



---

# AIR INTÉRIEUR

## RAPPORT DE MESURES ET D'ANALYSES

---

[www.limair.asso.fr](http://www.limair.asso.fr)

### Site

**Bâtiment siège de LIMAIR**

**Localisation**

Limoges

**Date**

16 janvier - 1<sup>er</sup> décembre 2015

**Paramètres étudiés**

Radon, formaldéhyde et  
benzène



Diffusion : Jan. 2016  
E1-2015



# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>4</b>	<b>Glossaire</b>
<b>5</b>	<b>Contexte et objectif</b>
<b>6</b>	<b>Polluants surveillés</b>
6	1. Benzène
6	2. Formaldéhyde
6	3. Radon
<b>8</b>	<b>Réglementation</b>
<b>10</b>	<b>Organisation de l'étude</b>
10	1. Stratégie d'échantillonnage
12	2. Planning de prélèvement
12	3. Technique de prélèvement et d'analyse
<b>14</b>	<b>Contexte météorologique</b>
14	1. Température en air intérieur
15	2. Température en air extérieur
<b>16</b>	<b>Résultats de l'étude</b>
16	1. Benzène
18	2. Formaldéhyde
20	3. Radon
<b>22</b>	<b>Conclusion</b>
<b>23</b>	<b>Bibliographie</b>
<b>24</b>	<b>Index des illustrations</b>
<b>25</b>	<b>Index des tableaux</b>
<b>26</b>	<b>Annexes</b>



# GLOSSAIRE

---

## Unités de mesure

µg	microgramme (1 millionième de gramme, $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{g}$ )
m <sup>3</sup>	mètre cube (d'air)
Bq	Becquerel : unité représentant l'activité d'un radionucléide (correspond à une désintégration radioactive par seconde)
lq	limite de quantification analytique

## Abréviations

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire
COV	Composés Organiques Volatils
HAM	Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

## CONTEXTE ET OBJECTIF

---

La qualité de l'air intérieur, en particulier celle des lieux où nous passons la majorité de notre temps (lieux de travail, logements, moyens de transport, ...), est aujourd'hui une préoccupation importante pour les personnes et reconnue des instances nationales.

C'est pour cela que depuis quelques années déjà, de nombreuses études sont menées par les AASQA ou d'autres organismes comme l'OQAI ou l'ANSES afin d'explorer cette thématique.

De son côté, LIMAIR, lors de la construction de son nouveau siège social en 2013, a souhaité être exemplaire tant sur le plan énergétique qu'environnemental. La qualité de l'air intérieur a donc été prise en considération en privilégiant l'utilisation de matériaux faiblement émissifs en polluants.

Aussi, des moyens de protection contre l'exposition au radon, problématique régionale liée au sol granitique, ont été intégrés au projet de construction.

Pour compléter cette démarche, une campagne de mesure des principaux polluants de l'air intérieur (benzène et formaldéhyde) ainsi que du radon a été menée tout au long de l'année 2015 (première année complète d'occupation du bâtiment).

Les résultats de cette campagne sont présentés ci-après.

# POLLUANTS SURVEILLÉS

---

## 1. Benzène

### Origines :

Le benzène est un composé organique volatil (COV) appartenant à la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM). Les COV se trouvent principalement dans la composition des carburants (dont le benzène) et sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles (notamment les gaz d'échappement), mais aussi dans de nombreux produits comme les peintures, les encres, les colles, les détachants, les cosmétiques, les solvants, ... .

Ainsi leur présence dans l'air intérieur peut être très importante. Ils sont également émis par le milieu naturel et certaines aires cultivées.

### Effets sur la santé :

La présentation des COV sous diverses formes entraînent des effets variés, allant de la simple gêne olfactive ou des irritations avec diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des conséquences plus graves comme des effets mutagènes et cancérigènes pour le benzène.

## 2. Formaldéhyde

### Origines :

Le formaldéhyde est également un COV appartenant à la famille des aldéhydes. C'est une substance retrouvée principalement dans les environnements intérieurs car les sources y sont multiples : produits de construction, ameublement, produits détergents, etc... Il est également émis naturellement lors de tout phénomène de combustion (feux, fumée de cigarette) et lors d'activités anthropiques (cuisson des aliments, poêle à bois).

### Effets sur la santé :

Le formaldéhyde est un irritant des yeux, du nez et de la gorge. Depuis 2004, le formaldéhyde est classé par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme « substance cancérogène avérée pour l'homme » (groupe 1).

## 3. Radon

### Origines :

Le radon est un gaz naturel radioactif, incolore et inodore. Il appartient aux chaînes radioactives naturelles dans lesquelles il est formé par la désintégration du radium. Le radon 222 ( $^{222}\text{Rn}$ , isotope du radon le plus abondant) se désintègre pour donner des « descendants » : polonium 218, puis plomb 214, bismuth 214, polonium 214, tous radioactifs, et enfin plomb 210, non radioactif.

Le radon est produit essentiellement par certains sols granitiques et peut diffuser et s'accumuler à l'intérieur des bâtiments. A partir du sol et de l'eau, le radon diffuse dans l'air et se trouve dans les bâtiments à des concentrations plus élevées qu'à l'extérieur, par effet de confinement.

En France, le radon se trouve principalement dans le massif central, la Bretagne, les Vosges, les Pyrénées, les Alpes et la Corse. Les départements du territoire limousin font partie de ceux les plus concernés par ce polluant.

### **Effets sur la santé :**

L'exposition au radon se fait par inhalation. Une fois inhalé, le radon ainsi que ses descendants radioactifs irradient les tissus. A terme, une irradiation prolongée et importante liée au radon peut être la cause de la survenue d'un cancer du poumon.

Le radon est reconnu comme substance cancérigène pulmonaire par l'Organisation Mondiale de la Santé et comme la source principale de l'exposition humaine à la radioactivité.

# ▶ RÉGLEMENTATION

## Formaldéhyde et benzène

Actuellement en France, la réglementation en air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène est établie dans la cadre de la surveillance de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public (ERP : établissements scolaires, de santé, pénitentiaires, ...).

Cette réglementation fixe par décret des valeurs-guides pour l'air intérieur pour ces deux polluants.

Source : Article R,221–29 du Code de l'environnement

« Au sens du présent titre, on entend par : "valeur-guide pour l'air intérieur" un niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné. »

Le tableau suivant regroupe ces valeurs :

Polluants	Valeurs- guides pour l'air intérieur Décret n°2011-1127 du 2 décembre 2011	
Benzène C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2013	2 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2016
Formaldéhyde CH <sub>2</sub> O	30 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2015	10 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2023

Tableau 1: Repères réglementaires pour le formaldéhyde et le benzène en air intérieur

## Radon

Au niveau européen, deux textes traitent de la problématique du radon dans l'air intérieur :

- la recommandation de la Commission des Communautés Européennes (90/ 143/Euratom du 21 février 1990), préconise la fixation de niveaux de référence à respecter dans les bâtiments existants et les constructions neuves ;
- la Directive 2013/59/EURATOM du 5 décembre 2013 introduit de nouvelles obligations avec notamment la fixation d'un niveau de référence pour les concentrations de radon à l'intérieur des bâtiments sur les lieux de travail.

En France, le code de la santé publique prévoit actuellement, dans les 31 départements prioritaires pour la mesure du radon (dont la Haute-Vienne), une obligation de mesure du radon et de travaux pour les lieux ouverts au public où la durée de séjour est significative (ex : écoles, les hôpitaux, établissements sociaux d'hébergement...).



L'arrêté de 22 juillet 2004, relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans ces lieux, définit deux seuils d'activité volumique de radon au-dessus desquels doivent être mises en oeuvre les actions nécessaires pour réduire l'exposition des personnes.

Le tableau suivant regroupe ces différentes valeurs :

Niveaux de référence dans la réglementation européenne		Niveaux d'action dans la réglementation française (lieux ouverts au public)
Recommandation 90/143/EURATOM du 21 février 1990	Directive européenne 2013/59/EURATOM du 5 décembre 2013	Arrêté du 22 juillet 2004
<p><b>200 Bq/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle dans les <b>construction neuves</b></p> <p><b>400 Bq/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle dans les <b>bâtiments existants</b></p>	<p><b>300 Bq/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p>	<p>Entre <b>400</b> et <b>1000 Bq/m<sup>3</sup></b> :</p> <p>le propriétaire ou l'employeur doivent « mettre en œuvre des actions simples sur le bâtiment pour réduire l'exposition des personnes au radon » et « faire réaliser des travaux plus conséquents » si les actions simples sont insuffisantes.</p> <p>Au delà de <b>1000 Bq/m<sup>3</sup></b> :</p> <p>le propriétaire ou l'employeur doivent « mettre en place sans délai des actions simples et/ou des travaux de remédiation » et « effectuer des mesures de contrôle d'efficacité de ces actions ».</p>

Tableau 2: Repères réglementaires pour le radon en air intérieur

La gestion du risque lié au radon dans l'habitat privé n'est à ce jour pas réglementée.

# ORGANISATION DE L'ÉTUDE

## 1. Stratégie d'échantillonnage

Pour cette étude, il a été décidé de mettre en place à l'intérieur du bâtiment siège de LIMAIR :

- pour la mesure du radon : 8 sites équipés de dosimètres exposés sur une période de 2 mois (période hivernale);
- pour la mesure du formaldéhyde et du benzène : 3 sites équipés de janvier à décembre 2015 (à raison d'un prélèvement par mois) de tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours.

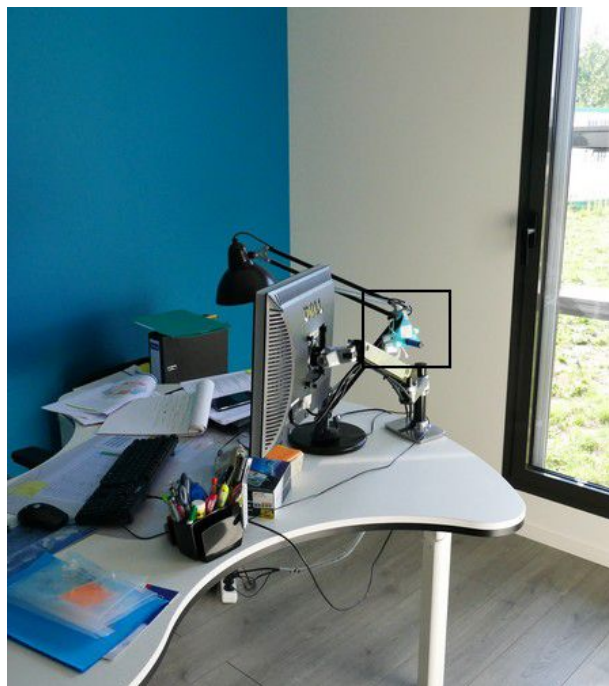
En ce qui concerne le benzène, un point de mesure extérieur a également été installé pour mesurer dans les mêmes conditions les teneurs en air ambiant.



Illustration 1: Plan du bâtiment de LIMAIR avec points de mesure



Site « Salle de réunion »



Site « Bureau FM »



Site « Couloir »



Site extérieur benzène

*Illustration 2: Photos des sites de prélèvements de formaldéhyde et benzène*

## 2. Planning de prélèvement

Le détail du planning de mesure est reporté dans le tableau suivant :

Moyens	Polluants	Sites de mesures	Période
Tubes passifs (Radiello)	Benzène Formaldéhyde	Salle de réunion Bureau FM Couloir	Du 27/01 au 01/12/2015
Dosimètres (EasyRad)	Radon	Salle de réunion Bureau RF Hall photocopieur Bureau LV Atelier de maintenance Laboratoire de métrologie Hall technique Garage	Du 16/01 au 16/03/2015

Tableau 3: Planning de mesure et de prélèvement

## 3. Technique de prélèvement et d'analyse

### Tube passif

Des prélèvements effectués par tubes à diffusion passive ont été effectués.

Ce matériel repose sur des principes d'adsorption et de perméation. Les polluants échantillonnés traversent une membrane semi-perméable par adsorption sur un support traité chimiquement.

Parallèlement à chaque échantillonnage, des « blancs laboratoires » sont réalisés afin de déterminer les concentrations résiduelles non affectables à des mesures mais liées aux processus utilisés (transport des tubes, manipulations, conditionnements, ...).



Illustration 3: Exemple de tube à diffusion passive

Polluants	Tubes passifs Radiello		
	Durée d'exposition	Code cartouche chimie absorbante	Méthode d'analyse
Benzène	7 jours	145	Désorption thermique suivie d'une chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
Formaldéhyde		165	Chromatographie liquide

Tableau 4: Méthode d'analyse des tubes passifs

## Dosimètres passifs



Illustration 4: Dosimètre radon

Pour la mesure du radon, des dosimètres (DéTECTEURS Solides de Traces Nucléaires : DSTNs) passifs et à configuration fermée ont également été mis en place.

La zone active des dosimètres est constituée d'une plaque de polymère plastique (matériau CR39 ou poly allyl diglycol carbonate) sensible aux particules alpha émises par le radon et ses descendants.

Après exposition, les dosimètres subissent un traitement chimique : c'est la phase de révélation. Cette phase a pour effet de révéler les impacts dans la plaque de polymère CR39 dus aux particules alpha.

Les dosimètres sont ensuite analysés au microscope pour dénombrer le nombre d'impacts présents dans le matériau. Le nombre d'impacts relié à la connaissance de la durée d'exposition (entre la date de pose et la date de retrait du détecteur) permet de déterminer une valeur moyenne de la concentration du radon présent dans l'atmosphère mesurée.

# CONTEXTE MÉTÉOROLOGIQUE

Les résultats suivants ont été élaborés à partir des mesures relevées par des sondes portatives exposées en même temps que les tubes passifs pour le prélèvement du benzène et du formaldéhyde. Ces sondes enregistrent les valeurs de température en continu avec un pas de temps de 10 min.

## 1. Température en air intérieur

Résultats (données 10 min)	Température (°C)												
	Site – Salle de réunion												Statistiques annuelles
Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Moyenne	20,2	20,4	20,5	20,9	21,6	22,3	24,5	23,3	20,1	20,9	20,9	21,0	21,4
Minimum	20,0	20,1	19,2	19,3	19,3	19,9	22,1	-	18,1	20,3	20,3	19,9	18,1
Maximum	22,0	20,9	24,6	23,2	25,5	28,6	26,8	27,5	22,1	21,6	22,7	22,5	28,6
	Site – Bureau FM												
Moyenne	19,7	21,0	20,7	23,0	23,0	23,1	25,0	25,3	22,2	21,9	22,8	21,7	22,5
Minimum	17,3	18,5	17	20	20,3	20,9	23,2	-	19,5	19,9	20,6	19,3	17,0
Maximum	27,1	30,4	25,9	26,8	26,9	26,1	26,9	28,7	25,1	30,4	30,9	30,1	30,9
	Site – Couloir												
Moyenne	23,1	23,3	22,6	23,7	23,8	22,8	24,7	24,8	21,5	23,3	23,7	23,6	23,4
Minimum	15,2	21,5	21,4	22,5	22,5	20	22,7	-	19,4	22,3	22,5	19,4	15,2
Maximum	24,5	24,7	24,2	26	25,8	24,9	26,5	27,3	23,8	24,6	25,6	25,7	27,3

- : Donnée manquante

Tableau 5: Données de température enregistrées en air intérieur

Les mesures de température effectuées parallèlement aux prélèvements de benzène et formaldéhyde montrent que ce paramètre varie peu en moyenne au cours de l'année.

La partie de bureaux du bâtiment n'étant pas climatisée, les moyennes hebdomadaires les plus élevées sont logiquement observées lors des prélèvements effectués en juillet et en août.

Les maximums hebdomadaires, avoisinant les 30 °C, relevés sur le site « bureau FM » sont dus à la position du matériel à proximité de la baie vitrée de la pièce soumise à un ensoleillement important.

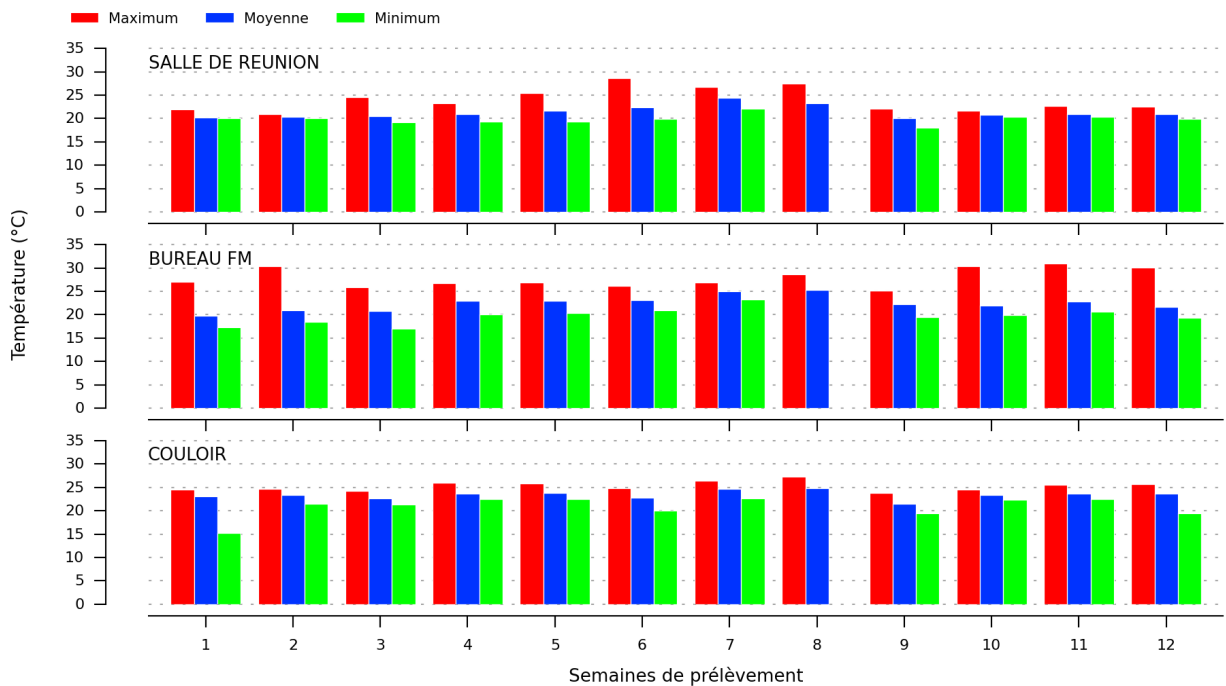


Illustration 5: Mesures de température en air intérieur durant l'étude

## 2. Température en air extérieur

Résultats (données 10 min)	Température (°C)												Statistiques annuelles
	Site – Extérieur												
Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Moyenne	3,2	4,2	9,0	15,7	17,2	19,1	23,5	22,2	17,3	12,3	12,6	6,1	13,5
Minimum	-3,1	-2,4	1,7	4,8	6,8	13,3	11,6	-	8,5	5	4,5	-2,4	-3,1
Maximum	7,3	11,6	18,1	35,2	35,2	32,4	40,3	37,6	31,2	21	21,4	13,5	40,3

- : Donnée manquante

Tableau 6: Données de température enregistrées en air extérieur

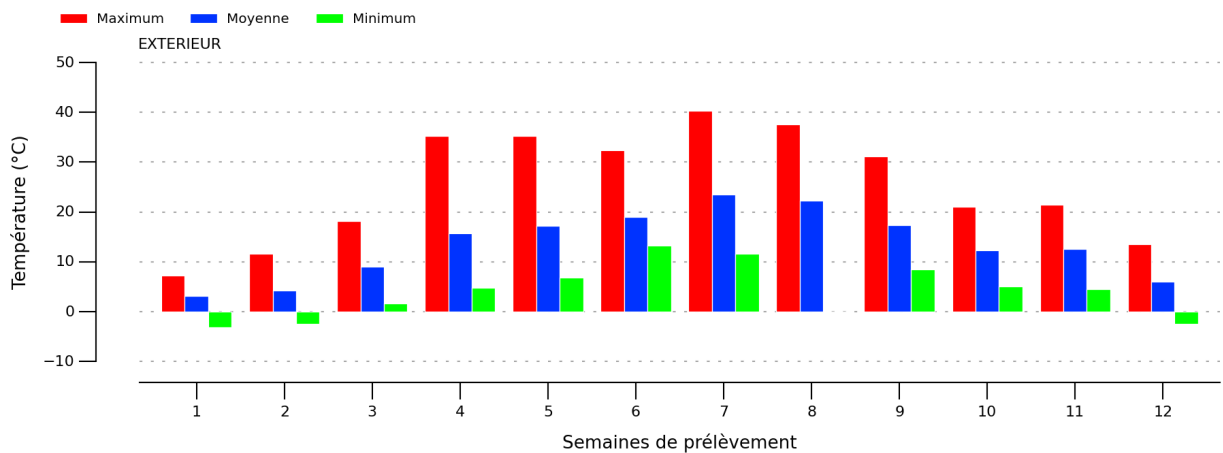


Illustration 6: Mesures de température en air extérieur durant l'étude

La température extérieure a pu atteindre 40 °C lors du prélèvement du mois de juillet et descendre jusqu'à -3 °C lors du prélèvement de fin janvier.

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

## 1. Benzène

### Valeurs relevées et seuils réglementaires

Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Benzène			
	Site « Salle de réunion »	Site « Bureau FM »	Site « Couloir »	Site « Extérieur »
Semaine 1 (27/01 – 03/02)	0,62	0,89	0,87	0,15
Semaine 2 (17/02 – 24/02)	0,98	0,89	0,80	0,36
Semaine 3 (17/03 – 24/03)	1,30	1,34	1,08	1,23
Semaine 4 (14/04 – 21/04)	0,45	0,51	0,68	0,51
Semaine 5 (12/05 – 19/05)	0,43	0,37	0,60	0,47
Semaine 6 (09/06 – 16/06)	0,26	0,34	0,24	0,10
Semaine 7 (09/07 – 16/07)	0,76	0,37	0,55	0,42
Semaine 8 (04/08 – 10/08)	0,90	0,61	0,50	0,44
Semaine 9 (08/09 – 15/09)	0,44	0,84	0,57	0,31
Semaine 10 (06/10 – 13/10)	0,52	1,00	0,47	0,27
Semaine 11 (27/10 – 03/11)	1,10	0,72	0,87	0,58
Semaine 12 (24/11 – 01/12)	1,77	1,83	1,86	0,51
<b>Moyenne annuelle</b>	<b>0,79</b>	<b>0,81</b>	<b>0,76</b>	<b>0,44</b>
<b>Valeur-guide à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013</b>	<b>5,0</b>			
<b>Valeur-guide à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016</b>	<b>2,0</b>			

Tableau 7: Concentrations relevées en benzène et seuils réglementaires

Les concentrations relevées en benzène sont, en moyenne sur l'année et sur chacun des sites, inférieures à  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les valeurs-guides pour l'air intérieur sont donc respectées tout au long de cette étude.



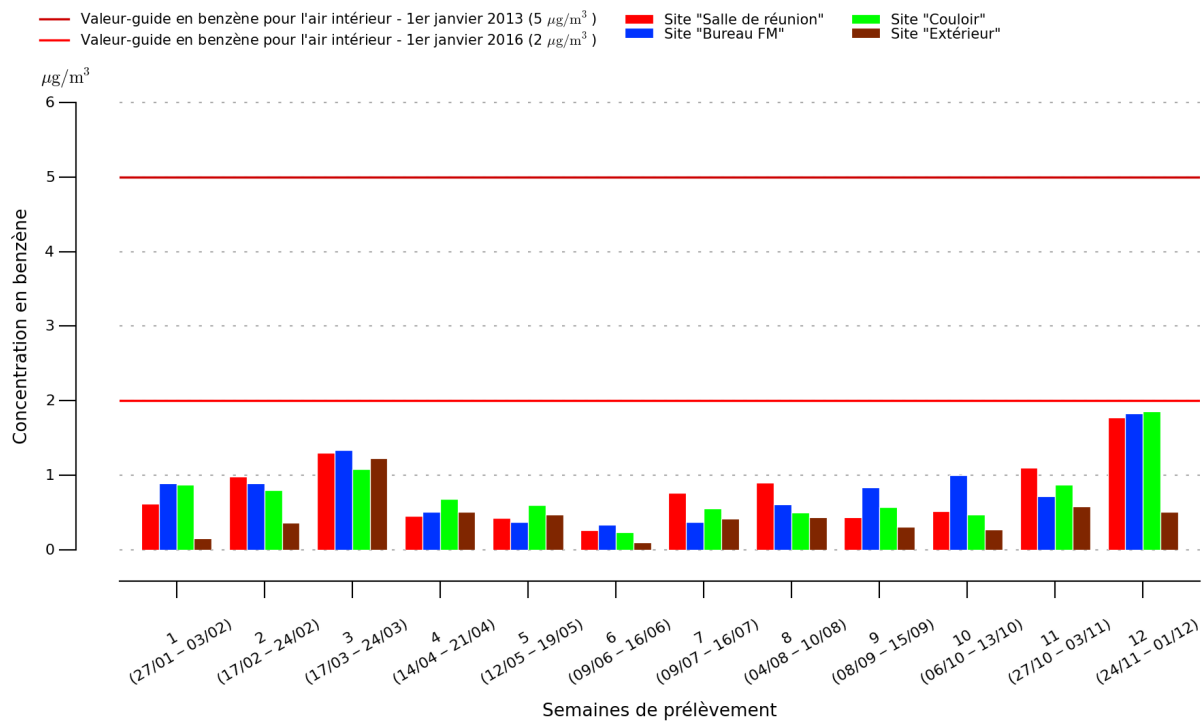


Illustration 7: Evolution des concentrations en benzène comparée aux seuils réglementaires

A l'intérieur du bâtiment, les teneurs sont en moyenne près de deux fois plus importantes qu'en air extérieur. Ce constat indique que la présence de benzène dans l'air intérieur n'est pas uniquement due à un apport de l'air extérieur même si celui-ci n'est pas négligeable lors de certains prélèvements hebdomadaires.

L'émission des matériaux et le confinement des pièces peuvent également être à l'origine des teneurs plus élevées en air intérieur. Certains espaces sont potentiellement concernés par ce dernier point comme le site « Salle de réunion » qui se trouve la plupart du temps fermé.

## 2. Formaldéhyde

### Valeurs relevées et seuils réglementaires

Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Formaldéhyde		
	Site « Salle de réunion »	Site « Bureau FM »	Site « Couloir »
Semaine 1 (27/01 – 03/02)	6,0	11,9	13,1
Semaine 2 (17/02 – 24/02)	7,3	13,7	15,4
Semaine 3 (17/03 – 24/03)	6,9	13,5	14,6
Semaine 4 (14/04 – 21/04)	6,7	11,0	15,8
Semaine 5 (12/05 – 19/05)	8,4	13,2	16,6
Semaine 6 (09/06 – 16/06)	11,3	21,6	24,0
Semaine 7 (09/07 – 16/07)	11,0	17,8	21,9
Semaine 8 (04/08 – 10/08)	15,2	25,4	31,4
Semaine 9 (08/09 – 15/09)	9,7	18,1	22,0
Semaine 10 (06/10 – 13/10)	8,3	12,9	19,7
Semaine 11 (27/10 – 03/11)	7,5	14,0	19,0
Semaine 12 (24/11 – 01/12)	17,3	21,1	21,3
<b>Moyenne annuelle</b>	<b>9,6</b>	<b>16,2</b>	<b>19,6</b>
<b>Valeur-guide à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015</b>		<b>30</b>	
<b>Valeur-guide à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023</b>		<b>10</b>	

Tableau 8: Concentrations relevées en formaldéhyde et seuils réglementaires

En ce qui concerne le formaldéhyde, les sites « Bureau FM » et « Couloir » présentent les concentrations les plus élevées avec des moyennes sur l'année supérieures à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

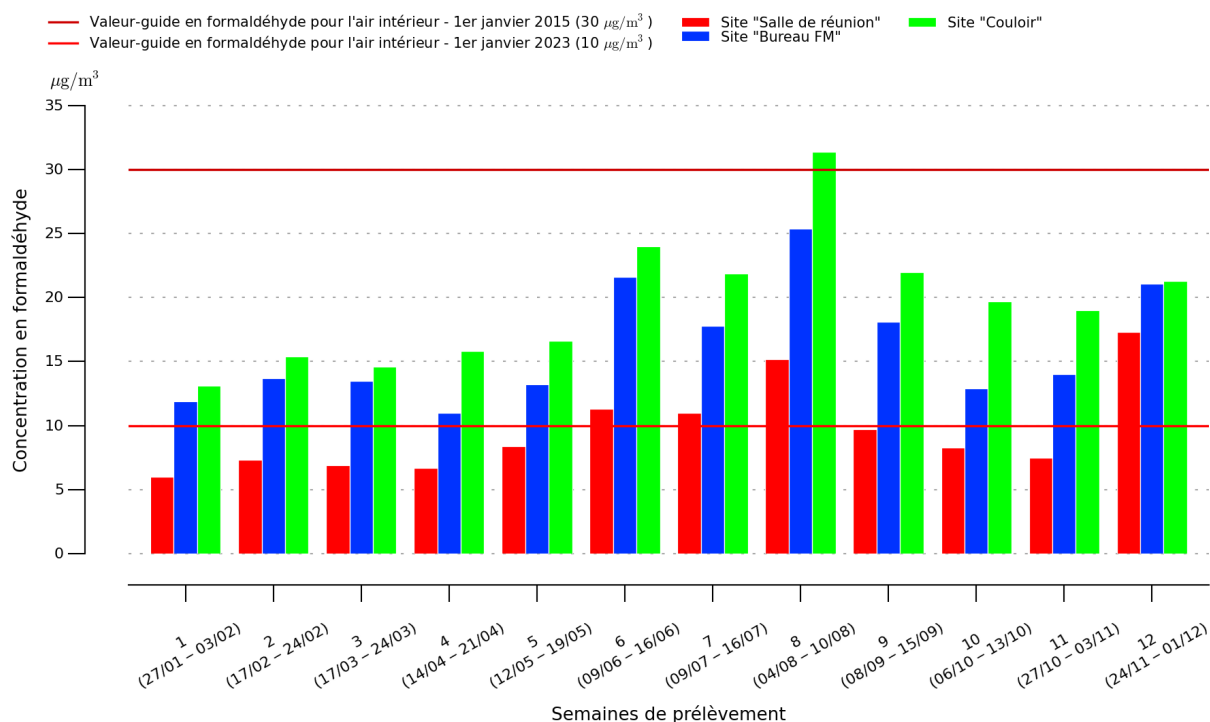


Illustration 8: Evolution des concentrations en formaldéhyde comparée aux seuils réglementaires

**Cependant, la valeur-guide pour l'air intérieur de 30 µg/m<sup>3</sup>, s'appliquant à une exposition à long terme depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, est, en moyenne sur l'année, respectée sur l'ensemble des points de mesure.**

Un maximum hebdomadaire de 31,4 µg/m<sup>3</sup> est toutefois relevé sur le site « Couloir » lors du prélèvement effectué en août. Cette concentration peut être corrélée à la température ambiante relativement élevée observée durant cette mesure.

Seul le site « Salle de réunion » présente une moyenne inférieure à 10 µg/m<sup>3</sup> respectant ainsi la valeur-guide en vigueur à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023.

La présence plus marquée de formaldéhyde sur les sites « Bureau FM » et « Couloir » peut s'expliquer en autres choses par :

- la présence de mobilier en mélaminé (bureau neuf) et la proximité de l'espace photocopieur (source de formaldéhyde par réaction de l'ozone émis par l'appareil avec d'autres COV présents dans l'air) pour le site « Bureau FM » ;
- la proximité de l'espace de stockage du matériel de LIMAIR (composé d'étagères en panneaux de particules) pour le site « Couloir » ;
- l'entretien des zones de bureaux et du couloir du bâtiment (avec l'utilisation de produits de nettoyage pouvant être source, même minime, de COV et de formaldéhyde) plus régulier que pour la salle de réunion qui n'est pas utilisée quotidiennement.

### 3. Radon

#### Valeurs relevées et seuils réglementaires

Activité volumique (Bq/m <sup>3</sup> )	Radon							
	Site « Salle de réunion »	Site « Bureau RF »	Site « Hall photocopieur »	Site « Bureau LV »	Site « Atelier de maintenance »	Site « Laboratoire de métrologie »	Site « Hall technique »	Site « Garage »
Période hivernale (16/01 – 16/03)	131	232	278	131	109	311	61	140
<b>Niveaux de référence européens</b>	<b>200</b> (constructions neuves – recommandation de 1990)							
	<b>300</b> (tout type de bâtiment – directive de 2013)							
<b>Seuils d'action dans les lieux ouverts au public</b>	<b>400</b> (si dépassement mise en place d'action simples pour réduire l'exposition des personnes)							
	<b>1000</b> (si dépassement mise en place d'actions ou travaux de remédiation sans délai)							

Tableau 9: Valeurs relevées d'activité volumique du radon 222 et seuils réglementaires

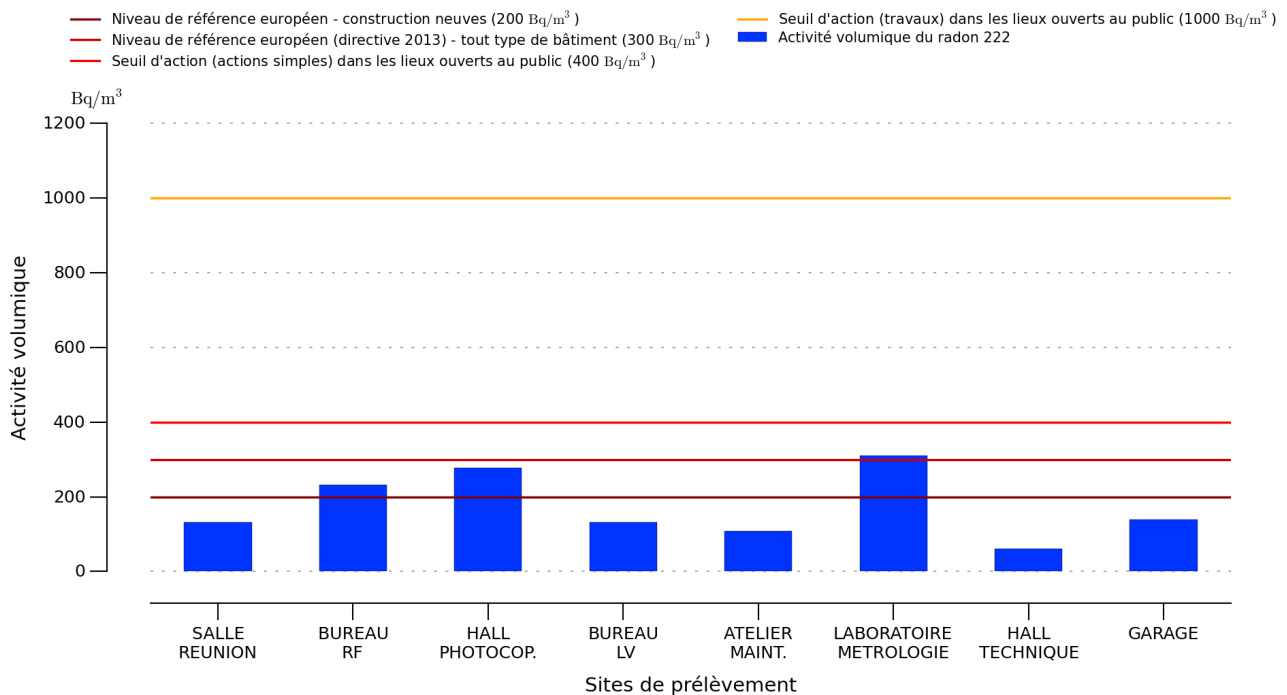


Illustration 9: Valeurs d'activité volumique du radon 222 comparées aux seuils réglementaires

Les résultats de l'analyse des dosimètres exposés sur une période de deux mois (de janvier à mars 2015) montrent la présence attendue de radon dans l'air du bâtiment de LIMAIR et cela malgré les précautions prises durant la phase de construction (mise en place d'une membrane d'isolation à l'interface sol-bâti).

Cependant les valeurs d'activité volumique du radon sont, pour 5 sites sur 8, inférieures à 200 Bq/m<sup>3</sup>, niveau de référence européen recommandé pour les constructions neuves.

C'est aussi le cas en considérant uniquement les points situés dans la zone chauffée et « habitée » du bâtiment, en excluant les sites « Garage » et « Hall technique », avec une concentration moyenne de radon de 199 Bq/m<sup>3</sup>.

Enfin le niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup>, issu de la réglementation la plus récente (directive européenne de 2013), n'est dépassé que pour le site « Laboratoire de métrologie » plus confiné.

A titre d'indication, les valeurs sont également comparées aux seuils d'action de 400 et 1000 Bq/m<sup>3</sup>, établis dans la réglementation française des lieux clos ouverts au public.

Ces deux seuils ne sont ni atteints ni dépassés lors de ces mesures.

# CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif de compléter la démarche initiée par LIMAIR lors de la construction de son nouveau siège social en 2013 et visant à faire de ce dernier un bâtiment exemplaire à la fois en termes de consommation d'énergie et de qualité d'air intérieur.

Afin d'évaluer l'efficacité des actions entreprises (choix de matériaux peu émissifs, moyen de protection contre le radon, ...), des prélèvements de benzène et de formaldéhyde ont été réalisés tout au long de l'année 2015 ainsi qu'une mesure du radon sur deux mois en période hivernale.

## Formaldéhyde et benzène

**Concernant ces deux principaux polluants de l'air intérieur, les concentrations moyennes sur l'année pour les trois sites de prélèvement respectent les valeurs-guides en vigueur en 2015. Ces valeurs sont de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le benzène et de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le formaldéhyde.**

Les teneurs en benzène sont en moyenne près de deux fois plus importantes en air intérieur en comparaison aux concentrations de l'air extérieur mesurées en parallèle. L'apport extérieur de ce polluant n'est donc pas la seule raison de sa présence dans l'air intérieur même si celui-ci reste non négligeable.

Quant au formaldéhyde, sa concentration est plus marquée sur les points de mesure situés dans les zones de vie principales du bâtiment (bureaux et couloir). Le mobilier nouvellement installé (même peu émissif), l'utilisation du photocopieur à proximité ainsi que l'utilisation de produits pour l'entretien peuvent représenter, dans ces zones, autant de sources potentielles d'émission de ce polluant.

Dans les zones plus à écart de ces activités, comme la salle de réunion, les teneurs observées sont plus faibles et pour ce site uniquement la valeur guide de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en vigueur à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023 est respectée.

## Radon

La concentration en radon dans l'air, représentée par son activité volumique, a été évaluée en huit points de mesure.

**Les valeurs relevées sont, pour 5 sites, inférieures au niveau de 200 Bq/m<sup>3</sup>, recommandé dans la législation européenne pour les constructions neuves.**

**C'est aussi le cas si l'on considère la moyenne des concentrations observées sur les sites appartenant à la zone chauffée et « habitée » du bâtiment.**

Le seuil de 300 Bq/m<sup>3</sup>, correspondant au niveau de référence établi dans la directive européenne la plus récente (2013/59/Euratom du 5 décembre 2013), n'est dépassé qu'à une seule reprise dans un espace se révélant être plutôt confiné.

Enfin, les niveaux d'action de 400 et 1000 Bq/m<sup>3</sup>, définis dans la réglementation française des lieux clos ouverts au public et comparés ici à titre indicatif, ne sont pas atteints.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Décret n°2011-1127 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène ;
- Directive 2013/59/EURATOM du conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom ;
- Recommandation 90/143/Euratom de la Commission du 21 février 1990 relative à la protection de la population contre les dangers résultant de l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments
- Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public ;
- Article « La réglementation en vigueur et autres textes », rubrique « Santé et environnement » catégorie « Bâtiment » du site internet [social-sante.gouv.fr](http://social-sante.gouv.fr) ;
- Site internet [sante-radon.com](http://sante-radon.com)

# INDEX DES ILLUSTRATIONS

---

- 10 Illustration 1: Plan du bâtiment de LIMAIR avec points de mesure
- 11 Illustration 2: Photos des sites de prélèvements de formaldéhyde et benzène
- 12 Illustration 3: Exemple de tube à diffusion passive
- 13 Illustration 4: Dosimètre radon
- 15 Illustration 5: Mesures de température en air intérieur durant l'étude
- 15 Illustration 6: Mesures de température en air extérieur durant l'étude
- 17 Illustration 7: Evolution des concentrations en benzène comparée aux seuils réglementaires
- 18 Illustration 8: Evolution des concentrations en formaldéhyde comparée aux seuils réglementaires
- 20 Illustration 9: Valeurs d'activité volumique du radon 222 comparées aux seuils réglementaires





# INDEX DES TABLEAUX

---

8	Tableau 1: Repères réglementaires pour le formaldéhyde et le benzène en air intérieur
9	Tableau 2: Repères réglementaires pour le radon en air intérieur
12	Tableau 3: Planning de mesure et de prélèvement
12	Tableau 4: Méthode d'analyse des tubes passifs
14	Tableau 5: Données de température enregistrées en air intérieur
15	Tableau 6: Données de température enregistrées en air extérieur
16	Tableau 7: Concentrations relevées en benzène et seuils réglementaires
18	Tableau 8: Concentrations relevées en formaldéhyde et seuils réglementaires
20	Tableau 9: Valeurs relevées d'activité volumique du radon 222 et seuils réglementaires



# ANNEXES

---

## 21 Agrément LIMAIR

# ▶ AGRÉMENT LIMAIR

JORF du 31 octobre 2015

Texte n°11 sur 95

## **Arrêté du 26 octobre 2015 portant prorogation d'agrément d'associations de surveillance de la qualité de l'air agréées au titre de l'article R. 221-13 du code de l'environnement**

NOR : DEVR1525902A

Le ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie,  
 Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 221-3 et R. 221-13 ;  
 Vu l'arrêté du 4 octobre 2012 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;  
 Vu l'arrêté du 23 octobre 2012 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;  
 Vu l'arrêté du 11 janvier 2013 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;  
 Vu l'arrêté du 7 juillet 2013 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;  
 Vu l'arrêté du 3 août 2013 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;  
 Vu l'arrêté du 6 janvier 2014 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;  
 Vu l'arrêté du 14 janvier 2014 portant agrément d'une association de surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II) ;

Arrête :

Art. 1er. – Sont prorogés jusqu'au 31 décembre 2016 les agréments des associations de surveillance de la qualité de l'air des régions suivantes :

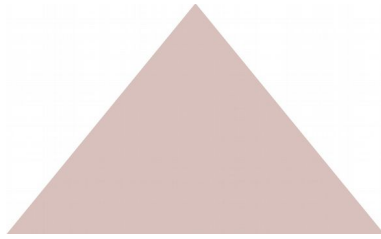
Alsace ;  
 Aquitaine ;  
 Nord – Pas-de-Calais ;  
 Auvergne ;  
 Midi-Pyrénées ;  
 Languedoc-Roussillon ;  
 Limousin ;  
 Poitou-Charentes ;  
 Champagne-Ardenne.

Art. 2. – Le directeur général de l'énergie et du climat est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 26 octobre 2015.

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur général  
 de l'énergie et du climat,  
 L. MICHEL



La Surveillance de l'Air en Limousin

35, rue Soyouz  
Parc ESTER Technopole  
87068 LIMOGES CEDEX  
Tél. : 05.55.33.19.69  
Fax : 05.55.33.37.11

---

**Rédaction**

Fanette Moutrille - Chargée  
d'études

**Vérification - Approbation**

Rémi Feuillade - Directeur

---

[www.limair.asso.fr](http://www.limair.asso.fr)