

**“L’air est essentiel à chacun
et mérite l’attention de tous.”**

Etude 2012-2013

Etude de la qualité de l’air intérieur dans 3 logements d’un bâtiment BBC, situé à Bruz – Rapport d’étude



ORGANISME
DE MESURE, D'ÉTUDE
ET D'INFORMATION SUR
LA QUALITÉ DE L'AIR
EN BRETAGNE

I. Introduction

Suite à la construction d'un projet de 29 logements collectifs BBC à Bruz, la SCCV HF Vert Buisson, filiale d'Habitation Familiale et maître d'ouvrage en charge de ce projet, a souhaité caractériser la qualité de l'air intérieur de ce nouveau bâtiment BBC. Air Breizh a donc été chargé de réaliser des mesures des principaux polluants en air intérieur, dans 3 logements.

La qualité de l'air intérieur est importante dans la mesure où nous passons 80 à 90 % de notre temps dans des lieux clos : habitation, lieu de travail, moyens de transport, école, dans lesquels nous respirons un air différent de l'air extérieur. A la pollution provenant de l'extérieur, s'ajoutent des polluants issus de trois principales sources : les appareils à combustion (monoxyde de carbone, dioxyde d'azote), les constituants du bâtiment, incluant les équipements et mobiliers (plomb des peintures, formaldéhyde, composés organiques volatils, fibres de toutes sortes) et l'activité humaine (produits ménagers, bricolage, acariens, moisissures, etc...). Selon l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), les aldéhydes et les BTEX, et plus particulièrement le formaldéhyde et le benzène, font partie des premières substances d'intérêt en termes de hiérarchisation sanitaire. Ils font partie du groupe des composés «hautement prioritaires».

Dans le cadre de cette étude, des prélèvements ont été réalisés dans 2 pièces de chacun des 3 logements investigués : le séjour et la chambre principale. Au cours des campagnes de mesures, Air Breizh a mesuré les concentrations en BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes), en 8 aldéhydes (dont le Formaldéhyde), en monoxyde de carbone et en dioxyde de carbone ainsi que les paramètres de confort.

Ce rapport a pour but de présenter les résultats obtenus lors des différentes campagnes de mesures, réalisées à la réception du bâtiment en novembre 2012, puis quelques mois après la fin des travaux, en mars 2013 et enfin, un an après la livraison du bâtiment, en novembre 2013.

II. Valeurs réglementaires et sources d'émissions

II.1. Les valeurs réglementaires

Nom	Catégorie	Valeurs réglementaires	
		France	Autres
Formaldéhyde	Aldéhyde	ANSES (VGA1*) : <u>50 µg/m³ sur 2 heures (exposition court terme)</u> <u>10 µg/m³ en exposition chronique</u> (exposition à long terme)	OMS : 100 µg/m ³ sur 30 min dans l'air ambiant
Acétaldéhyde	Aldéhyde	/	OMS : 2000 µg/m ³ sur 24 h 50 µg/m ³ sur une année

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

Benzène	Hydrocarbure	ANSES (VGAI*) : 30 µg/m ³ pour une exposition de 1 à 14 jours 2 µg/m ³ pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁵	OMS : 120 µg/m ³ sur 24 h 17 µg/m ³ pour un excès de risque vie entière de 10 ⁻⁴ 1,7 µg/m ³ pour un excès de risque vie entière de 10 ⁻⁵
Toluène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME** 192 mg/m ³ VLCT*** 384 mg/m ³	OMS : 260 µg/m ³ (7j) Allemagne : Guideline value I : 300 µg/m ³ (7j)
Ethylbenzène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME** 88,4 mg/m ³ VLCT*** 442 mg/m ³	OMS : 22000 µg/m ³ (moyenne annuelle)
m-+p-Xylène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME** 221 mg/m ³ VLCT*** 442 mg/m ³	OMS : 4800 µg/m ³ sur 24 h
o-Xylène	Hydrocarbure	Ministère du travail : VME** 221 mg/m ³ VLCT*** 442 mg/m ³	OMS : 4800 µg/m ³ sur 24 h
Monoxyde de carbone	/	ANSES (VGAI*) : 10 mg/m ³ pour une exposition de 8 h, 30 mg/m ³ pour une exposition d'1 h, 60 mg/m ³ pour une exposition de 30 min, 100 mg/m ³ pour une exposition de 15 min	/

* VGAI : Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur, définies par l'ANSES.

**VME : concentration maximale admissible dans l'air du lieu de travail, où le travailleur est amené à travailler une journée entière (8h/j),

*** VLCT : concentration maximale admissible dans l'air du lieu de travail, où le travailleur peut être exposé pour une courte durée (≤15 min),

Le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a défini des valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène :

Formaldéhyde	Benzène	Actions à mettre en œuvre
< 30 µg/m ³	< 2 µg/m ³	Valeurs satisfaisantes, pas d'action particulière mise en place.
entre 30 et 50 µg/m ³	entre 2 et 5 µg/m ³	Actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel
Entre 50 et 100 µg/m ³	Entre 5 et 10 µg/m ³	Investigations supplémentaires fortement recommandées. Identification des sources et engagement rapide d'actions d'amélioration de la situation
> 100 µg/m ³	> 10 µg/m ³	Diagnostic approfondi des sources à réaliser afin de fournir des préconisations de travaux et/ou de réorganisation des activités

NB : La valeur repère de gestion, fixée à 20 µg/m³ et effective à compter du 01/01/2014, ne sera ici pas considérée, les prélèvements ayant été réalisés sur l'année 2012-2013.

II.2. Les sources d'émissions

Nom	Catégorie	Principales sources d'émissions
Formaldéhyde	Aldéhyde	Panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, cosmétiques, parfums, cigarettes, photocopieurs...
Acétaldéhyde	Aldéhyde	Cigarettes, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules, isolants, photochimie atmosphérique ...
Propanal	Aldéhyde	Peintures à phase solvant
Butanal	Aldéhyde	Photocopieurs
Benzaldéhyde	Aldéhyde	Peintures, photocopieurs, parquet traité ...
Isopentanal	Aldéhyde	Panneaux de particules, parquet traité...
Pentanal	Aldéhyde	Panneaux de particules, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant ...
hexanal	Aldéhyde	Panneaux de particules, panneaux de bois brut, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, produits de traitement du bois, ...
Benzène	Hydrocarbure	Combustion, vapeurs d'essence, fumée de tabac, produits de bricolage et d'ameublement, produits de construction et de décoration, combustion d'encens ...
Toluène	Hydrocarbure	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence...
Ethylbenzène	Hydrocarbure	Carburants, cires...
mp-Xylène	Hydrocarbure	Peintures, vernis, colles, insecticides ...
o-Xylène	Hydrocarbure	Peintures, vernis, colles, insecticides ...

Principales sources d'émissions des polluants mesurés au cours des campagnes

III. Matériel et Méthode

III.1. Métrologie

a. BTEX et aldéhydes

La méthodologie proposée s'appuie sur les préconisations de la norme NF ISO 16000-2 relative à la stratégie d'échantillonnage pour l'analyse du formaldéhyde dans l'air intérieur.

Pour la mesure des composés organiques volatils, la technique de l'échantillonnage passif par tubes à diffusion est utilisée. Cette méthode de mesure ne nécessitant pas d'alimentation électrique et peu d'entretien, permet de déterminer la concentration de nombreux composés.

Le principe de la mesure est de piéger chimiquement les composés à l'intérieur de la cartouche. Celle-ci est ensuite analysée en laboratoire et fournit une concentration moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. En revanche, ces outils ne permettent pas de connaître l'évolution temporelle des niveaux de pollution des composés, durant la période d'échantillonnage.



Prélèvements passifs dans salle de classe

b. CO, CO₂ et paramètres de confort

L'utilisation d'analyseurs a permis le suivi en continu de 4 paramètres : la température, l'humidité relative, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone (mesures toutes les 10 minutes).

III.2. Localisation des prélèvements

a. Le bâtiment BBC

Dans le cadre de cette étude, l'opération « Le Cadran » a fait l'objet de prélèvements. Il s'agit d'un bâtiment neuf labellisé « BBC », livré en novembre 2012. Ce bâtiment de 29 logements répartis sur 4 niveaux est situé en zone périurbaine, au 61 rue Joseph Jan, à Bruz, dans l'agglomération rennaise.



Situation géographique de l'opération Le Cadran, à Bruz



Façade du bâtiment BBC

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

Ce bâtiment est équipé d'une ventilation mécanique générale (VMC) simple flux par extraction et Hygro B (les entrées d'air sont automatiquement régulées en fonction du niveau d'humidité relative dans le logement). Le chauffage domestique étant assuré par des convecteurs caloporteurs fonctionnant à l'électricité, le bâtiment n'est pas pourvu de chaufferie. Cependant, la production d'eau chaude sanitaire à l'aide du gaz de ville est une source potentielle de combustion dans les logements.

b. Logements et pièces investigués

Afin de caractériser la qualité de l'air intérieur du bâtiment dans son ensemble, les 3 logements investigués ont été répartis sur 3 niveaux différents du bâtiment avec un logement au niveau le plus bas (rez-de-chaussée) et un logement au niveau le plus élevé (3^{ème} étage) :

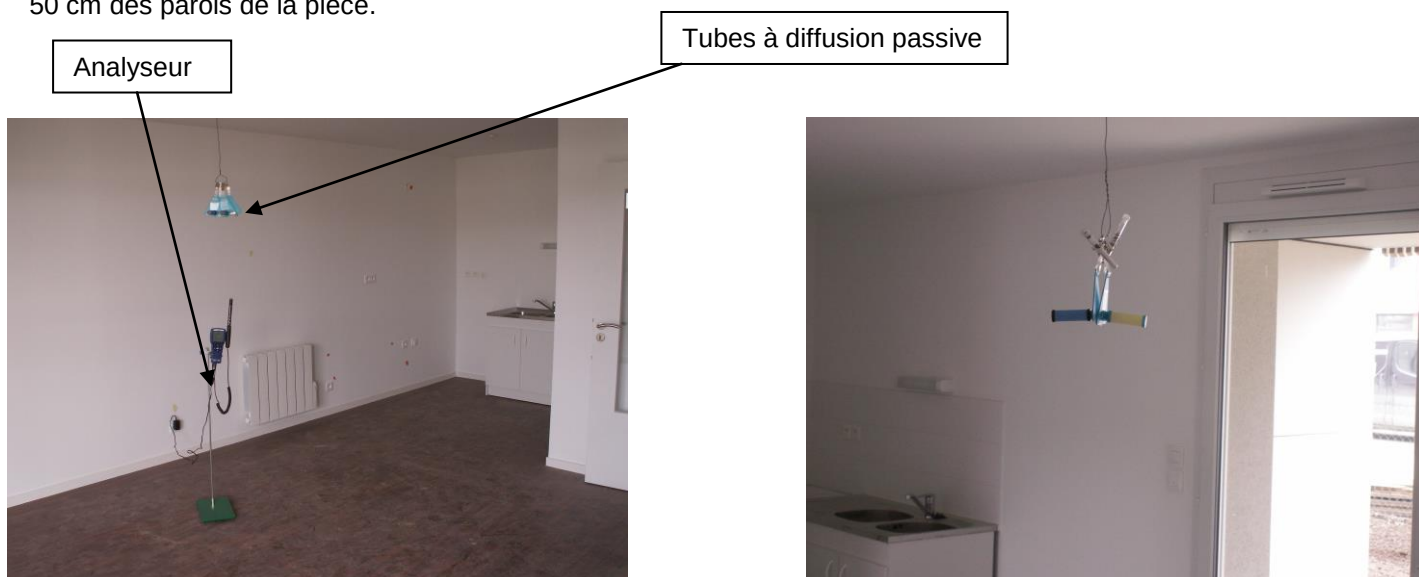
- l'appartement A, situé au rez-de-chaussée,
- l'appartement B, situé au 1^{er} étage,
- l'appartement C, situé au 3^{ème} et dernier étage.

Chacun de ces logements a fait l'objet de mesures dans les deux pièces principales, le séjour et la chambre. On notera que, pour l'ensemble des logements, la cuisine est ouverte sur le séjour.

c. Emplacement du prélèvement dans la salle

La localisation des prélèvements respecte les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde, du benzène et du monoxyde de carbone dans l'air des lieux clos ouverts au public (Décembre 2008), élaborés par le LCSQA en partenariat avec le CSTB.

Le point de prélèvement est donc représentatif de l'exposition moyenne. Il est éloigné des courants d'air, des zones proches des portes et fenêtres, des sources de chaleur et des sources d'émissions, et placé à plus de 50 cm des parois de la pièce.



Localisation des prélèvements dans un logement

III.3. Déroulement des campagnes

La première campagne de mesure a été menée à la fin des travaux de construction du **15 au 19 novembre 2012**, dans les 3 logements. Lors de cette campagne, les logements n'étaient pas encore occupés. Les séjours ont été équipés de tubes à diffusion passive pour la mesure des BTEX et des aldéhydes et d'un analyseur permettant le suivi en continu du CO, du CO₂, de la température et de l'humidité relative. Les chambres ont uniquement fait l'objet de mesures par tubes à diffusion passive (BTEX et aldéhydes). En parallèle de ces mesures, un prélèvement des BTEX a également été réalisé en extérieur.

Suite à des résultats en BTEX difficilement exploitables lors de cette première campagne, des mesures complémentaires de BTEX avaient été effectuées du **21 au 28 mars 2013**, dans les logement occupés par leur propriétaire.

Enfin, la dernière campagne de mesures a eu lieu après un an d'occupation des logements, du **21 au 28 novembre 2013**.

IV. Résultats

Les résultats présentés dans ce rapport reprennent l'ensemble des 3 campagnes de mesures effectuées au sein des 3 logements de ce bâtiment BBC.

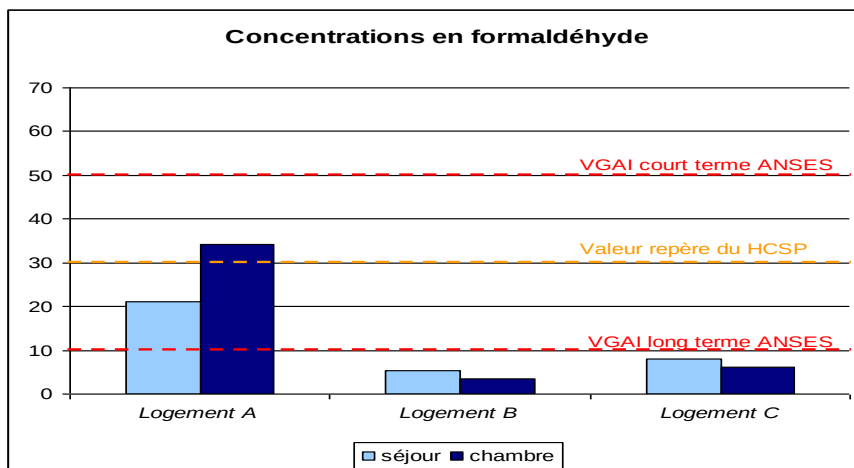
IV.1. Aldéhydes

Les concentrations mesurées en aldéhydes dans les différents logements sont présentées dans les tableaux et les graphiques suivants, respectivement pour les années 2012 puis 2013.

a. Campagne de mesures de novembre 2012

Concentration en µg/m ³	formaldéhyde	acétaldéhyde	propanal	butanal	benzaldéhyde	isopentanal	pentanal	hexanal
Log A : séjour	21,2	7,5	4,1	18,0	1,0	0,3	20,2	122,4
Log A : chambre	34,2	9,5	3,9	22,9	1,6	0,3	18,6	121,7
Log B : séjour	5,4	5,2	3,3	9,6	1,8	0,4	12,5	112,9
Log B : chambre	3,5	3,1	1,1	4,2	1,2	< LQ	3,7	26,8
Log C : séjour	7,9	8,05	4,25	11,5	1,8	0,2	17,75	183,1
Log C : chambre	6,2	5,4	2,4	7,5	1,7	0,2	11,0	96,1
Valeurs réglementaires	VGAI 10 µg/m ³ (chronique)	50 µg/m ³ sur 1 an (OMS)	/	/	/	/	/	/

Tableau récapitulatif des résultats en aldéhydes en novembre 2012



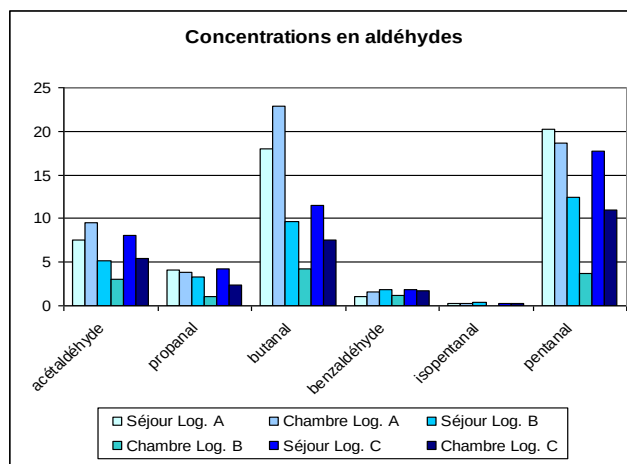
ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

Lors de la première campagne de 2012, dans chaque pièce des logements B et C, les concentrations en formaldéhyde respectent la valeur guide pour une exposition à long terme fixée à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'ANSES, ainsi que le valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du HCSP (en 2013), en dessous de laquelle aucune action particulière n'est à mettre en place.

Par contre, dans le logement A, la valeur guide pour une exposition à long terme de l'ANSES, fixée à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, est dépassée dans la chambre et le séjour. La concentration dans la chambre dépasse également la valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du HCSP, qui préconise, dans ce cas, de mettre en place des actions d'amélioration de la situation.

Le propanal, le benzaldéhyde et l'isopentanal sont les 3 aldéhydes qui présentent les concentrations les plus faibles. Leurs concentrations sont assez proches dans l'ensemble des pièces investiguées.

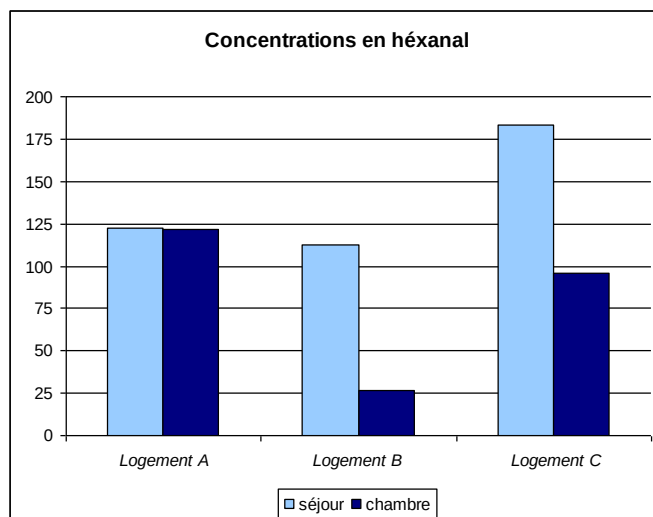
Pour l'acétaldéhyde, le butanal et le pentanal, les concentrations rencontrées sont plus disparates entre les différentes pièces investiguées. Le séjour et la chambre du logement A ainsi que le séjour du logement C possèdent les concentrations les plus élevées pour ces polluants. A l'inverse, les niveaux rencontrés dans le logement B restent globalement assez peu élevés.



Pour ces 6 polluants, les concentrations obtenues au cours de cette campagne de mesures sont du même ordre de grandeur que les concentrations moyennes généralement rencontrées en air intérieur, notamment celles de l'étude Home'Air menées dans 5 bâtiments BBC de la région centre, en 2012.

Pour l'hexanal, les niveaux sont élevés et atteignent ou dépassent les $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans 5 des 6 pièces investiguées. Ces niveaux sont nettement plus importants que ceux habituellement rencontrés en air intérieur. Seule la concentration de la chambre du logement B ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est plus faible. Il est fort probable que les travaux ou les finitions du bâtiment aient eu un impact sur les concentrations en Hexanal, au cours de cette campagne de mesures.

En air intérieur, rappelons que les principales sources d'émissions d'hexanal sont les panneaux de particules et de bois brut, produits de traitement du bois, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant ...



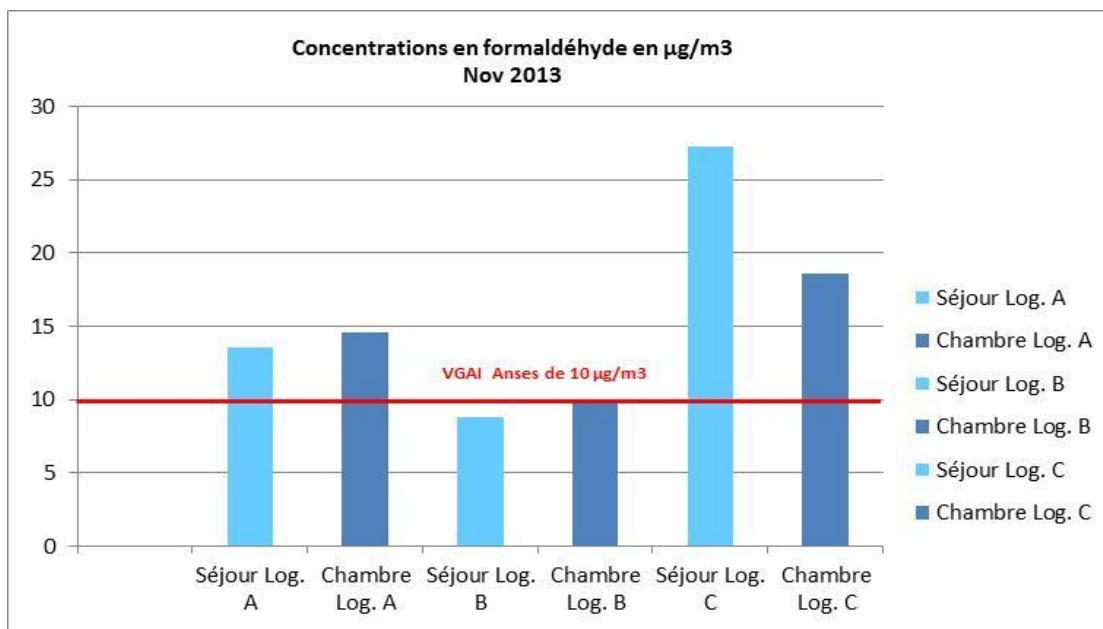
Malgré le fait que la campagne de mesures se soit déroulée juste après la fin des travaux du bâtiment, les niveaux observés en aldéhydes sont relativement corrects. Seule la concentration en formaldéhyde dans la chambre du logement A et les niveaux en Hexanal (dans 5 des 6 pièces ayant fait l'objet de mesures) sont élevés. On remarque que les concentrations maximales sont généralement observées dans le séjour et la chambre du logement A et dans le séjour du logement C.

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

b. Campagne de mesures de novembre 2013

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	formaldéhyde	acétaldéhyde	propanal	butanal	benzaldéhyde	isopentanal	pentanal	hexanal
Log A : séjour	13.6	7.5	1.6	8.4	0.60	1.2	3.3	15.0
Log A : chambre	14.6	5.9	1.6	6.7	0.60	0.9	3.2	14.8
Log B : séjour	8.8	14.7	6.5	9.4	0.60	1.3	2.9	13.8
Log B : chambre	9.9	11.8	4.6	8	0.60	0.9	3.8	18.3
Log C : séjour	27.3	8	13	7	0.60	1.2	5.9	33
Log C : chambre	18.6	4	2.4	5.3	0.5	0.5	3.2	18
Valeurs réglementaires	VGAI $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (chronique)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 an (OMS)	/	/	/	/	/	/

Tableau récapitulatif des résultats en aldéhydes en novembre 2013



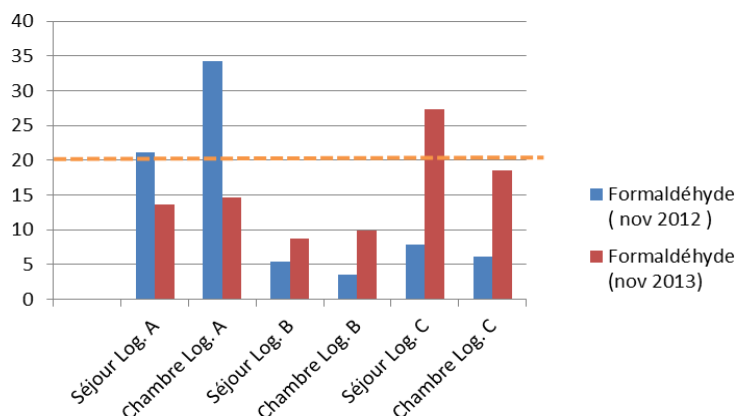
Les concentrations en Formaldéhyde mesurées lors de cette seconde campagne, soit après 1 an d'occupation, ont évolué différemment selon les logements. En effet, alors que les valeurs enregistrées au sein du logement B sont légèrement supérieures à celles relevées un an plus tôt, restant néanmoins inférieures à la VGAI de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ préconisées par l'Anses, les niveaux en formaldéhyde ont considérablement diminué au sein du logement A, tant dans le séjour que dans la chambre, étant maintenant proches de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alors qu'ils atteignaient $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la chambre en novembre 2012. Ces valeurs, bien que supérieures à la VGAI préconisée par l'ANSES, restent toutefois inférieures à la valeur repère de gestion, de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour comparaison, elles correspondent aux niveaux en formaldéhyde fréquemment rencontrés pour 25 % des logements investigués dans le cadre de la campagne nationale dans les logements (2003-2005), de l'OQAI.

En ce qui concerne le logement C, qui présentait initialement des concentrations inférieures à la VGAI de 10

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la campagne après travaux, l'évolution est contraire. Il présente, en effet, à l'issue de cette seconde campagne, des niveaux en formaldéhyde plus élevés au sein des 2 pièces investiguées, la concentration relevée dans le séjour dépassant la VGAI.

Evolution des concentrations en formaldéhyde campagnes 2012 / 2013



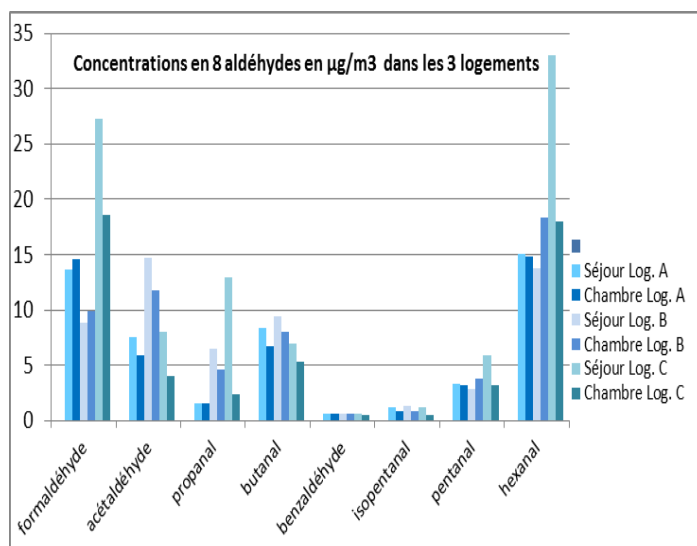
Les concentrations en formaldéhyde dans les 3 logements se révèlent donc ici très hétérogènes et variables selon le logement investigué, dépendant fortement des pratiques et usages spécifiques à chaque habitation.

En ce qui concerne les autres aldéhydes et plus particulièrement le butanal, le benzaldéhyde, l'isopentanal et le pentanal, notons que les concentrations enregistrées en 2013 sont homogènes pour les 3 logements et s'avèrent être relativement faibles.

Elles se révèlent, par contre, plus hétérogènes en ce qui concerne l'acétaldéhyde, le propanal et l'hexanal.

Ainsi les pièces du logement B se démarquent du fait de leurs concentrations respectives en acétaldéhyde, 3 fois plus importantes qu'au cours de la première campagne de mesure où ce logement présentait, au contraire, les niveaux les moins élevés.

Pour le propanal, les concentrations restent faibles au sein des logements A et C mais se démarquent particulièrement en ce qui concerne le séjour du logement C.



Enfin, c'est également le séjour du logement C qui présente la plus forte concentration en hexanal, bien que le niveau maximal enregistré lors de cette campagne ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) soit bien moindre que la majorité des concentrations relevées un an plus tôt et anormalement élevées pour ce même polluant, au sein des 3 logements, lesquels étaient certainement dû, rappelons-le, à l'impact des travaux de peinture lors des finitions du bâtiment.

Pour rappel, seule la chambre du logement B présentait une valeur du même ordre de grandeur ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en 2012, les autres valeurs atteignant ou dépassant les $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations en aldéhydes relevées au cours de la seconde campagne de prélèvements dans ces 3 logements du même immeuble BBC montrent des valeurs globalement satisfaisantes au regard des valeurs

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

guides existantes ainsi que des concentrations fréquemment rencontrées pour ces différents polluants en habitats dits BBC.

Pour certains composés cependant, les valeurs relevées après 1 an d'occupation peuvent toutefois s'avérer ponctuellement hétérogènes et variables selon le logement investigué, voire selon la pièce faisant l'objet de prélèvements.

Ainsi, alors que les niveaux en formaldéhyde étaient initialement très satisfaisants pour les logements B et C, après réception du bâtiment, mais moins pour le logement A dont les concentrations dépassaient la valeur repère de gestion, la situation ne semble plus être la même, un an plus tard ; c'est en effet au niveau du logement C que l'on rencontre cette fois les valeurs les plus élevées en formaldéhyde.

Notons qu'au cours des 2 campagnes, c'est au sein du logement ayant enregistré la température moyenne la plus élevée sur la semaine de prélèvements, que les concentrations en formaldéhyde ont été les plus élevées, ce qui est cohérent avec les propriétés de volatilité de ce polluant.

Les sources d'émissions de ces aldéhydes étant très variables (produits d'ameublement, d'entretien ou de décoration) et concernant l'usage même des logements (ventilation, chauffage, utilisation de produits spécifiques), les résultats issus de cette seconde campagne de prélèvements effectués une année après réception du bâtiment, tendent à souligner que les niveaux rencontrés au sein des différents logements sont, après un an d'occupation, très fortement corrélés à l'usage et à l'occupation des locaux au quotidien.

IV.2. BTEX

a. Campagne de mesure de novembre 2012

Les concentrations mesurées en BTEX lors de la campagne de mesures de novembre 2012 sont présentées dans le tableau suivant :

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	mp-Xylène	o-Xylène
Log A : séjour	3,8	Hg*	Hg*	Hg*	Hg*
Log A : chambre	2,1	Hg*	Hg*	Hg*	Hg*
Log B : séjour	3,5	7,5	Hg*	Hg*	Hg*
Log B : chambre	2,8	4,3	Hg*	Hg*	Hg*
Log C : séjour	Hg*	Hg*	Hg*	Hg*	Hg*
Log C : chambre	Hg*	Hg*	Hg*	Hg*	Hg*
Extérieur	2,0	1,6	0,3	0,7	0,3
Limite du débit d'échantillonnage	10	30	7,5	15	9

* hg : hors gamme du débit d'échantillonnage

Au cours de cette campagne, l'ensemble des résultats en éthylbenzène, en mp-xylène et en o-xylène a été supérieur à la limite d'utilisation du débit d'échantillonnage. Pour ces polluants, les concentrations ont donc été supérieures à $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'éthylbenzène, à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le mp-xylène et à $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'o-xylène.

Pour le toluène, seules les concentrations du logement B ont pu être déterminées. Pour les autres logements, les niveaux ont également été supérieurs à la limite d'utilisation du débit d'échantillonnage, fixée à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans les logements A et B, les concentrations en benzène qui ont pu être déterminées, dépassent la VGAI pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10^{-5} , fixée à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux en benzène du logement C ont dépassé la limite d'utilisation du débit d'échantillonnage et sont, par conséquent,

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

supérieurs à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les travaux sont certainement à l'origine des concentrations particulièrement élevées, obtenues lors de ces prélèvements. Suite à ces résultats difficilement analysables, une nouvelle campagne de mesure des BTEX a été réalisée, en mars 2013.

b. Campagne de mesures de mars 2013

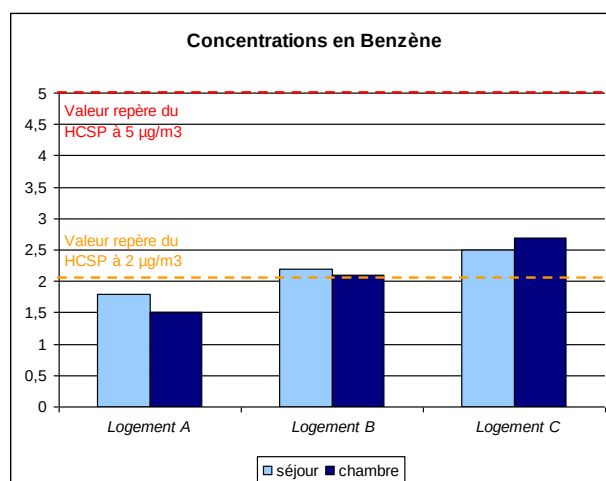
Les concentrations mesurées en BTEX lors de la campagne de mesures de mars 2013 sont présentées dans le tableau et les graphiques suivants :

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	mp-Xylène	o-Xylène
Log A : séjour	1,8	9,4	4,1	Hg*	6,4
Log A : chambre	1,5	12,6	3,6	13,3	5,2
Log B : séjour	2,2	8,8	4,4	13,0	8,4
Log B : chambre	2,1	4,0	5,9	Hg*	Hg*
Log C : séjour	2,5	7,0	2,1	6,9	Hg*
Log C : chambre	2,7	2,8	1,3	3,4	Hg*
Extérieur	1,5	0,9	0,2	0,5	0,2
Limite du débit d'échantillonnage	10	30	7,5	15	9

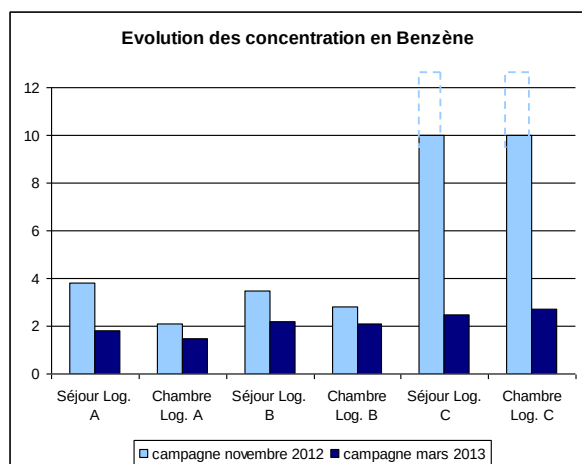
* hg : hors gamme du débit d'échantillonnage.

Pour le benzène, les concentrations mesurées dans la chambre et le séjour des logements B et C dépassent la VGAI pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10^{-5} et la valeur repère du HCSP, fixés à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. D'après le HCSP, il est donc préconisé de mettre en place des actions d'amélioration de la situation. Par contre, cette valeur est respectée dans les deux pièces du logement A.

Lors de la campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches portant sur 300 établissements non BBC en France (2009-2011), 63 % des pièces investiguées ont présenté une concentration en benzène comprise entre 2 et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE



Dans l'ensemble des pièces investiguées, les concentrations en Benzène ont nettement diminué entre les deux campagnes mesures. La diminution la plus marquée est observée dans le logement C qui possédait des concentrations en benzène supérieures à 10 µg/m³ lors de la campagne de mesures de novembre 2012 et qui affiche des concentrations de 2,5 et 2,7 µg/m³, lors de la campagne de mars 2013.

Pour les autres BTEX, les niveaux ont, dans l'ensemble, fortement diminué entre les 2 campagnes de mesures. Seules exceptions :

- les concentrations en Toluène du logement B qui sont restées stables,
- quelques mesures de Xylènes qui dépassent encore la limite d'utilisation du débit d'échantillonnage

c. Campagne de mesures de novembre 2013

Les concentrations mesurées en BTEX lors de la campagne de mesures de novembre 2013 soit après 1 an d'occupation des 3 logements, sont présentées dans le tableau suivant :

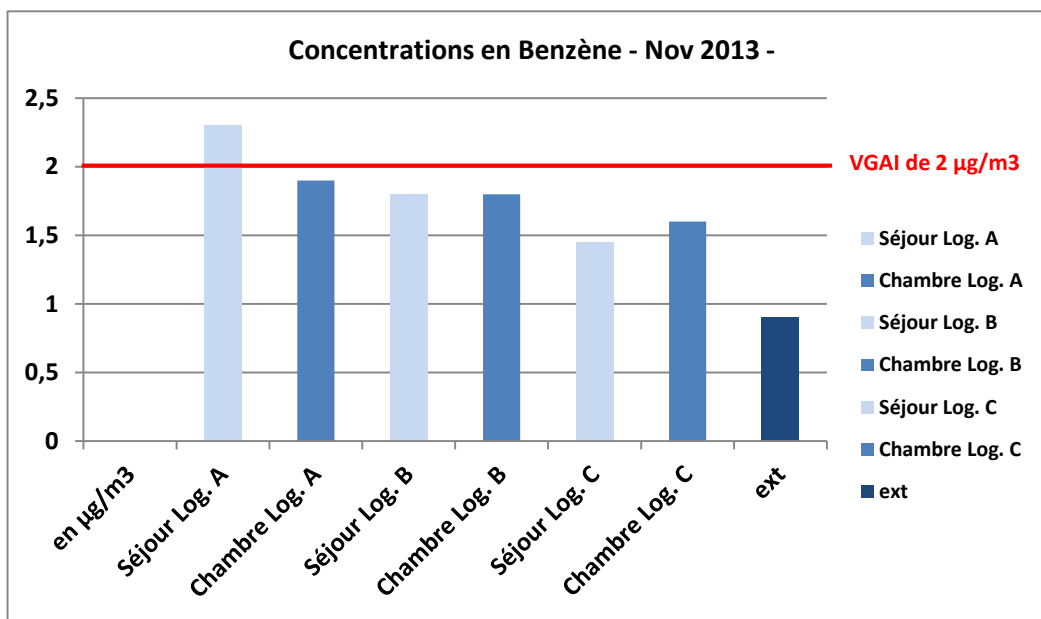
Concentration en µg/m³	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	mp-Xylène	o-Xylène
Log A : séjour	2,3	10,0	2,0	6,6	3,0
Log A : chambre	1,9	6,3	1,6	5,2	2,4
Log B : séjour	1,8	8,5	2,6	10,4	3,5
Log B : chambre	1,8	4,9	2	7,5	3,1
Log C : séjour	1,4	8,1	-	-	-
Log C : chambre	1,6	2,5	-	-	-
Extérieur	0,9	0,7	0,1	0,4	0,2

- : non mesurables

Au cours de cette troisième campagne de mesures en BTEX, les concentrations relevées en benzène sont dans l'ensemble très satisfaisantes pour les 3 logements investigués et ont encore diminué depuis la campagne précédente, de mars 2013.

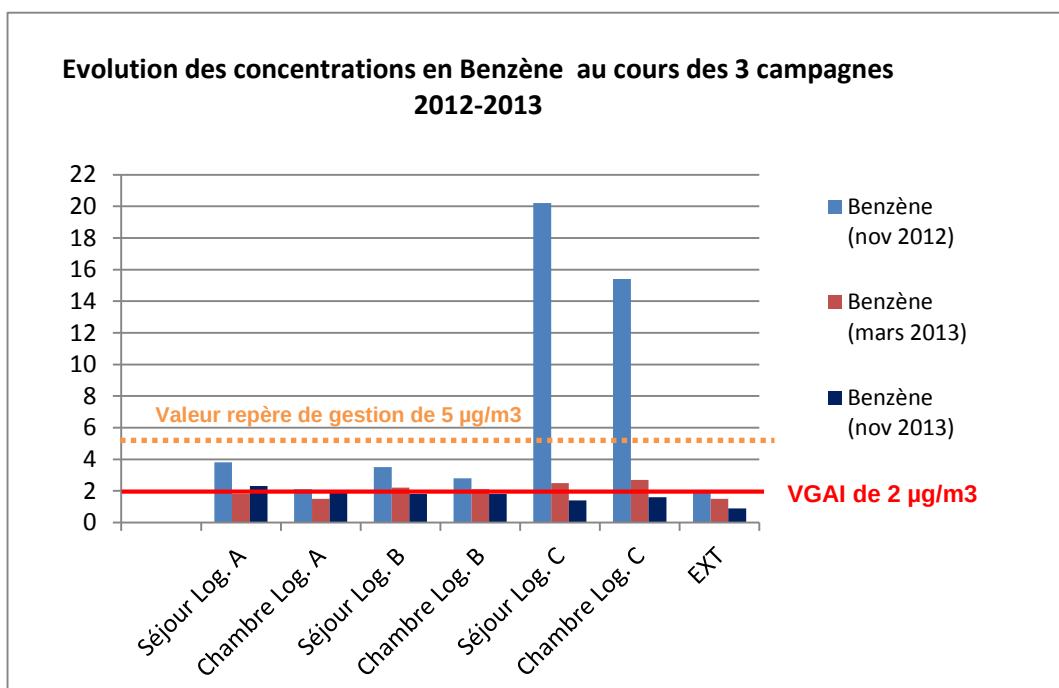
ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

Seule la concentration en benzène enregistrée au sein du séjour du logement A situé au rez-de-chaussée du bâtiment dépasse légèrement la VGAI de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Evolution des concentrations en benzène dans les 3 logements

La comparaison des niveaux en benzène enregistrés au sein des différents logements au cours des 3 campagnes de mesures montre, quant à elle, une diminution notable des concentrations en ce polluant au fil du temps, respectant quasiment toutes la VGAI de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Evolution des concentrations en benzène au cours des 3 campagnes entre 2012 et 2013

Pour les autres composés, les concentrations ont également encore globalement diminué depuis la campagne précédente de mars 2013 et ce, sur l'ensemble des 3 logements investigués.

ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

Notons toutefois de très légères augmentations des concentrations en toluène enregistrées au sein des 3 logements.

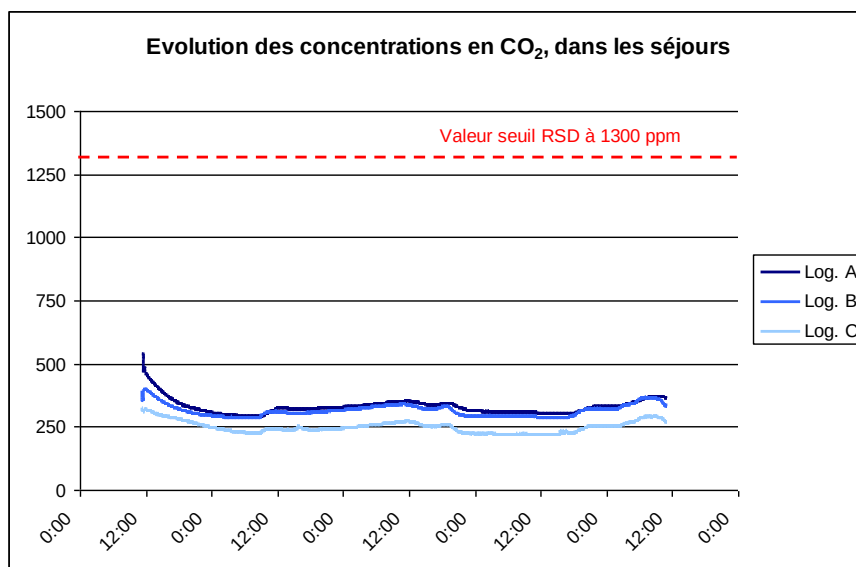
Il convient de préciser également que les prélèvements en éthylbenzène, mp-xylène et alpha-xylène, réalisés au sein du logement C, n'ont pas pu être quantifiés du fait de la détection d'autres composés lors de l'analyse, les prélèvements s'étant révélés très chargés en composés autres que les BTEX.

IV.3. Monoxyde et dioxyde de carbone

a. Campagne de mesures de novembre 2012

Le monoxyde et le dioxyde de carbone ont été mesurés lors de la première campagne de mesures de novembre 2012, dans le séjour de chaque logement.

Dans les 3 logements, les concentrations en CO₂ sont restées stables, proches de leur niveau de fond (environ 300 ppm). L'absence de pic de CO₂ semble cohérente avec l'absence d'occupant lors de ces mesures. La valeur seuil du règlement sanitaire, fixée à 1300 ppm, n'a donc pas été dépassée.



Evolution des concentrations en CO₂ lors de la campagne de mesures de novembre 2012

Pour le monoxyde de carbone, les concentrations ont également été très faibles et constantes, au cours de la campagne. L'ensemble des valeurs guides proposées par l'ANSES est respecté.

Concentration en CO (mg/m ³)	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum
Log. A	0,1	0,1	0,5	0
Log. B	0,9	0,9	1,7	0,5
Log. C	0,3	0,3	1,2	0
Valeurs réglementaires	10 mg/m ³ pour une exposition de 8 h, 30 mg/m ³ pour une exposition d'1 h, 60 mg/m ³ pour une exposition de 30 min, 100 mg/m ³ pour une exposition de 15 min			

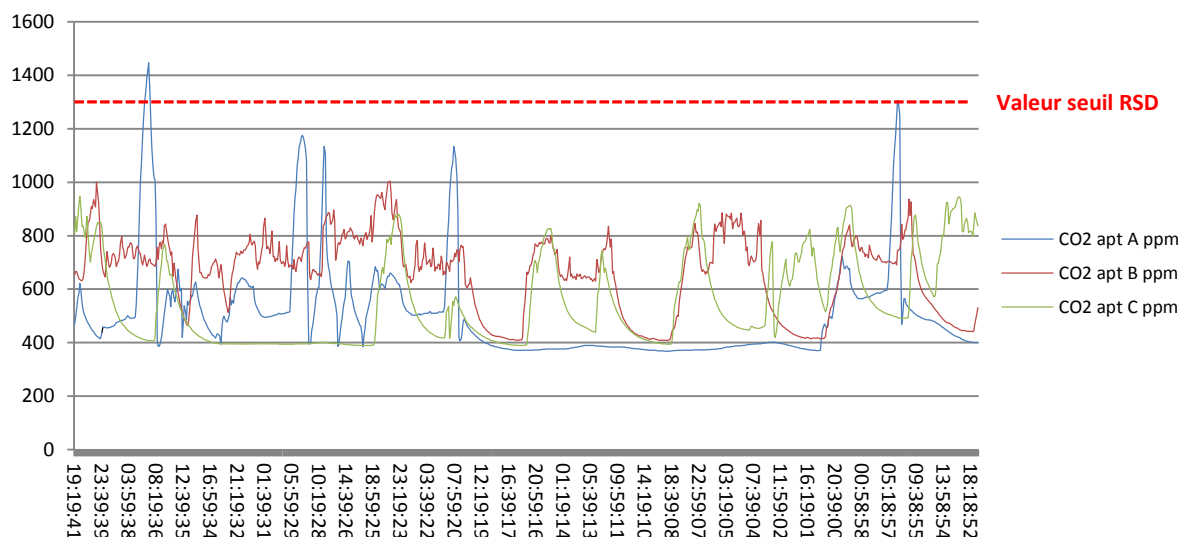
ETUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR DANS 3 LOGEMENTS D'UN BATIMENT BBC, SITUÉ À BRUZ – RAPPORT D'ETUDE

Récapitulatif des concentrations en CO lors de la campagne de mesures de novembre 2012

b. Campagne de mesures de novembre 2013

Comme lors de la première campagne de mesures de novembre 2012, monoxyde et dioxyde de carbone ont été mesurés en continu pendant toute la semaine, dans le séjour de chaque logement.

Comparaison des niveaux en CO₂ en ppm dans les logements A,B,C



Les niveaux en CO₂ relevés au sein des 3 logements sont cette fois, variables et cohérents avec les niveaux fréquemment rencontrés dans des logements occupés.

Notons que sur la période totale d'enregistrement, les taux de CO₂ se situent majoritairement entre 400 et 1000 ppm, ce qui est satisfaisant et représentatif d'un renouvellement d'air correct au sein des pièces investiguées.

Seuls 2 pics atteignant voire dépassant la valeur seuil du règlement sanitaire fixée à 1300 ppm, ont pu être identifiés au sein du logement A, à 2 reprises, sur toute la semaine de prélèvements, fonction de l'activité de l'occupant du logement A, mais les niveaux restent cependant globalement satisfaisants.

Pour le monoxyde de carbone, les concentrations sont restées très faibles et constantes, au sein des 3 logements. L'ensemble des valeurs guides proposées par l'ANSES est respecté tout au long de cette campagne 2013, comme en 2012.

Concentration en CO (mg/m ³)	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum
Log. A	0,2	0,2	0,7	0,1
Log. B	0.2	0.2	0.9	0.1
Log. C	0	0	0,4	0
Valeurs réglementaires	10 mg/m ³ pour une exposition de 8 h, 30 mg/m ³ pour une exposition d'1 h, 60 mg/m ³ pour une exposition de 30 min, 100 mg/m ³ pour une exposition de 15 min			

Récapitulatif des concentrations en CO lors de la campagne de mesures de novembre 2013

V. Conclusions

Les mesures effectuées lors de la campagne de novembre 2012, qui s'est déroulée en toute fin de construction et des travaux de finition du bâtiment BBC, ont montré des résultats élevés pour certains polluants tels que l'hexanal et les BTEX. Pour le formaldéhyde, la valeur guide pour une exposition à long terme, fixée à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'ANSES, a été respectée dans les logements B et C mais dépassée dans le logement A. Les niveaux des 6 autres aldéhydes mesurés sont relativement bons et conformes aux niveaux moyens rencontrés dans ce type de bâtiment. Il est fort probable que les travaux de construction et de finition aient été à l'origine de surémissions de certains polluants ayant entraîné les niveaux particulièrement élevés rencontrés lors cette toute première campagne de mesure.

Hormis pour le toluène dans le logement B et quelques mesures de xylènes, la deuxième campagne de mesures, menée en mars 2013, a permis d'observer une nette diminution des concentrations en BTEX relevées quelques mois auparavant, en novembre 2012. Le temps écoulé entre ces deux campagnes (5 mois) a certainement permis de diminuer les émissions de COV issues des matériaux de construction et des travaux de finition, donc les concentrations mesurées dans les logements.

Ces toutes premières campagnes ont ainsi mis en évidence l'impact des travaux du bâtiment sur la qualité de l'air intérieur.

Les campagnes de 2013 permettent de corroborer et de vérifier cette nette diminution des niveaux en certains polluants tels que l'hexanal et les BTEX, au cours des mois qui ont suivi la réception du bâtiment, reflétant davantage l'impact de l'usage du bâti et des activités ou modes de vie des occupants de chaque logement sur la qualité de l'air intérieur.

Au cours de cette dernière campagne, les concentrations enregistrées, tant en BTEX qu'en aldéhydes, sont majoritairement satisfaisantes au sein des 3 logements investigués, reflétant globalement une bonne qualité de l'air intérieur (sur les polluants investigués) dans les différents appartements suivis de ce bâtiment BBC.

Seules exceptions, les concentrations en formaldéhyde relevées au sein du logement C, lequel présente, au cours de cette campagne, des valeurs plus élevées qu'à l'origine, laissant supposer l'existence d'une source émettrice particulière et interne à ce logement (utilisation de diffuseurs d'ambiance par exemple...).

Il est à noter également, des températures en moyenne plus élevées tout au long de la semaine, au sein du logement C que dans les autres appartements investigués, susceptibles d'avoir pu favoriser la volatilité de ce polluant et d'avoir ainsi généré des concentrations en formaldéhyde plus élevées que dans les deux autres logements investigués.