et inspection puis nettoyage des conduits suivant les résultats obtenus) ;

- Dans une opération (n° 5), les concentrations en formaldéhyde, acétaldéhyde et hexanal sont nettement plus élevées que les médianes obtenues lors de la campagne nationale « logements » de l'OQAI. Les concentrations estivales et hivernales en formaldéhyde dans ce logement sont également supérieures à la Valeur Guide en Air Intérieur de 30 µg/m³. Ces concentrations sont sans doute liées aux matériaux d'aménagement ou de finition ou de décoration mis en place.

- Les comportements humains dans le bâti peuvent aussi être la source de pollution intérieure :

- Dans la plupart des logements investigués, les concentrations en PM 0.1-2.5 dépassent la valeur guide indicative du Haut Conseil en Santé Publique (20 µg/m³). Cependant, les concentrations en PM 0.1-2.5 obtenues avec les compteurs de particules doivent être considérées avec précaution du fait des raisons invoquées plus haut dans le rapport. Le suivi en continu des concentrations permet de voir que les moyennes de PM 0.1-2.5 sont fortement influencées par des pics plus ou moins importants qui ont lieu en période d'occupation du logement. Les questionnaires remplis par les occupants parallèlement aux mesures nous renseignent sur les sources probables de ces pics : poêle à bois, tabagisme, encens, cuisine...
- Dans 3 logements sur les 6 investigués, les concentrations de CO₂ (indicateur de confinement de l'air) sont supérieures au seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental Type (1300 ppm) plus de 70% du temps d'occupation au cours d'une des 2 semaines de mesure.
- Dans 2 des logements (opérations n° 2 et 3), il semble que ces concentrations en CO₂ élevées soient à mettre en relation avec un problème de réglage des débits des installations de ventilation double flux. Dans l'opération n° 3, à l'image des concentrations en CO₂, les concentrations des COV et des aldéhydes sont plus élevées pendant la période estivale que pendant la période hivernale.
- Dans une opération (opération n° 2), les concentrations en 1,4-dichlorobenzène sont plus élevées que la médiane obtenues lors de la campagne nationale

« logements » de l'OQAI. Il semble que la présence de ce composé (uniquement dans la chambre des occupants) soit liée à l'utilisation d'un produit antimite.

7. Conclusion et recommandations

Cette étude pilote sur la qualité de l'air intérieur dans quelques opérations PREBAT de Haute Normandie a permis de montrer que le protocole expérimental testé est tout à fait opérationnel moyennant quelques ajustements et précautions qui sont détaillés dans le présent rapport. Finalement, ce travail a permis d'alimenter les réflexions d'un groupe de travail national piloté par le CSTB, opérateur de l'OQAI. Ces protocoles d'enquête permettent à la fois de disposer d'un retour d'expérience sur les performances énergétiques réelles d'un bâtiment et par ailleurs de les mettre au regard de la qualité sanitaire du bâtiment et de son confort (acoustique, éclairage...). Parallèlement à l'élaboration de ces protocoles harmonisés, une base de données nationale gérée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a été créée. Les résultats des expérimentations menées à partir de 2013 dans plus de 50 opérations PREBAT en France ont été réalisés selon ces protocoles harmonisés nationaux et saisis dans la base de données nationale. L'exploitation de cette base de données sera réalisée au niveau national et de façon régulière par l'OQAI.

Concernant les résultats de mesure de qualité de l'air intérieur obtenus dans le cadre de cette étude, la plupart des valeurs obtenues pour les 35 paramètres mesurés n'appelle pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence sanitaires.

- Seules les concentrations en PM 0.1-2.5 dépassent fréquemment la valeur guide du Haut Conseil en Santé Publique. Ces concentrations plus élevées semblent attribuables à des pratiques de l'occupant : utilisation d'un poêle à bois, tabagisme, utilisation d'encens ou encore cuisson des aliments. Cependant, les concentrations en PM 0.1-2.5 obtenues avec les compteurs de particules ne sont qu'indicatives. Elles doivent être considérées avec précaution du fait des raisons invoquées plus haut dans le rapport.
- Les concentrations, estivales et hivernales, en formaldéhyde dans le logement n°5 sont supérieures à la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI) de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il est recommandé de rechercher la cause de cette pollution afin d'y remédier et d'assurer un renouvellement d'air suffisant.

Enfin, concernant une des opérations étudiées, une contamination ponctuelle de l'air par les moisissures a été observée. Une expertise du puits canadien et du système de ventilation double-flux installés dans cette habitation a été sous-traitée. Il en ressort que le puits canadien n'est pas installé en suivant toutes les préconisations liées à ce type de système et qu'un changement plus régulier des filtres de la VMC double-flux est recommandé pour éviter une contamination de l'habitation par les moisissures.

8. Bibliographie

- [1] Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public [en ligne]. Journal officiel, n° 0005 du 6 janvier 2012, p. 262. Disponible sur : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025105291&dateTexte=&categorieLien=id> (consulté le 24.07.2015).
- [2] Haut Conseil de la Santé Publique. Avis relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le trichloroéthylène dans l'air des espaces clos [en ligne]. 6 juillet 2012, 3 p. Disponible sur : <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=278> (consulté le 27.07.2015).
- [3] Haut Conseil de la Santé Publique. Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : les particules [en ligne]. Rapport, juillet 2013, 72 p. Disponible sur : <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=371> (consulté le 27.07.2015).
- [4] Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène [en ligne]. Journal officiel, n° 0281 du 4 décembre 2011, p. 20529. Disponible sur : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024909119&dateTexte=&categorieLien=id> (consulté le 24.07.2015).
- [5] Haut Conseil de la Santé Publique. Avis relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le tétrachloroéthylène dans l'air des espaces clos [en ligne]. 16 juin 2010, 2 p. Disponible sur : <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=164> (consulté le 27.07.15.2015).
- [6] ANSES. Propositions de Valeurs Guides de qualité d'Air intérieur, Dioxyde d'azote (NO₂) [en ligne]. Avis et rapport, Edition scientifique, février 2013. 143 p. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2011sa0021Ra.pdf> (consulté le 27.07.2015).
- [7] Koistinen K, Kotzias D, Kephelopoulos S et al. The INDEX project : executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. Allergy [en ligne]. Juillet 2008, volume 63, n°7, pp. 810-819. Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1398-9995.2008.01740.x/abstract;jsessionid=87BEDC7963B54D6CC84966D43CB3892B.f02t04> (consulté le 27.07.2015).

9. Pages complémentaires

9.1. Annexe 1 : fiches synthétiques des mesures réalisées dans les 6 logements de la campagne pilote et synthèse des débits d'air mesurés.

Contexte de l'étude :

Dans le cadre du programme PREBAT coordonné par l'ADEME, Air Normand met en œuvre une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans quelques bâtiments lauréats PREBAT. L'objectif est de vérifier que l'atteinte de bonnes performances énergétiques n'est pas en contradiction avec une bonne qualité de l'air intérieur.

Descriptif du bâtiment retenu dans le cadre du projet PREBAT :

- **Mode constructif** : construction traditionnelle béton
- **Chauffage** : pompe à chaleur
- **Ventilation** : ventilation mécanique contrôlée double flux raccordée à un puits canadien



Dates des campagnes de mesures :

Du 2 au 9 décembre 2011 (campagne d'hiver).

Du 4 au 11 juin 2012 (campagne d'été).

Liste des paramètres mesurés par Air Normand :

Paramètres de confort	Température ; Humidité relative ; Débits d'air ; Dioxyde de carbone (CO ₂)
Polluants chimiques	19 Composés Organiques Volatils (COV) dont benzène, éthers de glycol, terpènes 8 Aldéhydes dont formaldéhyde
Polluants physiques	Dioxyde d'azote (NO ₂) Particules fines (PM2,5) dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm
Polluants biologiques	Moississures

Ces paramètres sont des indicateurs de certaines sources de pollution (matériaux, combustion, trafic routier ...).

Synthèse des résultats (détails p.2) :

Pour la majorité des polluants mesurés, les concentrations n'appellent pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence.

Les concentrations en **particules fines** relevées dans le séjour sont inférieures à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique. Des augmentations ponctuelles sont observées (été comme hiver) en milieu ou fin de journée dans le séjour. Ces pics peuvent être liés à des activités particulières (cuisine, ménage ...) et non au bâtiment lui-même.

Les concentrations en **butanal, pentanal et hexanal** mesurées à l'intérieur du logement sont supérieures aux concentrations moyennes des campagnes "logements" d'Air Normand*. Les sources de ces polluants peuvent être des matériaux de construction/ finition ou d'ameublement ou encore d'autres types de matériels (imprimantes, livres et magazines neufs). Les concentrations de ces trois polluants sont plus élevées l'été 2012 par rapport à l'hiver 2011. Cette augmentation est due, en partie, à l'augmentation classique des émissions de polluants chimiques des matériaux quand la température ambiante augmente. Cette augmentation peut aussi s'expliquer par l'introduction dans le logement de matériel neuf entre les deux campagnes de mesures.

Les concentrations en **2-butoxyéthanol** mesurées dans le logement (en été et en hiver) sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI. Les sources de 2-butoxyéthanol peuvent être des matériaux de construction/ finition ou d'ameublement.

Les concentrations en **α-pinène** mesurées dans le logement (en été et en hiver) sont supérieures à la concentration moyenne des campagnes "logements" d'Air Normand*. Ces résultats sont vraisemblablement liés à une ou des sources de α-pinène présentes à l'intérieur du logement (produits d'entretien, désodorisants, parfums d'intérieur ...) et non au bâtiment lui-même dans la mesure où celui-ci n'intègre que peu de bois (source potentielle d'α-pinène dans sa construction).

Sources des polluants présentés dans cette fiche :

Poussières fines (PM 2.5) : combustion (trafic routier, fumée de tabac, chauffage au bois, cuisine), activités de ménage.

Butanal : photocopieurs, imprimantes à tambours.

Pentanal : livres et magazines neufs, panneaux de particules, peintures à phase solvant.

Hexanal : panneaux de bois et panneaux de particules, peintures, livres et magazines neufs, produits de traitement du bois.

2-butoxyéthanol : peintures, vernis, produits de traitement du bois, fongicides, herbicides.

α-pinène : désodorisants, parfums d'intérieur, produits d'entretien, bois, cire.

Liens utiles :

Plus d'informations sur les polluants de l'air intérieur, les bons gestes à adopter et les résultats de la campagne nationale "logements" (567 logements investigués entre 2003 et 2005) sur le site de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : www.oqai.fr

Plus d'informations sur le programme PREBAT et les bâtiments performants en énergie sur <http://prebat.net/> et sur <http://www.batiment-hn.ademe.fr/>

Plus d'informations sur le volet "air" du programme PREBAT et l'étiquetage des matériaux de construction sur www.airnormand.fr (L'air Normand n°66 d'août 2012).

Le guide de l'INPES sur la pollution de l'air intérieur est disponible sur : www.inpes.sante.fr

Les résultats détaillés du programme européen INDEX sur : <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/>

Les avis publiés par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) sur : <http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvisRapports>

Résultats des mesures de température

La température est globalement stable au cours de la semaine de mesures (moyenne de 19,3°C). On n'observe pas de diminution significative la nuit par rapport au jour. Or, l'ADEME recommande une température de 19°C dans les pièces à vivre le jour et de 16°C dans toutes les pièces la nuit.

Résultats des mesures de CO₂

Le CO₂ (gaz formé par la respiration des occupants et évacué via la ventilation) est un indicateur de confinement. Le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental est fixé à 1300 ppm. Dans le logement, cette valeur n'est jamais dépassée. En effet, la concentration moyenne en CO₂ mesurée est de 615 ppm dans le séjour et 655 ppm dans la chambre. Ces faibles concentrations en CO₂ sont vraisemblablement liées aux performances du système de ventilation.

Résultats des mesures de butanal, pentanal et hexanal

Concentrations (en µg/m ³)	Butanal	Pentanal	Hexanal
Moyennes à l'extérieur	0.8	0.5	0.2
Moyennes à l'intérieur (hiver 2011)	12.1	14.0	75.3
Moyennes à l'intérieur (été 2012)	21.7	23.9	145.5
Moyenne des campagnes "logements" d'Air Normand**	9.6	5.7	31.9

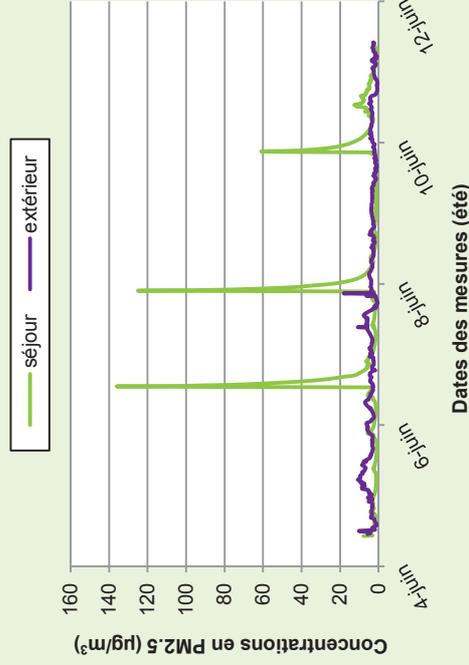
Le butanal, le pentanal et l'hexanal sont des polluants chimiques de la famille des aldéhydes.

Les concentrations en butanal, pentanal et hexanal mesurées à l'intérieur du logement sont supérieures aux moyennes des campagnes "logements" d'Air Normand**.

Les concentrations moyennes à l'extérieur étant quasiment nulles on peut en déduire que les principales sources de ces polluants se trouvent à l'intérieur du logement (voir sources potentielles en p.1). On observe une augmentation des concentrations en butanal, pentanal et hexanal entre l'hiver 2011 et l'été 2012. Cette augmentation est aussi observée pour la plupart des autres aldéhydes mesurés. *Ce constat est assez classique. En effet, l'été, l'augmentation de la température ambiante entraîne une augmentation des émissions d'aldéhydes des matériaux de construction et d'ameublement.*

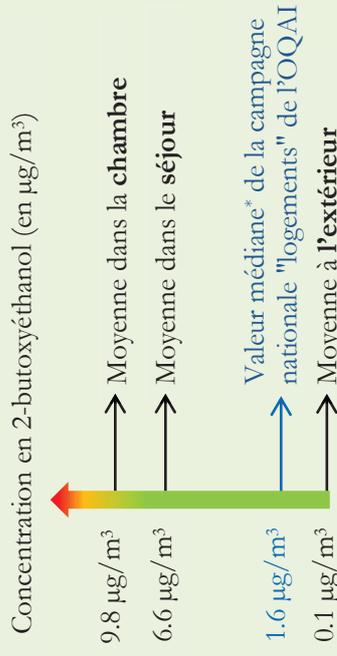
De plus, un meuble neuf (bibliothèque) et des équipements pour bébé ont été introduits dans le logement entre la campagne d'hiver et celle d'été. Ce type de matériel d'ameublement neuf peut émettre, pendant plusieurs mois, des polluants chimiques tels que les aldéhydes. Les émissions de polluants diminuent ensuite au cours du temps.

Résultats des mesures de PM 2,5



La concentration moyenne de PM 2,5 à l'intérieur (4,3 µg/m³) est inférieure à la médiane* de la campagne "logements" (19,1 µg/m³) et également à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique (20 µg/m³). Les pics de particules observés (les 6, 7 et 9 décembre) en milieu ou fin de journée sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, activités de ménage).

Résultats des mesures de 2-butoxyéthanol

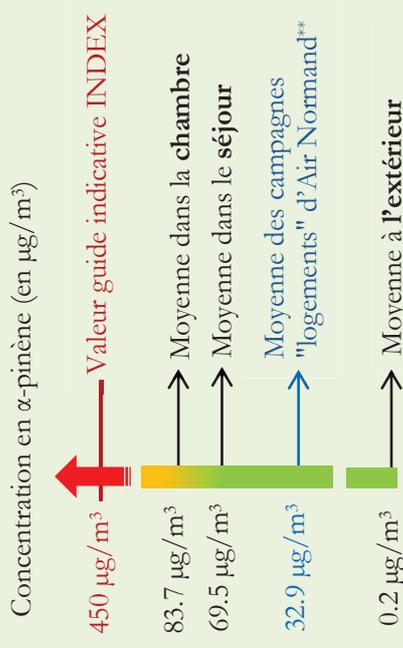


Les concentrations en 2-butoxyéthanol sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI. La concentration moyenne en 2-butoxyéthanol à l'extérieur étant quasiment nulle on peut en déduire que les sources principales de ce polluant se trouvent à l'intérieur du logement (sources potentielles : matériaux de construction/ finition, ameublement ...).

* Médiane : la moitié des logements investigués a des résultats supérieurs à cette valeur, l'autre moitié a des résultats inférieurs.

** Campagnes réalisées dans 10 logements en Haute-Normandie entre 2011 et 2014 (programme PREBAT et OQAI-BBC).

Résultats des mesures de α-pinène



Concentration en α-pinène (en µg/m³)

Les concentrations en α-pinène sont inférieures à la valeur guide indicative INDEX mais supérieures à la moyenne des campagnes "logements" d'Air Normand**. La concentration moyenne en α-pinène à l'extérieur étant quasiment nulle on peut en déduire que les sources principales de ce polluant se trouvent à l'intérieur du logement (sources potentielles : produits d'entretien, désodorisants, parfums d'intérieur).



Opération n° 1

Type de ventilation : ventilation mécanique contrôlée double flux.

Le système comporte quatre vitesses. Les différentes vitesses sont utilisées ainsi :

- Vitesse 1 : de 21h à 6h ;
- Vitesse 2 : de 6h à 9h et de 18h à 21h ;
- Vitesse 3 et 4 : assez bruyantes, utilisation pendant la douche et la cuisine uniquement ;
- Arrête de la ventilation : de 9h à 16h sauf le mercredi, le samedi et le dimanche où la vitesse 2 est enclenchée.

La vitesse testée est la 2, elle correspond à celle utilisée lors de la phase d'occupation habituelle du logement.

Débits de ventilation (en m³/h) mesurés pendant la phase estivale en vitesse 2 (le 04/06/2012) :

Type de bouche	Emplacement	Débit minimal réglementaire	Débits mesurés	
Extraction	Salon-cuisine		11	
	Buanderie		0	
	Salle de bain bas	105 (dont 45 en cuisine)	16	48
	Salle de bain haut		8	
	WC bas		13	
	WC haut		0	
Soufflage	Salon bouche 1	≈ 105	12	≈ 123
	Salon bouche 2		12	
	Bureau bas		13	
	Palier haut		13	
	Chambre 1		25	
	Chambre 2		16	
	Chambre 3		12	
	Chambre 4		≈ 20 (chambre en travaux, estimation du débit)	

Pas de mesures de ventilation pendant la phase hivernale.

Contexte de l'étude :

Dans le cadre du programme PREBAT coordonné par l'ADEME, Air Normand met en œuvre une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans quelques bâtiments lauréats PREBAT. L'objectif est de vérifier que l'atteinte de bonnes performances énergétiques n'est pas en contradiction avec une bonne qualité de l'air intérieur.

Descriptif du bâtiment retenu dans le cadre du projet PREBAT :

- **Mode constructif** : maçonnerie de terre cuite avec enduit pigmenté
- **Isolation** : ouate de cellulose soufflée
- **Chauffage** : poêle à granulés de bois
- **Ventilation** : ventilation mécanique contrôlée double flux raccordée à un puits canadien



Dates des campagnes de mesures :

Du 10 au 17 novembre 2011 (campagne d'hiver).

Du 20 au 27 juin 2012 (campagne d'été).

Liste des paramètres mesurés par Air Normand :

Paramètres de confort	Température ; Humidité relative ; Débits d'air ; Dioxyde de carbone (CO ₂)
Polluants chimiques	19 Composés Organiques Volatils (COV) dont benzène, éthers de glycol, terpènes
Polluants physiques	8 Aldéhydes dont formaldéhyde Dioxyde d'azote (NO ₂)
Polluants biologiques	Particules fines (PM _{2,5}) dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm Moississures

Ces paramètres sont des indicateurs de certaines sources de pollution (matériaux, combustion, trafic routier ...).

Synthèse des résultats (détails p.2) :

Pour la majorité des polluants mesurés, les concentrations n'appellent pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence.

Lors de la campagne estivale dans la chambre, les **concentrations en CO₂** augmentent quand la pièce est occupée et dépassent souvent le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental. Ce phénomène de confinement est vraisemblablement lié à un mauvais réglage des débits de ventilation.

Les concentrations en **1,4-dichlorobenzène** mesurées dans la chambre sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" alors que dans le séjour les concentrations mesurées sont proches de cette valeur médiane*. Ces résultats sont vraisemblablement liés à une source de 1,4-dichlorobenzène présente uniquement dans la chambre (par exemple : antimitite, désodorisant ...) et non au bâtiment lui-même.

La moyenne des concentrations en **particules fines** dans le séjour est inférieure à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique. Des augmentations ponctuelles sont observées (été comme hiver) en milieu de journée dans le séjour. Ces pics peuvent être liés à des activités particulières (cuisine, ménage ...) et non au bâtiment lui-même.

Les concentrations en **hexanal** sont supérieures à la médiane* "logements". Les sources de ces polluants peuvent être des matériaux de construction ou du mobilier.

Les résultats des mesures de **contamination fongique** montrent un environnement intérieur propice au développement fongique. Des investigations complémentaires ont été réalisées afin d'en déterminer l'origine.

Sources des polluants présentés dans cette fiche :

1,4-dichlorobenzène : antimitites, désodorisants, insecticides, blocs WC.

Formaldéhyde : matériaux de construction et d'ameublement, livres et magazines neufs, fumée de tabac.

Hexanal : panneaux de bois, peintures, livres et magazines neufs.

Benzène : combustion (trafic routier, fumée de tabac, chauffage, encens).

Toluène : peintures, vernis, colles, vapeurs d'essence.

Ethylbenzène : carburants, cires.

Xylènes : peintures, vernis, colles.

Poussières fines (PM_{2,5}) : combustion (trafic routier, fumée de tabac, chauffage au bois, cuisine), activités de ménage.

Liens utiles :

Plus d'informations sur les polluants de l'air intérieur, les bons gestes à adopter et les résultats de la campagne nationale "logements" (567 logements investigués entre 2003 et 2005) sur le site de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : www.oqai.fr

Plus d'informations sur le programme PREBAT et les bâtiments performants en énergie sur <http://prebat.net/> et sur <http://www.batiment-hn.ademe.fr/>

Plus d'informations sur le volet "air" du programme PREBAT et l'étiquetage des matériaux de construction sur www.airnormand.fr (L'air Normand n°66 d'août 2012).

La réglementation sur les Etablissements recevant du public d'où est extraite la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI) : [décret n°2011-1727 du 2/12/11](http://www.inpes.sante.fr)

Le guide de l'INPES sur la pollution de l'air intérieur est disponible sur : www.inpes.sante.fr

Les avis publiés par le Haut Conseil de Santé Publique : <http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvissRapports>

Résultats des mesures de température

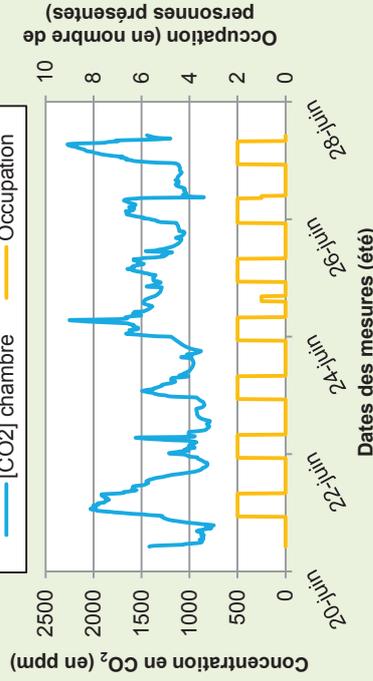
Les températures sont homogènes (sur les deux saisons) dans les deux pièces instrumentées. Le système de régulation de la température semble donc assurer son rôle. On observe une diminution de l'ordre de 2°C la nuit par rapport au jour. Cependant, la température moyenne est de 20.3°C, or, l'ADEME recommande une température de 19°C dans les pièces à vivre le jour et 16°C dans toutes les pièces la nuit.

Résultats des mesures d'humidité relative

L'humidité relative moyenne mesurée dans le logement est de 57.8 %. Une humidité relative inférieure à 20 % peut provoquer un dessèchement et une irritation des yeux et des voies respiratoires. A l'opposé, une humidité relative supérieure à 70 % favorise la prolifération micro-bactérienne.

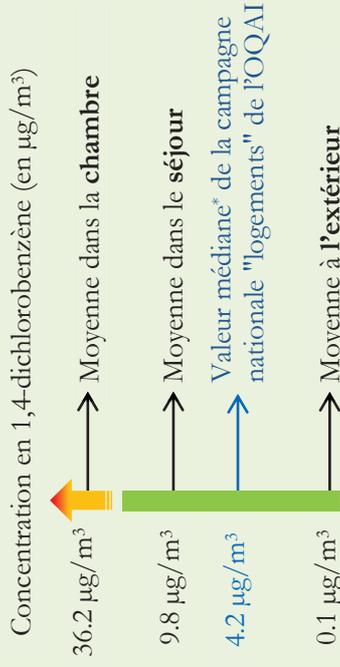
Résultats des mesures de CO₂

Le CO₂ (gaz formé par la respiration des occupants et évacué via la ventilation) est un indicateur de confinement. On observe sur le graphe ci-dessous que la concentration en CO₂ augmente lorsque la pièce est occupée.



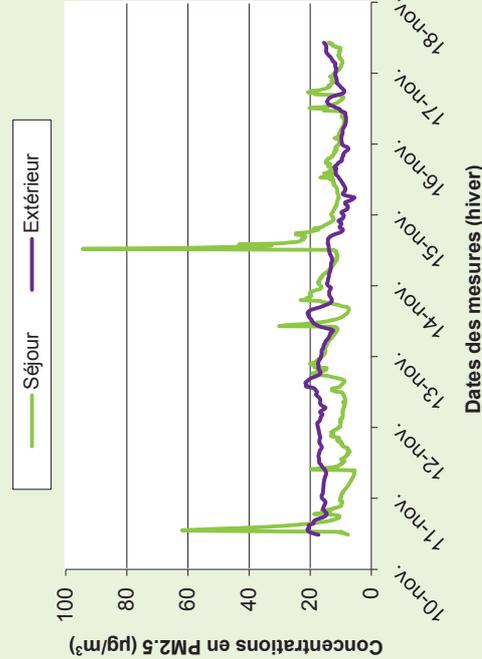
Le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental est fixé à 1300 ppm. Dans le logement, cette valeur est dépassée 74% du temps en été et 3% du temps en hiver (sur les périodes d'occupation du logement). Ceci est vraisemblablement lié à un mauvais réglage des débits de ventilation l'été.

Résultats des mesures de 1,4-dichlorobenzène



La concentration en 1,4-dichlorobenzène est plus élevée dans la chambre que dans le séjour. La concentration en 1,4-dichlorobenzène dans la chambre est supérieure à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI. Les concentrations moyennes en 1,4-dichlorobenzène à l'intérieur du logement sont dues en majorité aux apports de l'air intérieur (voir sources potentielles en p.1).

Résultats des mesures de PM 2,5



La concentration moyenne de PM 2,5 à l'intérieur (12.6 µg/m³) est inférieure à la médiane* de la campagne "logements" (19,1 µg/m³) et à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique – HCSP (20 µg/m³). Les pics de particules observés (les 10 et 14 novembre) en milieu de journée sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, activités de ménage).

Résultats des mesures de formaldéhyde et d'hexanal

Concentrations (en µg/m ³)	Formaldéhyde	Hexanal
Moyenne à l'extérieur	1.5	0.2
Moyenne à l'intérieur (été)	12.8	27.6
Moyenne à l'intérieur (hiver)	10.5	23.4
Médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI	19.5	13.6
Valeur de référence	30 (VGAI 2015)	/

Les concentrations en **formaldéhyde** sont inférieures à la médiane* de la campagne logement de l'OQAI et à la Valeur Guide en Air Intérieur (applicable en 2015).

Les concentrations en **hexanal** à l'intérieur du logement sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI.

L'été, les concentrations en formaldéhyde et hexanal sont plus élevées que l'hiver.

Ce constat est assez classique. En effet, l'été, l'augmentation de la température ambiante entraîne une augmentation des émissions d'aldéhydes des matériaux de construction et d'ameublement. De plus, un meuble neuf (carton + vernis + colle) a été installé dans le séjour entre la campagne d'hiver et la campagne d'été. Ce type de mobilier neuf peut émettre pendant plusieurs mois du formaldéhyde et de l'hexanal.

Les sources potentielles de formaldéhyde et d'hexanal sont détaillées en p.1.

Résultats des mesures de moisissures

La comparaison des résultats fongiques entre l'air intérieur et l'air extérieur du logement tend à montrer un environnement intérieur propice au développement fongique. Pour le moment aucun développement fongique n'est visible sur les parois intérieures. Cependant des investigations complémentaires ont été réalisées (juin 2012) notamment au niveau du puits canadien et du système de ventilation double-flux afin de tenter de déterminer l'origine des spores fongiques.

* Médiane : la moitié des logements investigués a des résultats supérieurs à cette valeur, l'autre moitié à des résultats inférieurs.



Opération n° 2

Type de ventilation : ventilation mécanique contrôlée double flux raccordée à un puits canadien.

Le système comporte quatre vitesses. De manière générale, le système de ventilation est placé sur la vitesse 1.

Les vitesses 1 et 4 ont été testées durant la phase de mesure des débits de ventilation.

Débits de ventilation (en m³/h) mesurés pendant la phase hivernale (le 10/11/2011) :

Type de bouche	Emplacement	Débit minimal réglementaire	Débits mesurés en vitesse 1
Extraction	Cuisine		84
	Salle de bain - RDC	90 (dont 45 en cuisine)	21
	WC - RDC		22
	Salle de bain - étage		NA
Soufflage	Salon bouche 1 – côté cuisine		20
	Salon bouche 2 – côté salon	≈ 90	23.5
	Chambre - RDC		35
	Chambre Sud - étage		NA
	Chambre Est - étage		NA

NA = absence de données



Débits de ventilation (en m³/h) mesurés pendant la phase estivale (le 20/06/2012) :

Type de bouche	Emplacement	Débit minimal réglementaire	Débits mesurés		
			en vitesse 1	en vitesse 4	
Extraction	Cuisine	90 (dont 45 en cuisine)	19	27.2	
	Salle de bain - RDC		5	6.8	
	WC - RDC		6.5	38.3	50.2
	Salle de bain - étage		7.8	9.0	
Soufflage	Salon bouche 1 – côté cuisine	≈ 90	7.1	14.5	
	Salon bouche 2 – côté salon		5.4	12.4	
	Chambre - RDC		7.3	28.2	63.2
	Chambre Sud - étage		4.6	11	
	Chambre Est - étage		3.8	10.3	



Contexte de l'étude :

Dans le cadre du programme PREBAT coordonné par l'ADEME, Air Normand met en œuvre une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans quelques bâtiments lauréats PREBAT. L'objectif est de vérifier que l'atteinte de bonnes performances énergétiques n'est pas en contradiction avec une bonne qualité de l'air intérieur.

Descriptif du bâtiment retenu dans le cadre du projet PREBAT :

- **Mode constructif** : ossature bois sur soubassement maçonné en blocs ciment/pierre ponce et revêtement en bois naturel Douglas
- **Isolation** : ouate de cellulose soufflée
- **Chauffage** : poêle à granulés de bois
- **Ventilation** : ventilation mécanique contrôlée double flux raccordée à un puits canadien



Dates des campagnes de mesures :

Du 10 au 17 novembre 2011 (campagne d'hiver).

Du 20 au 27 juin 2012 (campagne d'été).

Liste des paramètres mesurés par Air Normand :

Paramètres de confort	Température ; Humidité relative ; Dioxyde de carbone (CO ₂)
Polluants chimiques	19 Composés Organiques Volatils (COV) dont benzène, éthers de glycol, terpènes 8 Aldéhydes dont formaldéhyde Dioxyde d'azote (NO ₂)
Polluants physiques	Particules fines dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (PM 2,5)
Polluants biologiques	Moississures

Ces paramètres sont des indicateurs de certaines sources de pollution (matériaux, combustion, trafic routier ...).

Synthèse des résultats (détails p.2) :

Pour la majorité des polluants mesurés, les concentrations observées n'appellent pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence.

A signaler cependant, que l'été, la concentration en CO₂ est supérieure au seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental pendant 89% du temps. Pendant l'hiver le dépassement observé est très faible alors qu'habituellement la période hivernale est plus sujette au phénomène de confinement. Ainsi, le confinement observé dans ce logement en été est vraisemblablement lié à un mauvais réglage des débits de ventilation.

Les concentrations moyennes en formaldéhyde, acétaldéhyde et hexanal sont plus élevées l'été que l'hiver dans le logement. De plus, les concentrations estivales en acétaldéhyde et hexanal sont plus élevées que la médiane* de la campagne nationale "logements". Ces résultats sont vraisemblablement liés à l'augmentation des émissions des matériaux de construction ou d'ameublement l'été, quand la température ambiante est plus élevée.

Les concentrations en particules fines relevées dans le séjour sont inférieures à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). Néanmoins, des augmentations ponctuelles de la concentration en particules fines sont observées l'hiver dans le séjour. Ces pics sont vraisemblablement liés à l'utilisation d'un poêle à granulés de bois et non au bâtiment lui-même.

Sources des polluants présentés dans cette fiche :

Polluants	Sources potentielles
Benzène	Combustion (trafic routier, tabagisme, chauffage, encens, bougies parfumées)
Formaldéhyde	Matériaux de construction et d'ameublement, livres et magazines neufs, photocopieurs, fumée de tabac
Acétaldéhyde	Combustion de bois, fumée de tabac, panneaux à base de bois, peintures
Hexanal	Panneaux à base de bois, peintures, produits de traitement du bois
Poussières fines (PM 2,5)	Combustion (trafic routier, fumée de tabac, cuisine, chauffage bois), activités de ménage

Liens utiles :

Plus d'informations sur les polluants de l'air intérieur, les bons gestes à adopter et les résultats de la campagne nationale "logements" (567 logements investigués entre 2003 et 2005) sur le site de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : www.oqai.fr

Plus d'informations sur le programme PREBAT et les bâtiments performants en énergie sur <http://prebat.net/> et sur <http://www.batiment-hn.ademe.fr/>

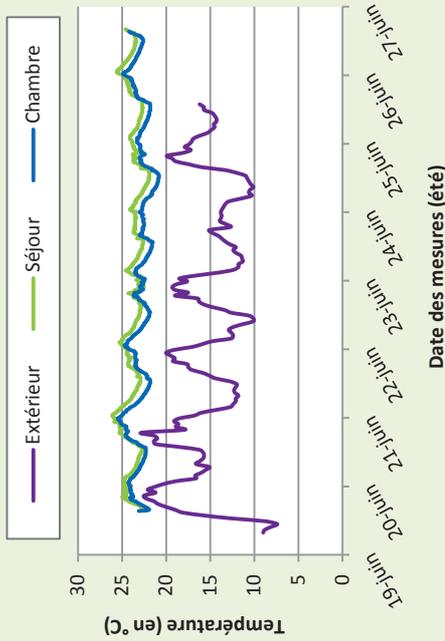
Plus d'informations sur le volet "air" du programme PREBAT et l'étiquetage des matériaux de construction sur www.airnormand.fr (L'air Normand n°66 d'août 2012).

La réglementation sur les Etablissements recevant du public d'où sont extraites les Valeurs Guide en Air Intérieur (VGAI) : dcret.n2011-1727.du.2/12/11

Le guide de l'INPES sur la pollution de l'air intérieur est disponible sur : www.inpes.sante.fr

Les résultats détaillés du programme européen INDEX sur : <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/> et les avis du HCSP : <http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvisRapports>

Résultats des mesures de température



Les températures sont homogènes (sur les deux saisons) dans les deux pièces instrumentées. Le système de régulation de la température semble donc assurer son rôle. On observe une diminution de l'ordre de 2°C la nuit par rapport au jour. Cependant, la température moyenne est supérieure à 22°C l'été. L'ADEME recommande une température de 19°C dans les pièces à vivre le jour et 16°C dans toutes les pièces la nuit.

Résultats des mesures d'humidité relative

L'humidité relative moyenne mesurée dans le logement est de 58,6 %.
Une humidité relative inférieure à 20 % peut provoquer un dessèchement et une irritation des yeux et des voies respiratoires. A l'opposé, une humidité relative supérieure à 70 % favorise la prolifération micro- bactérienne.

Résultats des mesures de CO₂

Le CO₂ (gaz formé par la respiration des occupants et évacué via la ventilation) est un indicateur de confinement. Le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental 1^{er} type est fixé à 1300 ppm. Dans le logement, cette valeur est dépassée **89%** du temps en été et moins de 3% du temps en hiver (sur les périodes d'occupation du logement). Ceci est vraisemblablement lié à un mauvais réglage des débits de ventilation l'été.

Résultats des mesures de formaldéhyde, d'acétaldéhyde et d'hexanal

Concentrations (en µg/m ³)	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Hexanal
Moyennes à l'extérieur	1.4	0.6	0.2
Concentrations estivales à l'intérieur	14.7	22.2	26.2
Concentrations hivernales à l'intérieur	9.2	12.8	16
Médianes* de la campagne "logements" de l'OQAI	19.5	11.6	13.6
Valeurs de référence	30 (VGAI 2015)	200 (INDEX)	/

L'été, les concentrations en formaldéhyde, acétaldéhyde et hexanal sont plus élevées que l'hiver.

Ce constat est assez classique. En effet, l'été, l'augmentation de la température ambiante entraîne une augmentation des émissions d'aldéhydes des matériaux de construction et d'ameublement.

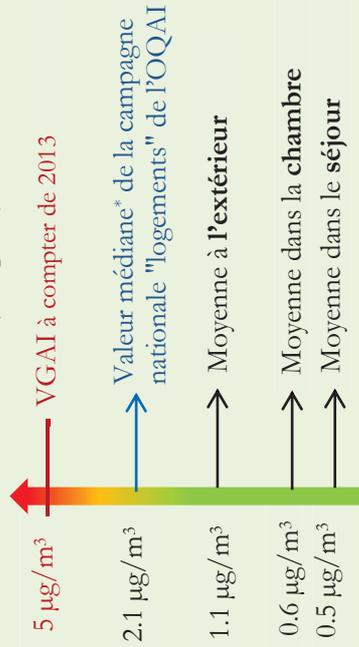
Les concentrations en **acétaldéhyde** et en **hexanal** à l'intérieur du logement sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI.

Les concentrations en **formaldéhyde** sont inférieures aux valeurs de référence.

Les sources principales de formaldéhyde, d'acétaldéhyde et d'hexanal se trouvent à l'intérieur des logements (voir sources potentielles p.1).

Résultats des mesures de benzène

Concentration en benzène (en µg/m³)



Les concentrations moyennes en benzène à l'intérieur du logement sont dues en majorité aux apports de l'air extérieur (voir sources potentielles en p.1). Les concentrations en benzène (mais aussi en toluène, éthylbenzène et xylènes) sont bien plus faibles que la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI.

* Médiane : la moitié des logements investigués a des résultats supérieurs à cette valeur, l'autre moitié a des résultats inférieurs.
VGAI : Valeur Guide en Air Intérieur.

Résultats des mesures de PM 2,5



La concentration moyenne de PM 2,5 à l'intérieur (**12.9 µg/m³**) est inférieure à la médiane* de la campagne "logements" (**19,1 µg/m³**) ainsi qu'à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique (**20 µg/m³**).

Les pics de particules observés (les 14, 15, 16 et 17 novembre) correspondent aux périodes de fonctionnement du poêle à granulés de bois (mode de chauffage principal de l'habitation).

Opération n° 3

Le système comporte quatre vitesses. De manière générale, le système de ventilation est placé sur la vitesse 1.

Les vitesses 1 et 4 ont été testées durant la phase de mesure des débits de ventilation.

Débits de ventilation (en m³/h) mesurés pendant la phase hivernale (le 10/11/2011) :

Type de bouche	Emplacement	Débit minimal réglementaire	Débits mesurés en vitesse 1	
Extraction	Cuisine	75 (dont 45 en cuisine)	75	131
	Salle de bain - RDC		21	
	WC - RDC		35	
Soufflage	Salon bouche 1 – côté canapé	≈ 75	75	155
	Salon bouche 2 – côté télé		37	
	Chambre - Sud		43	
	Chambre - Est		NA	

NA = absence de données

Débits de ventilation (en m³/h) mesurés pendant la phase estivale (le 20/06/2012) :

Type de bouche	Emplacement	Débit minimal réglementaire	Débits mesurés en vitesse 1		Débits mesurés en vitesse 4	
Extraction	Cuisine	75 (dont 45 en cuisine)	11.5	21.7	23.2	40.2
	Salle de bain		6.6		11	
	WC		3.6		6	
Soufflage	Salon bouche 1 – côté canapé	≈ 75	9.2	30.8	25.2	76
	Salon bouche 2 – côté télé		7.5		20.2	
	Chambre Sud		7.4		14.2	
	Chambre Est		6.7		16.4	

Contexte de l'étude :

Dans le cadre du programme PREBAT coordonné par l'ADEME, Air Normand met en œuvre une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans quelques bâtiments lauréats PREBAT. L'objectif est de vérifier que l'atteinte de bonnes performances énergétiques n'est pas en contradiction avec une bonne qualité de l'air intérieur.

Descriptif du bâtiment retenu dans le cadre du projet PREBAT :

- **Mode constructif** : construction traditionnelle (murs en béton + parement en terre cuite)
- **Isolation** : laine de verre (murs et plafonds), laine de roche (plafonds), polystyrène expansé (planchers bas), polyuréthane (plafonds sous terrasse)



- **Menuiseries** : double vitrage à isolation renforcée avec lame d'argon
- **Chauffage** : pompe à chaleur eau-eau glycolée avec sondes verticales
- **Ventilation** : ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable collective

Liste des paramètres mesurés par Air Normand :

Paramètres de confort	Température ; Humidité relative ; Dioxyde de carbone (CO ₂)
Polluants chimiques	19 Composés Organiques Volatils (COV) dont benzène, éthers de glycol, terpènes 8 Aldéhydes dont formaldéhyde
Polluants physiques	Dioxyde d'azote (NO ₂) Particules fines
Polluants biologiques	dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (PM 2,5) Moisissures

Ces paramètres sont des indicateurs de certaines sources de pollution (matériaux, combustion, trafic routier ...).

Dates des campagnes de mesures :

- Du 4 au 11 janvier 2012 (campagne d'hiver).
- Du 9 au 16 mai 2012 (campagne d'été).

Synthèse des résultats (détails p.2) :

Pour la majorité des polluants mesurés, les concentrations observées n'appellent pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence. A signaler cependant des concentrations de formaldéhyde légèrement supérieures à la médiane de l'étude "logements" menée par l'OQAI. Les sources de formaldéhyde se trouvent essentiellement dans les environnements intérieurs, les concentrations observées peuvent être liées aux matériaux de construction/ finition ou au mobilier.

Par ailleurs, les concentrations moyennes en styrène sont plus élevées dans le logement que dans la campagne nationale "logements". Ces résultats peuvent être liés aux produits de construction et d'ameublement ou bien à l'utilisation de certains produits par les occupants (encens, désodorisants ...).

Les concentrations en particules fines relevées dans le séjour sont supérieures à la valeur guide du HCSP (Haut Conseil de Santé Publique). Les pics de particules fines ont lieu lors des périodes d'occupation du logement et sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, bougies parfumées...) et non au bâtiment lui-même.

Sources des polluants présentés dans cette fiche :

Polluants	Sources potentielles
Benzène	Combustion (trafic routier, tabagisme, chauffage)
Formaldéhyde	Matériaux de construction et d'ameublement, livres et magazines neufs, photocopieurs, fumée de tabac
Styrène	Matières plastiques, matériaux isolants, encens, désodorisants
Poussières fines (PM 2,5)	Combustion (trafic routier, fumée de tabac, cuisine), activités de ménage

Liens utiles :

Plus d'informations sur les polluants de l'air intérieur, les bons gestes à adopter et les résultats de la campagne nationale "logements" (567 logements investigués entre 2003 et 2005) sur le site de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : www.oqai.fr

Plus d'informations sur le programme PREBAT et les bâtiments performants en énergie sur <http://prebat.net/> et sur <http://www.batiment-hn.ademe.fr/>

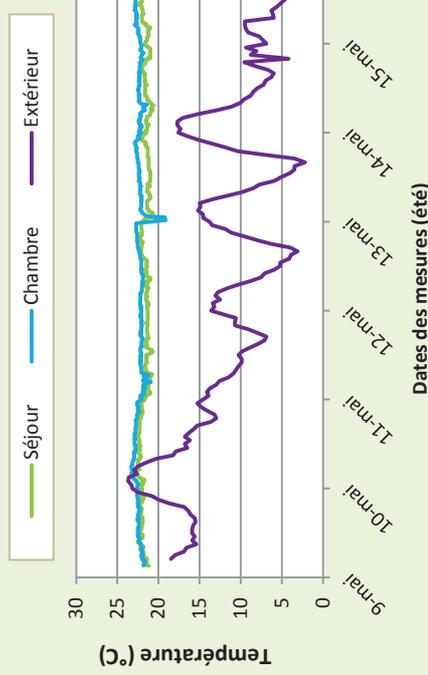
Plus d'informations sur le volet "air" du programme PREBAT et l'étiquetage des matériaux de construction sur www.airnormand.fr (L'air Normand n°66 d'août 2012).

La réglementation sur les Etablissements recevant du public d'où sont extraites les Valeurs Guide en Air Intérieur (VGAI) : [décret n°2011-1727 du 2/12/11](http://www.airnormand.fr)

Le guide de l'INPES sur la pollution de l'air intérieur est disponible sur : www.inpes.sante.fr

Les résultats détaillés du programme européen INDE^X sur : <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/> et les avis du HCSP : <http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvisRapports>

Résultats des mesures de température



Les températures sont homogènes (sur les deux saisons) dans les deux pièces instrumentées. Le système de régulation de la température semble donc assurer son rôle. Cependant, la température moyenne est supérieure à 20°C et n'est pas réduite la nuit. L'ADEME recommande une température de 19°C dans les pièces à vivre et 16 à 17°C dans les chambres le jour et 16°C dans toutes les pièces la nuit.

Résultats des mesures d'humidité relative

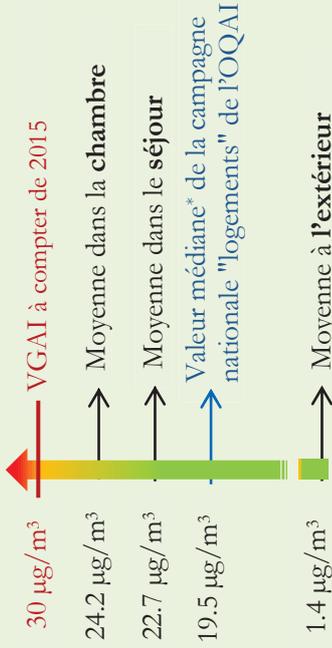
L'humidité relative moyenne mesurée dans le logement est de 45 %. Une humidité relative inférieure à 20 % peut provoquer un dessèchement et une irritation des yeux et des voies respiratoires. A l'opposé, une humidité relative supérieure à 70 % favorise la prolifération microbactérienne.

Résultats des mesures de CO₂

Le CO₂ (gaz formé par la respiration des occupants et évacué via la ventilation) est un indicateur de confinement. Le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental Type est fixé à 1300 ppm. Dans le logement, cette valeur est dépassée 10% du temps en été et moins de 1% du temps en hiver (sur les périodes d'occupation du logement).

Résultats des mesures de formaldéhyde

Concentrations en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

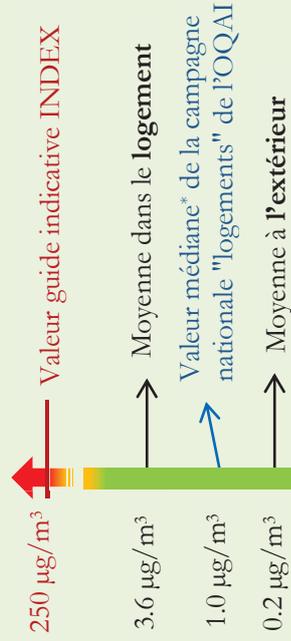


Les concentrations en formaldéhyde à l'intérieur du logement sont légèrement supérieures à la médiane* de la campagne "logements" mais inférieures à la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAII).

Les sources principales de formaldéhyde se trouvent à l'intérieur des logements (voir p.1).

Résultats des mesures de styrène

Concentrations en styrène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

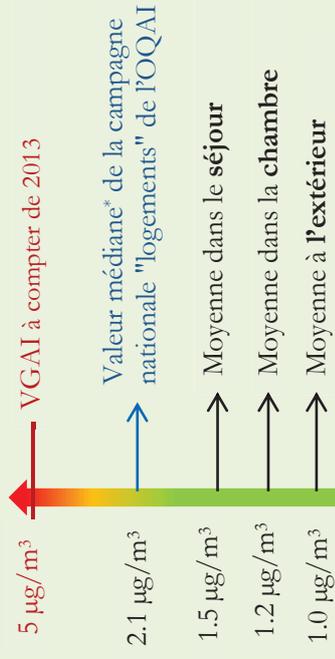


Les concentrations moyennes en styrène dans le logement sont inférieures à la valeur-guide du programme INDEX, mais plus élevées que la médiane* de la campagne "logements". La moyenne à l'extérieur du logement étant quasiment nulle on peut en déduire que les sources principales de styrène se trouvent à l'intérieur du logement (voir sources potentielles p.1).

* Médiane : la moitié des logements investigués a des résultats supérieurs à cette valeur, l'autre moitié a des résultats inférieurs.

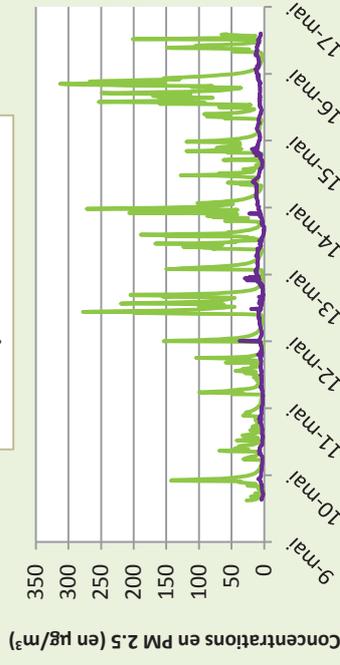
Résultats des mesures de benzène

Concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Les concentrations moyennes en benzène à l'intérieur du logement sont dues en grandes parties aux apports de l'air extérieur.

Résultats des mesures de PM_{2,5}



Dates des mesures (été)

La concentration moyenne de PM_{2,5} à l'intérieur (20.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est supérieure à la médiane* de la campagne "logements" (19,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et à la valeur guide indicative du Haut Conseil de la Santé Publique (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les concentrations en PM_{2,5} sont nettement plus élevées à l'intérieur du logement que dans l'environnement extérieur. Les pics de particules observés correspondent aux périodes d'occupation du logement et sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, encens, bougies parfumées ...).



Contexte de l'étude :

Dans le cadre du programme PREBAT coordonné par l'ADEME, Air Normand met en œuvre une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans quelques bâtiments lauréats PREBAT. L'objectif est de vérifier que l'atteinte de bonnes performances énergétiques n'est pas en contradiction avec une bonne qualité de l'air intérieur.

Descriptif du bâtiment retenu dans le cadre du projet PREBAT :

- **Mode constructif** : construction traditionnelle (murs en béton + parement en terre cuite)
- **Isolation** : laine de verre (murs et plafonds), laine de roche (plafonds), polystyrène expansé (planchers bas), polyuréthane (plafonds sous terrasse)



- **Menuiseries** : double vitrage à isolation renforcée avec lame d'argon
- **Chauffage** : pompe à chaleur eau-eau glycolée avec sondes verticales
- **Ventilation** : ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable collective

Liste des paramètres mesurés par Air Normand :

Paramètres de confort	Température ; Humidité relative ; Dioxyde de carbone (CO ₂)
Polluants chimiques	19 Composés Organiques Volatils (COV) dont benzène, éthers de glycol, terpènes 8 Aldéhydes dont formaldéhyde
Polluants physiques	Dioxyde d'azote (NO ₂)
Polluants biologiques	Particules fines dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (PM 2,5) Moisissures

Ces paramètres sont des indicateurs de certaines sources de pollution (matériaux, combustion, trafic routier ...).

Dates des campagnes de mesures :

- Du 4 au 11 janvier 2012 (campagne d'hiver).
- Du 2 au 9 mai 2012 (campagne d'été).

Synthèse des résultats (détails p.2) :

Pour la majorité des polluants mesurés, les concentrations observées n'appellent pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence. A signaler cependant, que la concentration moyenne en xylènes est plus élevée dans le logement que dans la campagne nationale "Logements". Ces résultats sont vraisemblablement liés à un produit émissif (peinture) utilisé juste avant la première campagne de mesure.

Les concentrations en particules fines relevées dans le séjour sont bien plus élevées qu'à l'extérieur et elles dépassent la valeur limite du Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). Les pics de particules fines ont lieu lors des périodes d'occupation du logement et sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, tabagisme, encens ...) et non au bâtiment lui-même.

Sources des polluants présentés dans cette fiche :

Polluants	Sources potentielles
Benzène	Combustion (trafic routier, tabagisme, chauffage)
Formaldéhyde	Matériaux de construction et d'ameublement, livres et magazines neufs, photocopieurs, fumée de tabac
Xylènes	Peintures, vernis, colles, insecticides
Poussières fines (PM 2,5)	Combustion (trafic routier, fumée de tabac, cuisine), activités de ménage

Liens utiles :

Plus d'informations sur les polluants de l'air intérieur, les bons gestes à adopter et les résultats de la campagne nationale "Logements" (567 logements investigués entre 2003 et 2005) sur le site de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : www.oqai.fr

Plus d'informations sur le programme PREBAT et les bâtiments performants en énergie sur <http://prebat.net/> et sur <http://www.batiment-hn.ademe.fr/>

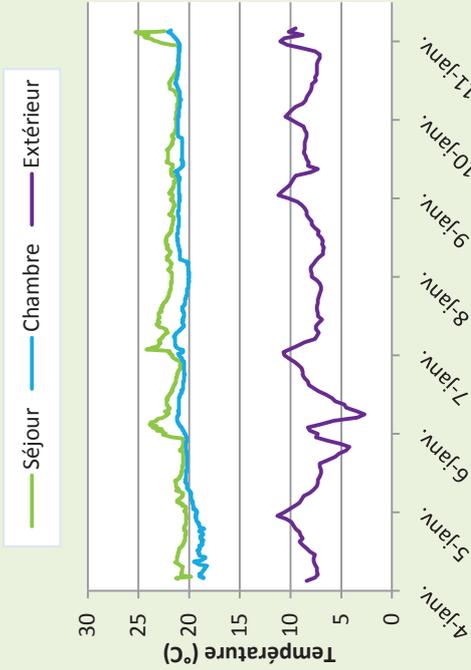
Plus d'informations sur le volet "air" du programme PREBAT et l'étiquetage des matériaux de construction sur www.airnormand.fr (L'air Normand n°66 d'août 2012).

La réglementation sur les Etablissements recevant du public d'où sont extraites les Valeurs Guide en Air Intérieur (VGAI) : dcret.n.2011-1727.du.2.12.11

Le guide de l'INPES sur la pollution de l'air intérieur est disponible sur : www.inpes.sante.fr

Les résultats détaillés du programme européen INDEX sur : <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/> et les avis du HCSP : <http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvisRapports>

Résultats des mesures de température



Dates des mesures (hiver)

Les températures sont homogènes (sur les deux saisons) dans les deux pièces instrumentées. Le système de régulation de la température semble donc assurer son rôle. Cependant, la température moyenne est supérieure à 20°C et n'est pas réduite la nuit. L'ADEME recommande une température de 19°C dans les pièces à vivre et 16 à 17°C dans les chambres le jour et 16°C dans toutes les pièces la nuit.

Résultats des mesures d'humidité relative

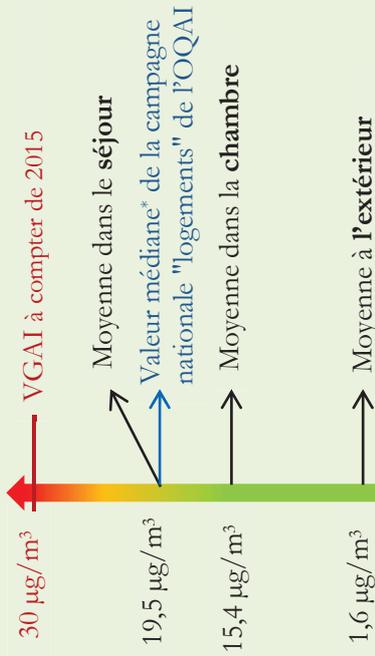
L'humidité relative moyenne mesurée dans le logement est de 48 %. Une humidité relative inférieure à 20 % peut provoquer un dessèchement et une irritation des yeux et des voies respiratoires. A l'opposé, une humidité relative supérieure à 70 % favorise la prolifération microbactérienne.

Résultats des mesures de CO₂

Le CO₂ (gaz formé par la respiration des occupants et évacué via la ventilation) est un indicateur de confinement. Le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental Type est fixé à 1300 ppm. Dans le logement, cette valeur n'est dépassée que pendant 1h (salon) sur les 2 semaines de mesures.

Résultats des mesures de formaldéhyde

Concentrations en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

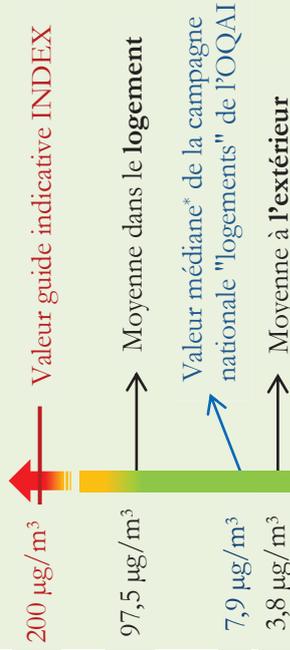


Les concentrations en formaldéhyde à l'intérieur du logement sont du même ordre de grandeur que la médiane* de la campagne "logements" et inférieures à la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAJ).

Les sources principales de formaldéhyde se trouvent à l'intérieur des logements (voir p.1).

Résultats des mesures de xylènes

Concentrations en xylènes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

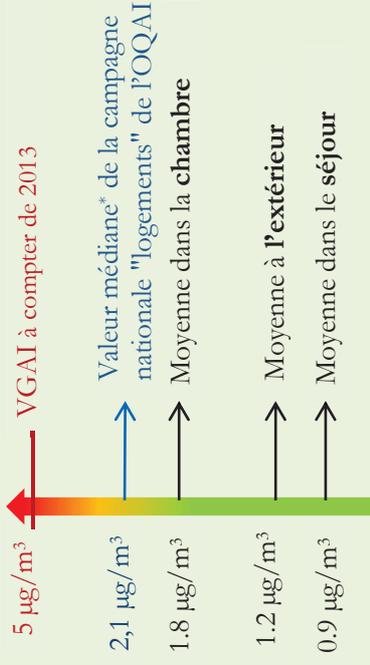


Les concentrations moyennes en xylènes sont inférieures à la valeur guide du programme INDEX, mais nettement plus élevées que la médiane* de la campagne "logements". A noter que, pendant la 2^{ème} phase de mesures, les concentrations étaient presque 3 fois plus faibles que pendant la 1^{ère} phase. Ce constat peut être lié à la décroissance des émissions dans le temps d'un produit récemment utilisé (voir sources potentielles p.1).

* Médiane : la moitié des logements investigués a des résultats supérieurs à cette valeur, l'autre moitié a des résultats inférieurs.

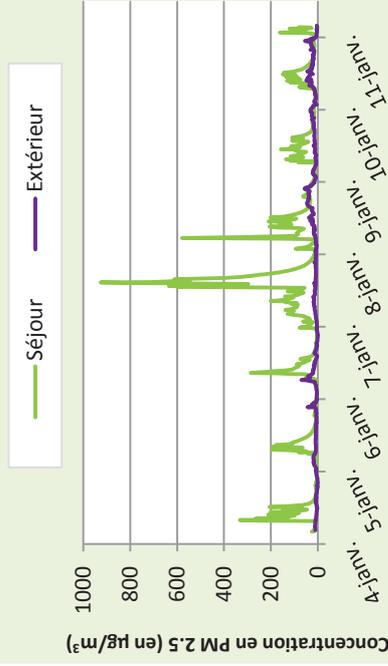
Résultats des mesures de benzène

Concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Les concentrations moyennes en benzène à l'intérieur du logement sont dues en grandes parties aux apports de l'air extérieur.

Résultats des mesures de PM 2,5



Dates des mesures (hiver)

La concentration moyenne de PM 2,5 à l'intérieur (60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est supérieure à la valeur limite du Haut Conseil de Santé Publique (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et à la médiane* de la campagne "logements" (19,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

De plus, les concentrations sont nettement plus élevées à l'intérieur du logement que dans l'environnement extérieur. Les pics de particules observés correspondent aux périodes d'occupation du logement et sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, tabac, encens ...).



Contexte de l'étude :

Dans le cadre du programme PREBAT coordonné par l'ADEME, Air Normand met en œuvre une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans quelques bâtiments lauréats PREBAT. L'objectif est de vérifier que l'atteinte de bonnes performances énergétiques n'est pas en contradiction avec une bonne qualité de l'air intérieur.

Descriptif du bâtiment retenu dans le cadre du projet PREBAT :



- **Mode constructif** : construction traditionnelle béton + parement bois
- **Chauffage** : chaudière gaz à condensation
- **Ventilation** : ventilation mécanique contrôlée simple flux hygroréglable

Dates des campagnes de mesures :

Du 16 au 29 mai 2012 (campagne d'été).

Du 12 au 19 décembre 2012 (campagne d'hiver).

Liste des paramètres mesurés par Air Normand :

Paramètres de confort	Température ; Humidité relative ; Dioxyde de carbone (CO ₂)
Polluants chimiques	19 Composés Organiques Volatils (COV) dont benzène, éthers de glycol, terpènes 8 Aldéhydes dont formaldéhyde Dioxyde d'azote (NO ₂)
Polluants physiques	Particules fines (PM _{2,5}) dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm
Polluants biologiques	Moississures

Ces paramètres sont des indicateurs de certaines sources de pollution (matériaux, combustion, trafic routier ...).

Sources des polluants présentés dans cette fiche :

Polluants	Sources potentielles
Poussières fines (PM 2,5)	Combustion (trafic routier, fumée de tabac, cuisine), activités de ménage
Formaldéhyde	Matériaux de construction/ finition et d'ameublement, livres et magazines neufs, fumée de tabac
Acétaldéhyde	Bois brut et dérivés, peintures, photocopieurs, fumée de tabac, combustion du bois
Hexanal	Panneaux de bois, peintures, livres et magazines neufs
1-methoxy-2-propanol	Laques, peintures, vernis, savons, cosmétiques

Liens utiles :

Plus d'informations sur les polluants de l'air intérieur, les bons gestes à adopter et les résultats de la campagne nationale "logements" (567 logements investigués entre 2003 et 2005) sur le site de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : www.oqai.fr

Plus d'informations sur le programme PREBAT et les bâtiments performants en énergie sur <http://prebat.net/> et sur <http://www.batiment-hn.ademe.fr/>

Plus d'informations sur le volet "air" du programme PREBAT et l'étiquetage des matériaux de construction sur www.airnormand.fr (L'air Normand n°66 d'août 2012).

La réglementation sur les Etablissements recevant du public d'où sont extraites les Valeurs Guide en Air Intérieur (VGAI) : dcret.n°2011-1727 du 2/12/11

Le guide de l'INPES sur la pollution de l'air intérieur est disponible sur : www.inpes.sante.fr

Les résultats détaillés du programme européen INDEX sur : <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/> et les avis du HCSP : <http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvisRapports>

Synthèse des résultats (détails p.2) :

Pour la majorité des polluants mesurés, les concentrations n'appellent pas de commentaires particuliers au regard des valeurs de référence.

Lors de la campagne hivernale, les concentrations en CO₂ sont supérieures au seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental. Ce dépassement est observé sur 73% du temps de mesures. Ce phénomène de confinement peut être lié à la faible fréquence d'ouverture des fenêtres pendant la semaine de mesures mais également à des débits de ventilation trop faibles.

Les concentrations en **particules fines** sont inférieures à la valeur guide du Haut Conseil en Santé Publique. Des augmentations ponctuelles sont toutefois observées (été comme hiver) en milieu de journée dans le séjour. Ces pics peuvent être liés à des activités particulières (cuisine, ménage ...) et non au bâtiment lui-même.

Les concentrations en **formaldéhyde**, **acétaldéhyde** et **hexanal** mesurées à l'intérieur du logement sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI. Les concentrations moyennes en formaldéhyde sont également supérieures à la Valeur Guide en Air Intérieur. Les sources de ces polluants peuvent être des matériaux de construction/ finition ou d'ameublement.

Les concentrations en **1-methoxy-2-propanol** mesurées dans le logement (en été et en hiver) sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI. Les sources de 1-methoxy-2-propanol peuvent être des matériaux de construction/ finition ou d'ameublement ou encore des produits cosmétiques.

Résultats des mesures de température

La température est globalement stable au cours des semaines de mesures. Les températures moyennes sont :

En été : 25.4°C (chambre) et 22.1°C (séjour)

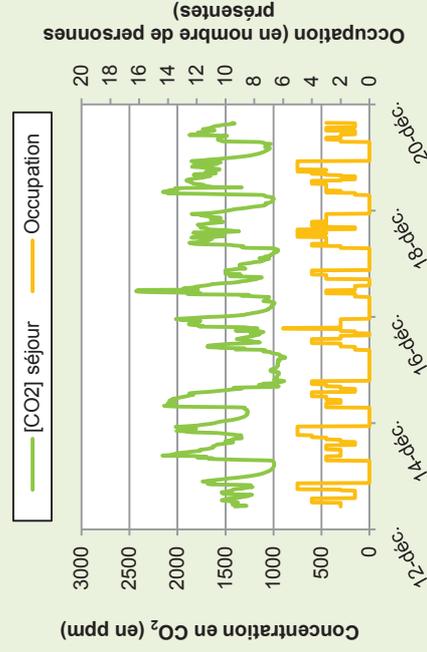
En hiver : 22.2°C (chambre) et 21.9°C (séjour)

Lors de la campagne de mesures en phase hivernale, on n'observe pas de diminution significative de la température la nuit par rapport au jour. Or, l'ADEME recommande une température de 19°C dans les pièces à vivre le jour et de 16°C dans toutes les pièces la nuit.

Résultats des mesures de CO₂

Le CO₂ (gaz formé par la respiration des occupants et évacué via la ventilation) est un indicateur de confinement.

On observe sur le graphe ci-dessous que la concentration en CO₂ augmente lorsque la pièce est occupée puis diminue lorsque la pièce est vide.



Dates des mesures (hiver)

Le seuil préconisé par le Règlement Sanitaire Départemental est fixé à 1300 ppm. Dans le logement, cette valeur est dépassée 73% du temps l'hiver et 16% du temps l'été. La concentration moyenne en CO₂ mesurée dans le logement est de 1730 ppm l'hiver et 968 ppm l'été. Ceci peut-être lié aux habitudes d'aération mais également à des débits de ventilation trop faibles.

Résultats des mesures des aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde, hexanal)

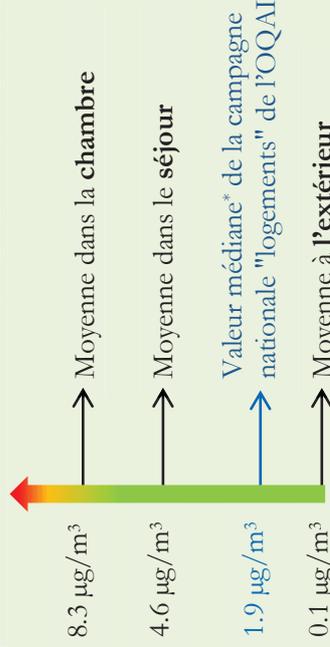
Concentrations (en µg/m ³)	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Hexanal
Moyennes à l'extérieur	1.7	1.0	0.9
Moyennes à l'intérieur (été 2012)	43.2	19.4	77.5
Moyennes à l'intérieur (hiver 2012)	47.0	34.8	120.7
Médianes* de la campagne "logements" de l'OQAI	19.5	11.6	13.6
Valeurs de référence	30 (VGAI 2015)	200 (INDEX)	/

Les concentrations en formaldéhyde, acétaldéhyde et hexanal mesurées à l'intérieur du logement sont supérieures aux médianes* de la campagne "logements" de l'OQAI. Les concentrations en formaldéhyde sont également supérieures à la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI applicable en 2015).

Les concentrations moyennes à l'extérieur étant quasiment nulles on peut en déduire que les principales sources de ces polluants se trouvent à l'intérieur du logement (voir sources potentielles en p.1).

Résultats des mesures de 1-methoxy-2-propanol

Concentrations en 1-methoxy-2-propanol (en µg/m³)

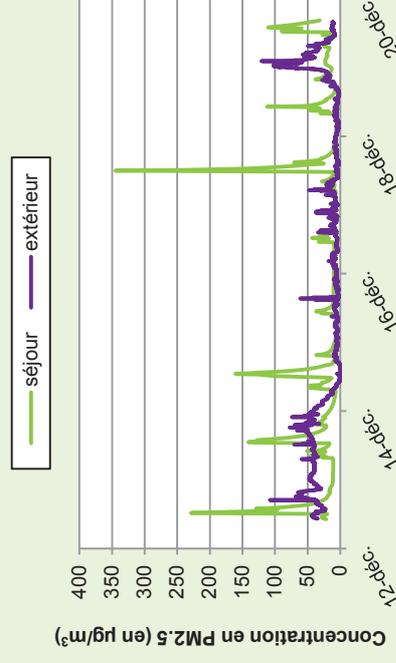


Les concentrations en 1-methoxy-2-propanol sont supérieures à la médiane* de la campagne "logements" de l'OQAI.

La concentration moyenne en 1-methoxy-2-propanol à l'extérieur étant quasiment nulle on peut en déduire que les sources principales de ce polluant se trouvent à l'intérieur du logement (sources potentielles : matériaux de construction/ finition, ameublement, cosmétiques ...).

* Médiane : la moitié des logements investigués a des résultats supérieurs à cette valeur, l'autre moitié a des résultats inférieurs.

Résultats des mesures de PM_{2,5}



Dates des mesures (hiver)

La concentration moyenne de PM_{2,5} à l'intérieur (18 µg/m³) est inférieure à la médiane* de la campagne "logements" (19,1 µg/m³) et à la valeur guide du Haut Conseil de Santé Publique – HCSP (20µg/m³). Les concentrations sont plus élevées en hiver qu'en été.

Les pics de particules observés (les 12, 13, 14 et 17 décembre) en milieu de journée sont vraisemblablement liés à une pratique particulière (cuisine, activités de ménage).

