

# Lycée professionnel Martin Nadaud (Bellac)

---

## Evaluation de la qualité de l'air intérieur 2018/2019

Période de mesure : novembre 2018 et mars 2019  
Commune et département d'étude : Bellac, Haute-Vienne (87)

Référence : QAI-EXT-18-107

Version finale du : 10/05/2019

---

Auteur(s) : F. PELLETIER  
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :  
E-mail : [contact@atmo-na.org](mailto:contact@atmo-na.org)  
Tél. : 09 84 200 100




[www.atmo-nouvelleaquitaine.org](http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org)

**Titre** : Evaluation de la qualité de l'air intérieur – lycée professionnel Martin Nadaud à Bellac (87)

**Reference** : QAI\_EXT\_18\_107

**Version** : du 10/05/2019

**Nombre de pages** : 13 (couverture comprise)

	Rédaction	Vérification	Approbation
<b>Nom</b>	Fiona PELLETIER	Agnès HULIN	Rémi FEUILLADE
<b>Qualité</b>	Ingénieure études	Responsable du service Etudes, Modélisation, Anticipation	Directeur Délégué Production et Exploitation
<b>Visa</b>			

### Conditions d'utilisation

**Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.**

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine 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.atmo-nouvelleaquitaine.org](http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org))
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : [contact@atmo-na.org](mailto:contact@atmo-na.org)
- par téléphone : 09 84 200 100

# Sommaire

<b>1. Contexte et objectifs</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Polluants suivis</b> .....	<b>6</b>
2.1. Aldéhydes.....	6
<b>3. Organisation de l'étude</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Résultats</b> .....	<b>8</b>
4.1. Température et humidité relative .....	8
4.2. Formaldéhyde.....	8
<b>5. Conclusion</b> .....	<b>11</b>

# Annexes

Bibliographie .....	12
---------------------	----

**Abréviations :**

AASQA :	Association Agréée pour la 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
CNL :	Campagne Nationale Logements
COV :	Composés Organiques Volatils
CSTB :	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DNPH :	2,4-Dinitrophénylhydrazine
ERP :	Etablissement Recevant du Public
HPLC :	Chromatographie Liquide Haute Performance
HR :	Humidité Relative
µm :	micromètre (= 1 millionième de mètre = 10 <sup>-6</sup> m)
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI :	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
PM10 :	particules fines dont le diamètre est inférieur à 10 µm
ppm :	partie par million
QAI :	Qualité de l'Air Intérieur
TU :	Temps Universel
UV :	Ultraviolet
VGAI :	Valeur Guide pour l'Air Intérieur

## Définitions :

Humidité relative (HR) : l'humidité relative a un faible impact sur la sensation thermique et sur la perception de la qualité de l'air dans les locaux à occupation sédentaire. Toutefois, les humidités intérieures durablement élevées peuvent être la cause de proliférations microbiennes et fongiques (humidité > 70%), et une humidité très basse (< 15-20%) peut entraîner un dessèchement et/ou une irritation des yeux et des voies respiratoires. [1]

Médiane : c'est le nombre qui sépare une série de données en 2 groupes de même effectif (50% des données sont supérieures à la médiane et 50% des données sont inférieures à la médiane).

Valeur Guide pour l'Air Intérieur (VGAI) : telle que définie dans le décret n° 2011-1727, c'est une valeur fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre dans la mesure du possible dans un délai donné.

Valeur d'action rapide : telle que définie dans le décret n° 2015-1926 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les établissements recevant du public (ERP), c'est une valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées et pour laquelle le préfet de département doit être informé.

# 1. Contexte et objectifs

Nous passons en moyenne 85% de notre temps dans des espaces clos. Que ce soit dans les logements, les transports, les lieux de travail ou de vie scolaire, les espaces clos de loisirs, etc. La problématique « Bâtiment – Santé » qui a émergé dans les années 70, suites aux politiques d'économie d'énergie recommandant une isolation plus importante des bâtiments, est aujourd'hui une préoccupation reconnue des instances nationales et de la communauté scientifique.

Pour la seconde année scolaire consécutive, et dans le cadre d'une démarche pédagogique les élèves du lycée professionnel Martin Nadaud ont appliqué, dans certaines salles de classe et bureaux, une peinture spéciale et un enduit « dépolluant », censée capter les molécules de formaldéhyde présentes dans l'air intérieur.

C'est dans ce contexte que le lycée Martin Nadaud et Atmo Nouvelle-Aquitaine ont décidé de réaliser une campagne de mesures du formaldéhyde avant et après l'application de cette peinture et cet enduit.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de cette peinture sur la qualité de l'air intérieur (QAI) de cette salle de classe, notamment sur les niveaux en formaldéhyde.

Le présent rapport présente les résultats des deux campagnes de mesures (réalisées du 5 au 9 novembre 2018 puis du 11 au 15 mars 2019).

## 2. Polluants suivis

### 2.1. Aldéhydes

#### Origines :

Les aldéhydes appartiennent en partie à la famille des Composés Organiques Volatils (COV). Le composé le plus connu est le formaldéhyde. Il est présent dans de très nombreux produits d'usage courant : mousses isolantes, laques, colles, vernis, encres, résines, papier, produits ménagers, pesticides. La plupart des bois agglomérés et contreplaqués en contiennent. Il est également utilisé dans les textiles ainsi que dans certains médicaments et cosmétiques. De faible poids moléculaire, cette substance a la propriété de devenir gazeuse à température ambiante.

Le formaldéhyde mesuré dans le cadre de cette étude est un aldéhyde.

#### Effets sur la santé :

Le formaldéhyde est un irritant des yeux, du nez et de la gorge. Depuis 2004, il est considéré par l'OMS comme cancérigène certain du nasopharynx et des fosses nasales. Certaines études épidémiologiques sur les effets de l'exposition prolongée au formaldéhyde ont également mis en avant des effets allergiques et un impact sur l'appareil respiratoire.

#### Réglementation concernant le formaldéhyde en air intérieur :

Formaldéhyde	Valeur d'action rapide	100 µg/m <sup>3</sup> en moyenne hebdomadaire [1]
	Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI)	10 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle à atteindre dans la mesure du possible en 2023 [2] 30 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle [2] 50 µg/m <sup>3</sup> à court terme (2h) [3]

### 3. Organisation de l'étude

Dans le cadre de cette étude, le formaldéhyde a été mesuré. Le matériel de mesure est présenté dans le Tableau 1, ainsi que la méthode d'analyse utilisée.

Polluant mesuré	Matériel	Principe d'analyse
Formaldéhyde	Tubes à diffusion passive (Radiello code 165) – florisil / 2,4-DNPH	Extraction au solvant + détection HPLC-UV

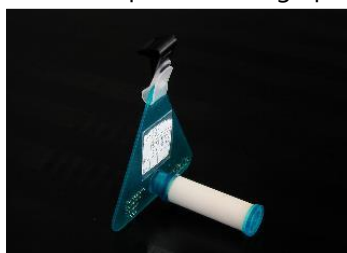
Tableau 1 : matériel de mesure et méthode d'analyse

#### Prélèvements passifs :

Les prélèvements de formaldéhyde sont réalisés à l'aide d'échantillonneurs à diffusion passive, aussi appelés tubes passifs, de type « Radiello ».

L'échantillonnage du gaz polluant s'effectue par diffusion à travers une membrane poreuse (cylindre diffusif) jusqu'à une surface de piégeage (cartouche d'adsorbant). Cet échantillonnage n'implique aucun mouvement actif de l'air. Quand l'échantillonneur passif (tube à diffusion) est exposé, un gradient de concentration s'établit entre l'air à l'extérieur du tube et l'air en contact avec la surface de l'adsorbant. Ce différentiel de concentration va entraîner une diffusion des composés polluants à travers la membrane poreuse, de la zone la plus concentrée en polluants (air ambiant) vers la surface de l'adsorbant (cartouche) où ils sont captés et accumulés.

L'échantillonneur passif est exposé à l'air pour une durée définie. Le taux d'échantillonnage dépend du coefficient de diffusion du gaz polluant. Ce taux est appelé débit d'échantillonnage par diffusion et est déterminé par étalonnage préalable en atmosphère normalisée.



Les tubes passifs sont accrochés au centre des pièces à une distance d'environ 1 m des murs et des sources potentielles de pollution.

Figure 1 : tube à diffusion passive

#### Stratégie temporelle :

- La campagne de mesures « avant travaux de peinture » a été réalisée du **lundi 5 au vendredi 9 novembre 2018**.
- La peinture a été appliquée la semaine suivante.
- La campagne de mesures « après travaux de peinture » a été réalisée du **lundi 11 au vendredi 15 mars 2019**, soit plusieurs mois après l'application de la peinture.

A chaque campagne, les mesures ont duré 4.5 jours, ce qui est considéré comme la durée d'occupation moyenne des élèves lors d'une semaine de classe classique.

En même temps que les campagnes de mesures, un planning d'occupation de la salle de classe investiguée a été complété par les occupants. Les occupants ont également complété, pour chaque campagne, un questionnaire d'activités. On y retrouve les informations suivantes :

- Les périodes/fréquences d'ouverture des portes et fenêtres,
- Les différentes activités réalisées dans les locaux,
- Les activités ménagères,
- Le fonctionnement du système de ventilation, le cas échéant,
- Les événements particuliers qui pourraient avoir un impact sur la QAI.

### Stratégie spatiale :

Le lycée Martin Nadaud est situé avenue de la Libération à Bellac (87) en zone rurale.

Les mesures sont réalisées dans 2 salles de classe situées dans le même bâtiment et au même étage mais non contiguës et dans un bureau administratif situé au rez-de-chaussée du même bâtiment :

- une salle de classe où est appliquée une peinture classique (salle n°15),
- une salle de classe où est appliquée une peinture « anti-formaldéhyde » (salle n°13),
- et un bureau où est appliqué un enduit « anti-formaldéhyde » (bureau DDF).

### Limites :

Les campagnes de mesures sont ponctuelles (4.5 jours), or les concentrations en polluants peuvent évoluer au cours d'une année (influence de la température, de l'humidité, du rayonnement solaire, des émissions de polluants extérieurs, des interactions entre différents polluants mais aussi des activités pratiquées dans les salles investiguées, des produits d'entretien et de l'aération/ventilation).

Seul le formaldéhyde a été mesuré dans le cadre de cette étude. Néanmoins, il existe de nombreux autres polluants potentiellement présents en air intérieur.

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

## 4. Résultats

### 4.1. Température et humidité relative

La température dans les différentes pièces investiguées varie entre 16.1 et 26.9°C pendant la campagne de novembre 2018 et entre 17.6 et 24.9°C pendant la campagne de mars 2019.

L'humidité relative dans les différentes pièces investiguées varie entre 35.6 et 78.2 % pendant la campagne de novembre 2018 et entre 25.0 et 77.3 % pendant la campagne de mars 2019.

Une humidité relative supérieure à 80% peut entraîner des interférences sur les résultats de formaldéhyde. Les niveaux d'humidité relative relevés dans le cadre de cette étude ne dépassent jamais les 80%.

### 4.2. Formaldéhyde

Sur la Figure 2 sont représentées les concentrations en formaldéhyde dans les salles n°13, n°15 et dans le bureau DDF du lycée Martin Nadaud pour les 2 campagnes de mesures (avant et après application des peinture ou enduit).

Pour rappel :

- Salle n°13 : application d'une peinture « anti-formaldéhyde »
- Salle n°15 : application d'une peinture classique
- Bureau DDF : application d'un enduit « anti-formaldéhyde »



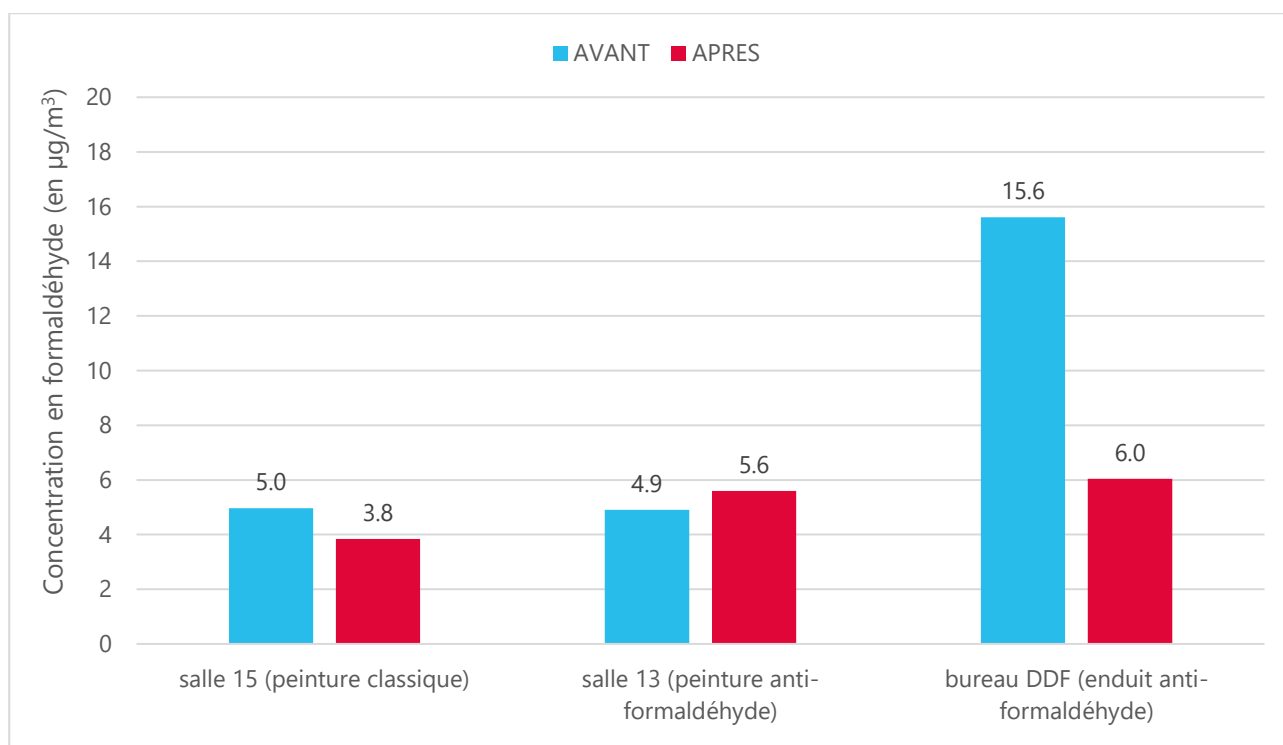


Figure 2 : concentrations en formaldéhyde au lycée Nadaud (novembre 2018 = « avant travaux » et mars 2019 = « après travaux »)

Le formaldéhyde n'a pas été mesuré en extérieur car il n'existe pas dans l'environnement du lycée Nadaud de source de formaldéhyde. Les concentrations habituellement mesurées en air ambiant sont de l'ordre de 1 µg/m<sup>3</sup>.

Les concentrations mesurées à l'intérieur des bâtiments sont, sauf cas particulier, plus élevées que les concentrations en formaldéhyde en air ambiant. Ceci s'explique par le fait que la majorité des sources de formaldéhyde se trouve à l'intérieur des bâtiments (matériaux de construction, de finition, d'ameublement, les livres et magazines neufs, certains produits d'entretien). De plus, le confinement éventuel des bâtiments peut engendrer l'accumulation de ce polluant à l'intérieur des bâtiments.

- Les concentrations en formaldéhyde mesurées lors de cette étude sont inférieures à la valeur d'action rapide (100 µg/m<sup>3</sup>) et la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI) court terme (50 µg/m<sup>3</sup>).
- Il existe également des VGAI long terme pour le formaldéhyde qui sont applicables dans les ERP. Ces VGAI sont définies en moyenne annuelle, elles sont donc comparables uniquement à titre indicatif aux résultats de la présente étude. Les concentrations en formaldéhyde sont inférieures aux VGAI long terme qui sont de 30 µg/m<sup>3</sup> et 10 µg/m<sup>3</sup> à l'échelle annuelle.

### Salles de classe :

Lors des deux campagnes de mesures, les concentrations en formaldéhyde sont extrêmement faibles dans les 2 salles de classe investiguées (salles n°13 et n°15).

Aux incertitudes de mesures près, les concentrations en formaldéhyde sont similaires avant et après application des peintures dans les deux salles de classe. Ainsi, quelques mois après son application, la peinture « classique » n'a pas d'impact sur la concentration en formaldéhyde. De même que la peinture « anti-formaldéhyde ».

- Les résultats de ces campagnes de mesures ne permettent pas de conclure sur l'efficacité de la peinture « anti-formaldéhyde », d'une part.
- D'autre part, les résultats montrent que la peinture classique utilisée ici n'a pas d'impact sur les concentrations en formaldéhyde quelques mois après son application.

### Bureau DDF :

Dans le bureau DDF par contre, la concentration lors de la première phase de mesures est plus élevée que dans les deux salles de classe. Ceci s'explique par le volume de la pièce qui est beaucoup plus faible qu'une salle de classe. Mais aussi, par la présence plus importante d'éléments de mobilier, potentiellement émetteur de COV et notamment de formaldéhyde. Et enfin, par le renouvellement d'air du bureau plus faible que les salles de classe (porte et fenêtres plus souvent fermées dans le bureau).

Selon les questionnaires d'accompagnement des mesures, les habitudes d'aération et d'utilisation du bureau DDF sont restées similaires entre les deux phases de mesures.

La concentration en formaldéhyde dans ce bureau a fortement diminué après l'application de l'enduit dépolluant (-60%).

- En l'absence d'autres éléments d'explication, nous pouvons conclure que l'enduit dépolluant a pu contribuer en partie à cette diminution de concentration en formaldéhyde dans ce bureau.

Dans la Figure 3 sont présentés, pour comparaison, les résultats de la campagne nationale pilote dans 160 écoles maternelle et élémentaire.

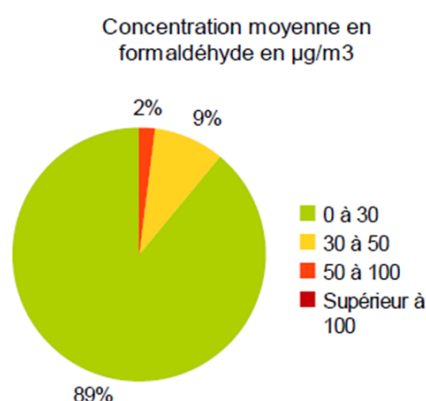


Figure 3 : Répartition des concentrations en formaldéhyde observée lors de la campagne pilote nationale (2009-2011)

Les concentrations mesurées au lycée Nadaud sont comprises entre 0 et 30 µg/m<sup>3</sup> comme 89% des établissements scolaires investigués lors de la campagne nationale pilote.

Le formaldéhyde mesuré au lycée Nadaud peut être également comparé :

- Aux valeurs médianes de la Campagne Nationale Logements (CNL), réalisée entre 2003 et 2005 dans 600 logements français (OQAI-CSTB) [5] .
- Et aux médianes du projet européen OFFICAIR réalisé dans 37 immeubles de bureaux neufs ou récemment réhabilités répartis dans 8 pays européens en 2012-2013 [6] .

Concentrations moyennes en µg/m <sup>3</sup>	Lycée Nadaud		Etudes comparatives	
	Nov.18	Mars 19	Campagne Nationale Logement (CNL)	OFFICAIR (bureaux)
Formaldéhyde	8.5	5.2	19.5	10.8

Tableau 2 : synthèse des résultats du formaldéhyde au lycée Nadaud et données de comparaison

Les concentrations moyennes des différentes pièces investiguées au lycée Nadaud pour le formaldéhyde sont inférieures aux résultats de comparaison de la Campagne Nationale Logements (CNL) et du projet européen OFFICAIR.

## 5. Conclusion

Des mesures de formaldéhyde ont été réalisées à l'intérieur du lycée professionnel Martin Nadaud situé à Bellac (87). Le formaldéhyde est mesuré lors de deux campagnes de mesures avant et après l'application d'une peinture « anti-formaldéhyde » dans une salle de classe, d'une peinture classique dans une autre salle de classe et d'un enduit « anti-formaldéhyde » dans un bureau administratif.

Les conclusions de ces 2 campagnes de mesures sont les suivantes :

- Les concentrations en formaldéhyde au lycée Nadaud sont largement inférieures aux valeurs limites et aux valeurs guide.
- Les concentrations en formaldéhyde sont également inférieures aux données des études comparatives françaises ou européennes.
- Aucune évolution significative des concentrations n'est observée entre les campagnes de mesures avant et après application de la peinture « anti-formaldéhyde » dans la salle n°13. De même, aucune évolution significative n'est observée avant et après application de la peinture classique dans la salle n°15.
- Ainsi, ces deux types de peinture n'ont ni dégradé, ni amélioré la qualité de l'air dans ces salles de classe.
- Dans le bureau DDF, par contre, la concentration en formaldéhyde était à la base plus élevée, et elle a diminué de 60% après l'application de l'enduit « anti-formaldéhyde ».
- Néanmoins, ces campagnes de mesures sont ponctuelles (4.5 jours de mesures), or les concentrations peuvent évoluer au cours du temps (influence de la température, de l'humidité, du rayonnement solaire, des interactions entre les différents polluants mais aussi des activités pratiquées dans les pièces investiguées, des produits d'entretien et de l'aération/ventilation). Nous ne pouvons donc pas conclure quant à l'efficacité de ce type d'enduit.

# Annexes

## Bibliographie

- [1] Décret n° 2015-1926 du 30 décembre 2015 modifiant le 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° 0001 du 1<sup>er</sup> janvier 2016, texte n° 8. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031741934&categorieLien=id> (consulté le 10.05.2019)
- [2] 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 du 4 décembre 2011, p. 20529, texte n° 4. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024909119&dateTexte=&categorieLien=id> (consulté le 10.05.2019)
- [3] Valeurs guides de qualité d'air intérieur – le formaldéhyde [en ligne]. AFSSET, en partenariat avec le CSTB. Rapport d'expertise collective, juillet 2007, 83 pp. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2004etVG002Ra.pdf> (consulté le 10.05.2019)
- [4] MICHELOT N., MANDIN C., RAMALHO O., et al. Campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France. Pollution atmosphérique, juillet-septembre 2011, n° 211, pp3 267-279.
- [5] OQAI. Campagne nationale logements, état de la qualité de l'air dans les logements français, rapport final [en ligne]. CSTB, ANSES, rapport n° DDD/SB 2006-57, mis à jour en mai 2007, 183 p. Disponible sur : [http://www.oqai.fr/userdata/documents/Document\\_133.pdf](http://www.oqai.fr/userdata/documents/Document_133.pdf) (consulté le 10.05.2019)
- [6] OQAI. Qualité de l'air intérieur et confort dans les immeubles de bureaux [en ligne]. CSTB, bulletin de l'OQAI n°8, novembre 2014, 8p. Disponible sur : [http://www.oqai.fr/userdata/documents/460Bulletin8\\_QAI\\_Confort\\_Bureaux.pdf](http://www.oqai.fr/userdata/documents/460Bulletin8_QAI_Confort_Bureaux.pdf) (consulté le 10.05.2019)



RETROUVEZ TOUTES  
**NOS PUBLICATIONS SUR :**  
[www.atmo-nouvelleaquitaine.org](http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org)

## Contacts

---

[contact@atmo-na.org](mailto:contact@atmo-na.org)  
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social) - ZA Chemin Long  
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)  
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Auguste Fresnel  
17 184 Périgny Cedex

Pôle Limoges  
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz  
87 068 Limoges Cedex

