



diagnostic des sources de formaldéhyde

dans 3 établissements scolaires
des Pays de la Loire

mars 2012 – rapport final



sommaire

synthèse	1
introduction	7
formaldéhyde : sources, caractéristiques, valeurs de référence, niveaux mesurés	8
méthodologie	15
choix des établissements	15
périodes de mesure	16
dispositif de mesure	16
résultats	18
école Maternelle à Donges.....	19
école maternelle Molière à Cholet.....	24
lycée Clemenceau à Nantes	28
bilan des mesures	31
étude de modélisation réalisée dans 3 salles.....	32
aide à la décision sur le choix des produits de construction et décoration	35
conclusions et perspectives	38
perspectives	38
annexes	39
annexe 1 : Air Pays de la Loire	40
annexe 2 : risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs.....	41
annexe 3 : valeurs de référence de l'air intérieur.....	42
annexe 4 : résultats des mesures.....	43
annexe 5 : information sur matériaux et leurs émissions [15]	46
glossaire	48
abréviations	48

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Laurence Böhm, Etude de modélisation : Florence Guillou, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation : François Ducroz et Arnaud Rebours

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

remerciements

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Agence Régionale de la Santé des Pays de la Loire.

Air Pays de la Loire remercie le Département Chimie et Environnement de l'École des Mines de Douai pour leur conseil et appui technique lors de cette étude et les collectivités gestionnaires des établissements pour leur coopération et les responsables des établissements pour leur accueil.

synthèse

contexte → formaldéhyde : polluant classé prioritaire par l'Anses

Le formaldéhyde est classé depuis 2004 dans le groupe 1 - cancérogènes certains pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer. Ce polluant a été classé par l'Observatoire de Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) comme devant faire l'objet d'une surveillance prioritaire.

Lors d'études sur la qualité de l'air intérieur menées entre 2008 et 2011 par Air Pays de la Loire dans des établissements scolaires de la région, il a été enregistré des niveaux moyens en formaldéhyde dépassant la valeur cible de 10 µg/m³ et parfois même la valeur repère de 30 µg/m³ proposée par le Haut Conseil en Santé Publique, impliquant donc la présence de sources d'émission majeures à l'intérieur des bâtiments.

Compte tenu de certains niveaux de formaldéhyde mesurés (jusqu'à 42 µg/m³) et en vue d'apporter des éléments d'expertise complémentaires, notamment dans le cadre de la campagne pilote nationale 2009-2011 portant sur 300 écoles et crèches en France, Air Pays de la Loire a mené en 2011 une étude exploratoire relative à la **quantification des émissions de formaldéhyde** issues du mobilier et des produits de construction et de décoration. Cette étude a été menée avec le soutien financier de l'Agence régionale de santé (ARS) et dans le cadre d'un partenariat avec le Département Chimie et Environnement de l'Ecole des Mines de Douai (étude du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air).

objectifs → quantifier les émissions de formaldéhyde dans 3 établissements scolaires

Les objectifs de l'étude sont de quantifier les émissions des sources intérieures de formaldéhyde dans 3 établissements (6 classes) par :

- L'identification des sources intérieures de formaldéhyde, leur hiérarchisation et l'évaluation de la part attribuable de chacune de ces sources aux concentrations intérieures observées ;
- L'estimation des concentrations intérieures en formaldéhyde à partir des données collectées sur les taux d'émission des matériaux dans 3 salles de classe à l'aide d'un modèle « simplifié » ;
- Et in fine, la production d'éléments d'expertise et d'aide à la décision des gestionnaires de ces établissements en vue de réduire l'exposition aérienne des enfants au formaldéhyde.

moyens → des prélèvements passifs sur les matériaux émetteurs pour la mesure des taux d'émission

La campagne de mesure a été réalisée dans trois établissements pour lesquels il a été établi par Air Pays de la Loire un dépassement systématique de la valeur guide cible de 10 µg/m³ et pour lesquels les niveaux approchent ou franchissent la valeur repère proposée par le Haut Conseil en Santé Publique (30 µg/m³) :

- le lycée Clemenceau à Nantes ;
- l'école primaire Casanova de Donges ;
- l'école maternelle Molière à Cholet.

Des travaux exploratoires menés par le Département Chimie et Environnement de l'École des Mines de Douai (EMD) ont permis de développer et valider un échantillonneur passif spécifiquement adapté à la mesure in situ des taux d'émission en formaldéhyde des surfaces et matériaux en environnements intérieurs. Air Pays de la Loire a bénéficié du soutien de l'EMD et cette technique de mesure a été déployée dans 6 classes de 3 établissements scolaires.

La mesure des émissions en formaldéhyde a été réalisée grâce à des échantillonneurs passifs (photos) constitués d'une boîte de pétri en verre au fond de laquelle est placé un filtre de piégeage du formaldéhyde.



Echantillonneurs passifs posés sur du mobilier et fixés au mur dans un établissement

Dans chaque pièce étudiée, une quinzaine d'échantillonneurs passifs a été répartie sur l'ensemble des surfaces (plafond, sol et murs) et des pièces d'ameublement de manière à déterminer leur taux d'émission en formaldéhyde. Après une exposition de 6 heures, ils sont fermés avec une capsule et conservés au congélateur avant d'être analysés en laboratoire.

des prélèvements actifs de concentrations en formaldéhyde dans les environnements intérieurs

Parallèlement, des prélèvements actifs sur cartouches de DNPH ont été réalisés afin de mesurer les concentrations en formaldéhyde à l'intérieur de certaines pièces des établissements et à l'extérieur de l'école pendant une durée de 6 heures.

Une détermination du taux de renouvellement de l'air a été menée dans une salle de classe à Donges dans le but de réaliser une étude spécifique de modélisation en collaboration avec l'école des Mines de Douai.

établissements	salles	Types et nombre de prélèvements		Périodes et durée de prélèvement
		Prélèvement passif	Prélèvement actif	
Ecole de Donges	Salle 1	6 (46 pour EMD)	1	6 juillet (6 h)
	Salle 2	27	-	
	extérieur		1	
Ecole de Cholet	Salle 3	7	1	7 juillet (6h)
	Salle 4	16	-	
Lycée de Nantes	Salle 5	14	1	12 juillet (6h)
	Salle 6	15	-	

Résumé du dispositif de mesure

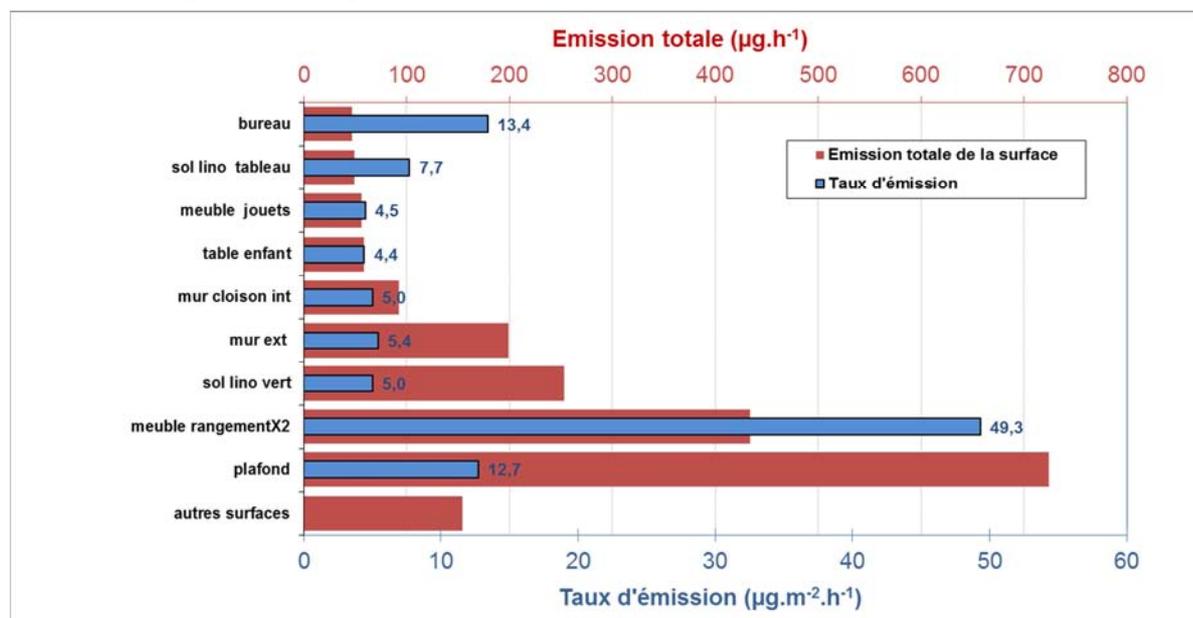
résultats des émissions par les plafonds et faux-plafonds plus importantes

La mesure des émissions en formaldéhyde de l'ensemble des matériaux présents dans les salles a permis de quantifier et de hiérarchiser précisément les sources internes de polluants en mettant en évidence les matériaux les plus émetteurs.

surfaces les plus contributrices

Les résultats des mesures par échantillonnage passif réalisées dans les différents établissements scolaires indiquent des taux d'émission des surfaces compris entre 0 et 93,3 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$.

Un bilan quantifié des émissions et une hiérarchisation des sources intérieures permettent de constater que les plafonds et faux-plafonds sont les sources les plus émettrices en formaldéhyde de par leur surface importante, puis ce sont les éléments du bâti (murs, sols) et certains types de mobiliers (mélaminé, contre-plaqués). Voici ci-dessous un exemple de résultats enregistrés dans une classe de l'école de Cholet, dans lequel le plafond apparaît le plus émetteur mais les deux meubles de rangement sont également fortement contributeurs en raison de taux d'émission élevés.

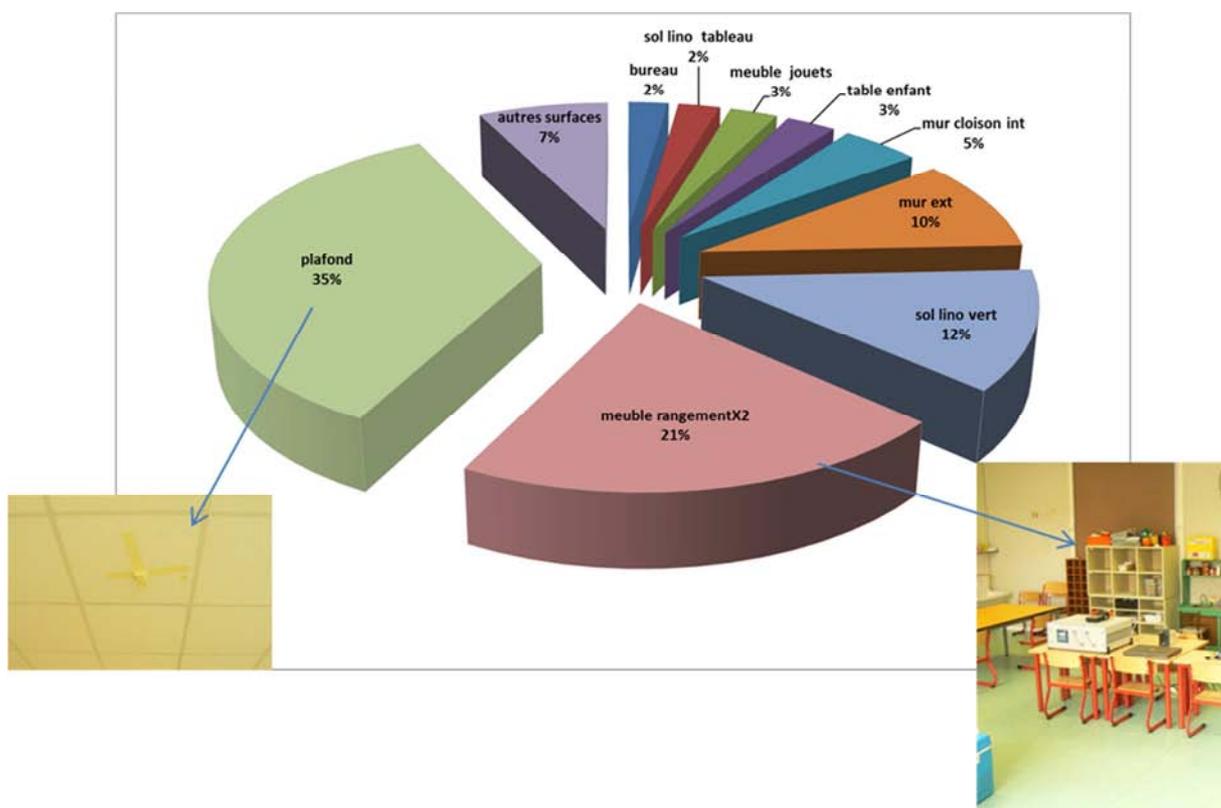


Surfaces contributrices dans la classe 3 de l'école de Cholet

contributions relatives des surfaces

Concernant les contributions relatives de chaque source, en moyenne à l'échelle des 6 classes étudiées, **les plafonds et faux plafonds sont en général les plus contributeurs avec une contribution allant de 23 à 35%, en raison de taux d'émission non négligeables mais aussi parce que les surfaces concernées sont importantes et** sont pour la majorité composées de fibres de verres contenant des liants à base de formaldéhyde. Le reste des contributions provient des murs, des sols, du mobilier et des éléments de décoration ou d'aménagement.

- Murs = 9 à 30 % ;
- Sols = 3 à 17 % ;
- Mobilier, aménagements = 29 à 60 %.



Contributions relatives des surfaces dans la classe 3 de l'école de Cholet

Selon les établissements, entre 40% et 64% des émissions en formaldéhyde proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol). Les autres émissions ont pour origine le mobilier (tables, chaises, armoires, etc.), les menuiseries (fenêtres, portes, plinthes, etc.) et éléments de décoration ou d'aménagement (tableaux, etc.).

Cette hiérarchisation des sources à l'origine de la contamination au formaldéhyde dans les établissements scolaires s'avère être une base d'informations précieuse pour les gestionnaires d'établissements. En effet, les résultats de cette étude ont vocation à permettre la définition d'actions visant à réduire les niveaux de concentration en formaldéhyde dans les bâtiments par le remplacement ou le retrait des éléments présentant les contributions les plus élevées.

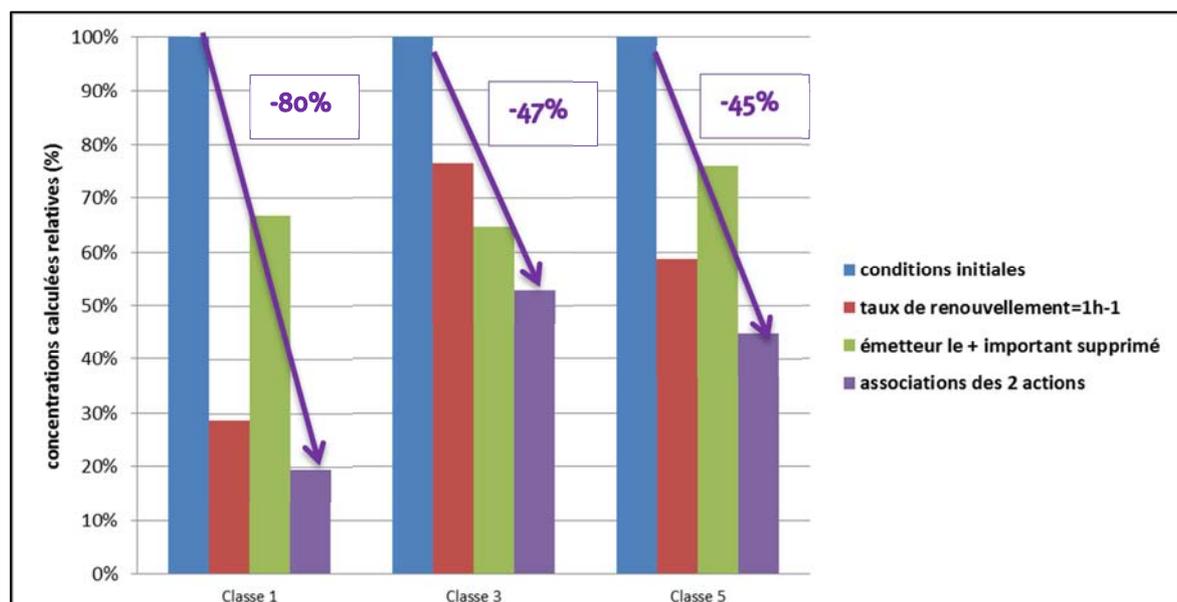
étude de modélisation réalisée dans 3 salles

Une étude de modélisation a été réalisée avec application du modèle d'équilibre de masses pour 3 salles : la classe 1 de Donges, la classe 3 de Cholet et la classe 5 du lycée de Nantes. Ce modèle a pour but de tester différents scénarios d'amélioration de la qualité de l'air et d'en évaluer leurs impacts.

Différents scénarios ont été étudiés afin d'abaisser les niveaux de concentration en formaldéhyde dans les environnements intérieurs :

- une augmentation du taux de renouvellement de l'air à 1 h-1 (taux habituel correspondant à une école équipée de VMC) ;
- une suppression ou un remplacement de la source d'émission principale;
- une combinaison des deux scénarios ci-dessus.

Les résultats sont présentés sans les sources les plus contributrices pour les 3 salles (plafond ou faux-plafond).



Scénarios de stratégie de remédiations proposés pour les 3 salles des établissements scolaires

Cette étude de modélisation montre que l'application conjointe des 2 scénarios « augmentation du renouvellement d'air » et « enlèvement de la source principale » permet d'obtenir un abattement allant jusqu'à 80% des concentrations par rapport à la concentration initiale pour la classe de Donges (47 et 45 % pour les autres salles) ce qui apparaît donc comme le scénario le plus efficace pour abaisser les niveaux de formaldéhyde dans les salles des établissements scolaires.

conclusions et perspectives → une réponse aux attentes des gestionnaires d'ERP

L'étude a permis d'identifier les matériaux les plus émetteurs en formaldéhyde présents dans les établissements scolaires. Un bilan quantifié des émissions permet de mettre en évidence les plafonds et faux-plafonds comme sources les plus émettrices en formaldéhyde dans les 3 établissements instrumentés. Les surfaces concernées sont importantes et les matériaux sont généralement composés de fibres de verres contenant des liants à base de formaldéhyde. Selon les établissements, entre 40% et 64% des émissions en formaldéhyde proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol), le reste des émissions provenant du mobilier, des menuiseries et des éléments de décoration ou d'aménagement.

Une étude de modélisation a montré que l'application d'un scénario combinant la suppression de l'émetteur le plus important (ou remplacement par un matériau moins émetteur) et une aération plus importante (de $0,12 \text{ h}^{-1}$ à 1 h^{-1}) permet d'obtenir l'abattement le plus important (jusqu'à 80%) par rapport à la concentration initiale en formaldéhyde pour l'école de Donges (47% et 45% à Cholet et Nantes).

Cette identification des sources à l'origine de la contamination en formaldéhyde dans les établissements scolaires est une base d'informations précieuse pour les gestionnaires des établissements. En effet, les résultats de cette étude ont vocation à permettre la définition d'actions visant à réduire les niveaux de concentration en formaldéhyde. Pour les 3 établissements, des préconisations précises concernant l'enlèvement de certains mobiliers ou le remplacement de certains matériaux par des matériaux moins émissifs sont proposées dans ce rapport.

Outre des travaux conséquents visant la substitution d'éléments du bâti par des matériaux moins émissifs, travaux à prévoir dans le cadre de rénovations, il s'avère que dans certains cas, le retrait de certains éléments du mobilier ou de décoration peut être une mesure simple et efficace.

La mise en place de l'étiquetage réglementaire des émissions de composés volatils des produits de construction et de décoration associés aux labels et aux Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) des produits, sont des outils efficaces de choix de produits faiblement émissifs.

perspectives

Pour répondre au besoin croissant de quantification des sources de polluant in situ, la technique utilisée est un moyen efficace pour identifier les sources de formaldéhyde.

Par la double approche modélisation-mesure réalisée, Air Pays de la Loire a ainsi développé une nouvelle capacité d'expertise et la mettra à disposition de ses partenaires dès lors que des situations de fortes concentrations en formaldéhyde seront détectées dans les ERP, en particulier les établissements d'enseignement et d'accueil de la petite enfance.

Parallèlement, Air Pays de la Loire poursuit sa veille métrologique sur de nouvelles méthodes de mesure des émissions in situ.

introduction

Le formaldéhyde est classé depuis 2004 dans le groupe 1 - cancérigènes certains pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer. Ce polluant a été classé par l'Observatoire de Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) comme devant faire l'objet d'une surveillance prioritaire.

Lors d'études sur la qualité de l'air intérieur menées entre 2008 et 2011 par Air Pays de la Loire dans des établissements scolaires de la région, il a été enregistré des niveaux moyens en formaldéhyde dépassant la valeur cible de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et parfois même la valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ proposée par le Haut Conseil en Santé Publique, impliquant donc la présence de sources d'émission majeures à l'intérieur des bâtiments.

Compte tenu de certains niveaux de formaldéhyde mesurés (jusqu'à $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et en vue d'apporter des éléments d'expertise complémentaires, notamment dans le cadre de la campagne pilote nationale 2009-2011 portant sur 300 écoles et crèches en France, Air Pays de la Loire a mené en 2011 une étude exploratoire relative à la **quantification des émissions de formaldéhyde** issu du mobilier et des produits de construction et de décoration. Cette étude a été menée avec le soutien financier de l'Agence régionale de santé (ARS) et dans le cadre d'un partenariat avec le Département Chimie et Environnement de l'Ecole des Mines de Douai (étude du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air).

Les objectifs de l'étude sont de quantifier les émissions des sources intérieures de formaldéhyde dans 3 établissements (6 classes) par :

- L'identification des sources intérieures de formaldéhyde, leur hiérarchisation et l'évaluation de la part attribuable de chacune de ces sources aux concentrations intérieures observées ;
- L'estimation des concentrations intérieures en formaldéhyde à partir des données collectées sur les taux d'émission des matériaux dans 3 salles de classe à l'aide d'un modèle « simplifié » ;
- Et in fine, la production d'éléments d'expertise et d'aide à la décision des gestionnaires de ces établissements en vue de réduire l'exposition aérienne des enfants au formaldéhyde.

formaldéhyde : sources, caractéristiques, valeurs de référence, niveaux mesurés

sources de formaldéhyde

Le formaldéhyde est un des Composés Organiques Volatils (COV) détecté avec les plus fortes concentrations dans la totalité des logements instrumentés lors de la campagne de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) de 2003-2005 portant sur 567 habitations en France. Cette étude a permis de dresser un état des lieux de la qualité de l'air intérieur et a identifié les principaux polluants dont le formaldéhyde, les autres étant l'hexaldéhyde, le toluène et l'acétaldéhyde [1], [6].

Le formaldéhyde est émis par de nombreux produits de construction et de décoration contenant des composés à base de formaldéhyde (liants ou colles urée-formol), des sources de combustion (fumée de tabac, bougies, bâtonnets d'encens, cheminées à foyer ouvert, cuisinières à gaz, poêles à pétrole), des produits d'usage courant (produits d'entretien et de traitement, des produits d'hygiène corporelle et cosmétiques). Il provient aussi de la réaction avec d'autres produits chimiques (ozone, composés organiques insaturés). La concentration intérieure en formaldéhyde est donc le résultat d'une somme de contributions d'une grande variété de sources.

Des facteurs influençant les niveaux de formaldéhyde ont été mis en évidence lors d'études exploratoires réalisées par l'OQAI depuis 10 ans [1]. Des émissions accrues ont été identifiées dans les situations suivantes :

- habitation récente et bien isolée avec une bonne étanchéité à l'air ;
- présence de matériaux de construction et décoration récents ;
- présence de mobilier avec panneaux de particules ou de revêtements stratifiés récents ;
- élévation de la température et de l'humidité.

Le renouvellement de l'air joue un rôle important sur l'abaissement des niveaux de formaldéhyde mais il ne permet pas, à lui seul, de réduire les concentrations en présence de sources de formaldéhyde.

D'après l'étude nationale logement, la qualité de l'air intérieur résulte principalement de trois facteurs : la qualité de l'air extérieur, les conditions de ventilation et les sources de pollution présentes dans les environnements intérieurs [6].

caractéristiques sanitaires

Le formaldéhyde est classé cancérigène de catégorie 1 par le CIRC¹ depuis 2004 sur la base des données observées sur les cancers du naso-pharynx. Il est classé cancérigène de classe 3 dans la réglementation européenne. Cependant, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) précise que "le risque pour la population générale de développer un cancer suite à l'inhalation du formaldéhyde seul semble négligeable au vu des niveaux mesurés actuellement dans l'air". C'est un irritant des muqueuses provoquant sécheresse et douleur au niveau des yeux, du nez et de la gorge (concentrations supérieures à 100 µg/m³) [2]. Il est aussi suggéré que de faibles expositions au formaldéhyde pourraient accroître, à long terme, le risque de développer des pathologies asthmatiques et des sensibilisations allergiques [3].

Le formaldéhyde fait partie des substances hautement prioritaires dans le cadre de la hiérarchisation sanitaire des polluants selon l'OQAI dans les logements, écoles et bureaux. Il a été classé comme faisant partie des substances jugées prioritaires pour l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) de l'Anses. L'Anses a publié en 2008, une évaluation des risques sanitaires liés au formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs [2] (cf. annexe 2).

valeurs guides et de gestion

les VGAI de l'Anses

En l'absence de valeurs réglementaires dans l'air intérieur pour le formaldéhyde, des valeurs guides de qualité d'air intérieur basées sur des critères sanitaires ont été proposées par l'ANSES en 2007. Les valeurs guides de qualité de l'air intérieur correspondent à des concentrations en substance chimique dans l'air en dessous desquelles aucun effet sanitaire, aucune nuisance ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu pour la population générale. Elles ont pour principal objectif de fournir un niveau de base pour protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air. En 2007, une valeur guide de qualité de l'air intérieur pour le formaldéhyde de 10 µg/m³ a été proposée par l'Anses pour une exposition long terme [4]. (autres valeurs en annexe 3).

des valeurs de gestion du HCSP

Sur la base des valeurs guides, le Haut conseil en santé publique (HCSP) a défini des valeurs dites « de gestion » pour le formaldéhyde à l'attention des gestionnaires d'établissements en octobre 2009 (annexe 3). Le HCSP a proposé une valeur repère de 30 µg/m³, valeur en dessous de laquelle aucune action spécifique n'est spécifiée. La valeur guide de 10 µg/m³ devient une valeur cible à ne pas dépasser en 2023

des valeurs réglementaires

Le Décret no 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène indique que la "valeur-guide pour l'air intérieur" représente 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 (annexe 3).

- 30 µg.m⁻³ pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2015 ;
- 10 µg/m³ pour une exposition de longue à compter du 1er janvier 2023.

Le **Décret no 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 précise que des investigations complémentaires doivent être menées dans les pièces investiguées lorsque la concentration en formaldéhyde dépasse 100 µg.m⁻³.

¹ Institut international de recherche sur le cancer (OMS)

niveaux de pollution déjà mesurés

niveaux moyens mesurés

Une étude bibliographique des niveaux moyens en formaldéhyde à partir d'études de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur et de campagnes de mesure réalisées par les associations de surveillance de la qualité de l'air met en évidence des concentrations intérieures en formaldéhyde deux à dix fois supérieures à celles mesurées en atmosphère extérieure (tableau 1).

	Concentration moyennes [min-max] intérieure en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentration moyennes extérieures en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [max]
Etude OQAI dans 9 écoles (2001) [5]	38 [66,8]	2,9 [3,1]
90 logements(2001) [5]	25	2
Etude OQAI campagne nationale logement (567) 2003-2005 [6]	19,6 [18,4-21]	
Etude ASPA dans 14 groupes scolaires (2005) [7]	20 [112]	-
Etude ATMO Rhône-Alpes dans 50 écoles et crèches (2007) [8]	21,6[49,2]	2,1 [3,8]
Etudes ASCOPARG dans 8 collèges 2008 [9]	20,3 [3,6-53,7]	
Etude ASPA dans un collège développement durable 2009 [10]	12,5 [5,8-16,9]	
Etudes Air Pays de la Loire dans 2 écoles (2008) [11]	11,9 [8,6-15,7] et 32,4 [24,1-49,2]	2,1 [2,8]
Etudes Air Pays de la Loire dans 4 lycées (2010) [12]	6,6 à 15,1	-
Campagne pilote dans 15 écoles et crèches des Pays de la Loire (2010) [15]	8,6 à 43	-

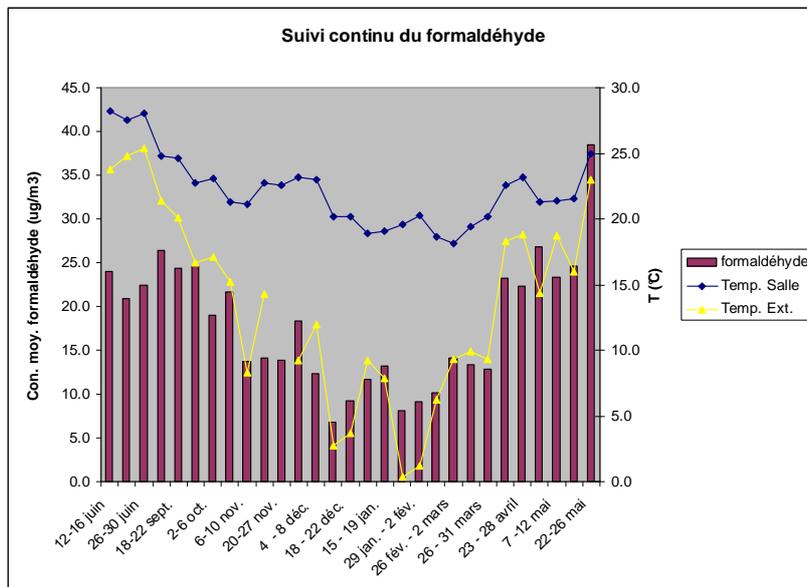
tableau 1 : résumé des niveaux moyens [min-max] en formaldéhyde déjà mesurés en France

Pour une large majorité d'établissements en France, les niveaux moyens mesurés en formaldéhyde dépassent la valeur cible pour le formaldéhyde de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, impliquant donc la présence de sources d'émission majeures à l'intérieur même des bâtiments.

Lors de la première phase de la campagne nationale écoles et crèches portant sur 160 établissements, 89 % des établissements investigués en France présentent une concentration moyenne annuelle inférieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le **formaldéhyde** (93 % à l'échelle de la région des Pays de la Loire sur 15 établissements), valeur considérée comme ne justifiant pas d'action spécifique. 11% des établissements ont une moyenne comprise entre $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeurs repères justifiant des recommandations simples à poussées ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [16]. Pour les établissements dont la concentration moyenne était supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des investigations complémentaires ont été menées afin d'identifier les sources principales de pollution.

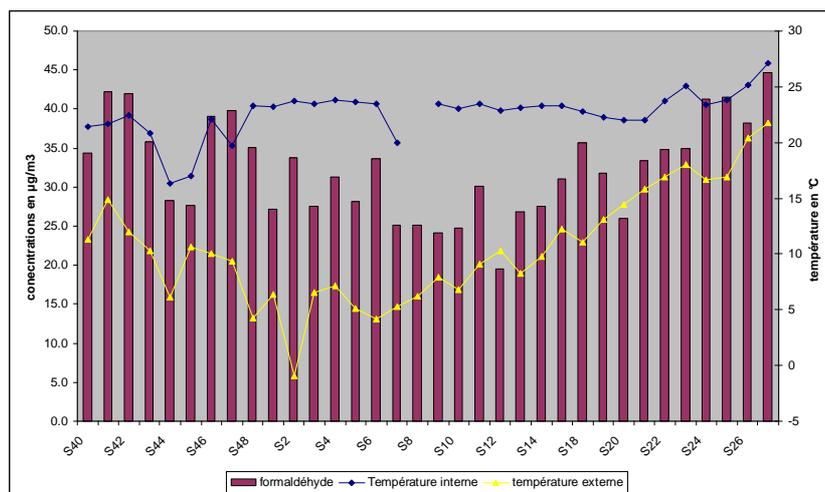
évolution temporelle sur une année scolaire

Un suivi annuel en continu des concentrations en formaldéhyde dans une salle de classe en Rhône Alpes a permis de constater que les concentrations en formaldéhyde sont plus élevées en période estivale qu'en période hivernale. Cette situation est liée à l'augmentation de la température favorisant l'évaporation des composés organiques volatils en été [8].



Graphique 1 : suivi annuel des concentrations moyennes en formaldéhyde dans une classe sur l'année scolaire 2007-2008 (source ATMO Rhône-Alpes)

Le suivi annuel des niveaux de formaldéhyde dans les deux établissements nantais réalisé en 2008-2009 met en évidence une influence moins importante de la température externe sur les concentrations intérieures en formaldéhyde. On note toutefois des concentrations supérieures en période printanière au lycée Clemenceau (graphique 2). Une corrélation positive a été mise en évidence entre le confinement (CO₂) et l'humidité relative au lycée [11].



Graphique 2 : concentrations moyennes hebdomadaires en formaldéhyde au lycée Clemenceau (année scolaire 2008-2009)

mesures dans les bâtiments neufs [13]

Une étude bibliographique sur la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments neufs ou récents permet de dégager les tendances suivantes [13] :

- les bâtiments neufs à réception présentent généralement des concentrations en polluants élevées ayant tendance à décroître plus ou moins rapidement dans le temps (de quelques mois à quelques années). Cette décroissance peut être plus lente pour certains composés comme les aldéhydes dont le formaldéhyde.
- pour certains polluants, en particulier le formaldéhyde, les bâtiments anciens présentent des concentrations inférieures à celles des bâtiments récents ou neufs ;
- l'arrivée des occupants dans le logement peut modifier les niveaux de pollution (ajout de mobilier, activités domestiques...) mais l'influence de l'occupation semble être de moindre importance que celle de la charge initiale en polluants du bâti ;
- des études montrent que l'abattement des concentrations en polluant ne devient significatif qu'avec des taux de renouvellement d'air très élevés (taux de renouvellement d'air $> 1 \text{ h}^{-1}$), ce qui traduit la prédominance de l'impact des sources émissives par rapport à celui de la ventilation.

La bibliographie souligne l'importance de la maîtrise des sources d'émission. L'amélioration de la qualité de l'air intérieur passe par un contrôle de l'ensemble de ces sources (produits de construction et de décoration, mais aussi produits d'entretien, désodorisants d'intérieur, appareils de bureautique...). Des expériences menées dans certains pays (notamment Finlande, Japon et Corée du Sud) montrent que les actions volontaires (labels) ou réglementaires combinant une approche de maîtrise des sources (choix de produits à faibles émissions) et de contrôle de la qualité de l'air intérieur (respect d'une valeur guide) se traduisent par une amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur dans le parc de bâtiments.

facteurs influençant les émissions en formaldéhyde [15]

Les facteurs qui ont une influence sur les émissions des matériaux sont les suivants :

- la composition du matériau, en particulier sa teneur en COV ;
- les caractéristiques physiques comme la surface, la porosité et la texture : certains matériaux ont la propriété d'emmagasinier le formaldéhyde. Ils l'absorbent pour le réémettre graduellement dans l'air pendant une période plus ou moins longue (heures à jours). Les matériaux poreux comme les plaques de plâtre, les carreaux acoustiques, les moquettes et les textiles sont les plus susceptibles d'avoir une telle propriété ;
- le taux d'émission, qui dépend de la température et de l'humidité, de l'âge des matériaux et de la présence d'ozone (réaction chimique de l'ozone avec certains matériaux de construction produisant des sous-produits réactionnels comme le formaldéhyde).

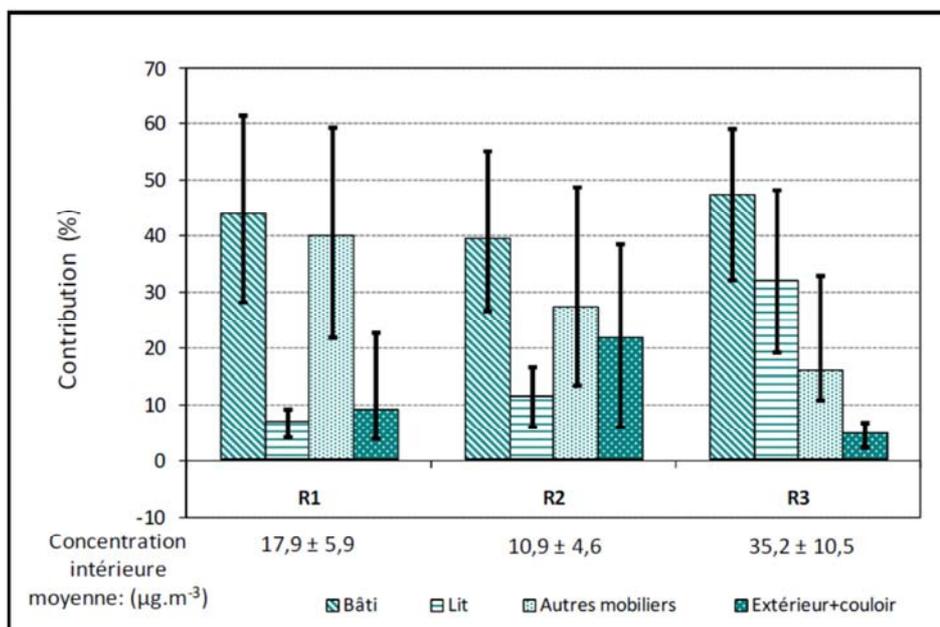
mesure des émissions de formaldéhyde in situ

Une étude des mesures d'émissions de composés organiques volatils a été réalisée dans le cadre d'une thèse mettant en évidence des liens entre les niveaux en formaldéhyde et certaines variables descriptives : le type de construction, l'âge du bâtiment, la saison et le taux de renouvellement de l'air, mais peu de travaux sont parvenus à établir des relations quantitatives entre ces mêmes teneurs et des émissions intérieures [14].

Le taux d'émission des matériaux représente la masse de formaldéhyde émise par un matériau par unité de surface et par unité de temps et est exprimé en $\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{h})$. Ce taux d'émission peut être déterminé par plusieurs méthodes mettant en œuvre un prélèvement actif comme dans les chambres d'essai d'émission par exemple.

Les tests d'évaluation réalisés dans ces chambres ont pour principe de déterminer le taux d'émission, par unité de surface, du formaldéhyde émis par des produits de construction ou d'ameublement. Les essais sont effectués dans des conditions de température et d'humidité relative précises. Mais les limites de la méthode apparaissent lorsqu'on utilise ces données établies en laboratoire pour réaliser des bilans en polluants émis réellement dans des environnements intérieurs. En effet, la grande diversité des sources intérieures, les variations temporelles des émissions, la réactivité du composé sont autant de facteurs rendant complexes la recherche des sources intérieures de formaldéhyde en conditions réelles. L'utilisation de dispositifs permettant d'estimer in situ les taux d'émission apparaît alors une approche intéressante pour obtenir des données d'émission réellement représentatives des espaces intérieurs.

Des travaux exploratoires menés par l'Ecole des Mines de Douai ont permis de développer et valider un échantillonneur passif spécifiquement adapté à la mesure in situ des taux d'émission en formaldéhyde des surfaces et matériaux en environnements intérieurs. A partir des taux d'émission mesurés à l'aide du capteur passif dans les chambres de résidences universitaires (24 chambres de trois résidences de l'Ecole des Mines de Douai), la concentration intérieure en formaldéhyde a été calculée en appliquant un modèle d'équilibre des masses dont les résultats sont présentés ci-après [14].



Graphique 3 : Contribution moyenne de chaque source à la concentration intérieure en formaldéhyde (extrait thèse A. Blondel [14])

En conclusion, les résultats de cette étude ont montré que :

- les taux d'émission mesurés sont faibles, malgré les concentrations enregistrées dans les chambres (entre 6,6 et 49,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et excepté pour le lit d'une des résidences (R3) - taux de 21 à 131 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ (contribution de 30 %) ;
 - l'ensemble du mobilier et le bâti ont des contributions comparables à la concentration intérieure (43 et 45 %). L'air provenant de l'extérieur de la pièce représente quant à lui une faible part (12 %) ;
- D'après cette étude, les taux élevés de formaldéhyde dans les pièces s'expliquent principalement par l'augmentation des émissions de matériaux avec la température. Le taux de renouvellement d'air apparaît comme étant un facteur secondaire expliquant les concentrations intérieures.

Cette technique de mesure par échantillonnage passif mise en œuvre par l'Ecole des Mines de Douai a été utilisée dans le cadre de l'étude exploratoire dans 6 salles de classes de 3 établissements scolaires des Pays de la Loire.

méthodologie

choix des établissements

La campagne de mesure a été réalisée dans trois établissements pour lesquels il a été établi par Air Pays de la Loire un dépassement systématique de la valeur guide cible de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et pour lesquels les niveaux approchent ou franchissent la valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ proposée par le Haut Conseil de la Santé Publique:

- le lycée Clemenceau à Nantes (mesure de $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans une salle de cours) ;
- l'école primaire Casanova de Donges (mesure de 32 à $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans deux salles de classe) ;
- l'école maternelle Molière à Cholet (mesure de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans une salle de classe).

Ces établissements ont fait l'objet de deux études spécifiques menées par Air Pays de la Loire dont les caractéristiques sont résumées ci-après.

étude expérimentale au lycée Clemenceau en 2008-2009

Pendant l'année scolaire 2008-2009, Air Pays de la Loire a mis en œuvre, avec le concours de l'ARS des Pays de la Loire, une campagne de mesure de l'air intérieur dans un lycée et une école à Nantes. Cette campagne de mesure avait pour objectif de faire un suivi en continu des concentrations en Composés organiques volatils tels que les aldéhydes² et les BTEX³ et des paramètres de confinement (dioxyde de carbone) et de confort (température, humidité). Au lycée Clemenceau, les résultats ont mis en évidence une teneur en formaldéhyde de $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne annuelle), supérieure à la valeur cible de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et un dépassement de la valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du Haut Conseil de la Santé Publique.

étude nationale pilote à l'école Casanova et Molière en 2009-2010

Dans le cadre de la surveillance obligatoire des établissements recevant du public (ERP) prévue dans le Grenelle de l'environnement, une campagne pilote nationale a été lancée en 2009, à l'initiative du Ministère de l'écologie (MEDDTL), dans 160 lieux d'accueil de la petite enfance en France.

Au niveau régional, le programme a été porté par Air Pays de la Loire sur 15 établissements volontaires répartis dans les Pays de la Loire. Lors de cette campagne de mesure, 2 salles de classe de l'école Casanova et une salle de l'école Molière présentaient des niveaux moyens au-dessus de la valeur repère de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur justifiant des actions spécifiques (aération et sensibilisation).

La mesure du confinement (Indice ICONE de 0 à 5) a indiqué que dans une classe de l'école Casanova, un indice maximal de 4 a été atteint, signe d'un renouvellement d'air insuffisant, en raison de l'absence de système de ventilation spécifique [16].

A l'école Molière, un indice ICONE de 3 a été mesuré, témoignant d'un confinement non négligeable mais acceptable. Malgré la présence d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC), le pré-diagnostic a identifié que le renouvellement d'air était insuffisamment assuré car il manquait des entrées d'air dans les pièces.

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

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

périodes de mesure

L'étude a été menée dans 2 salles des 3 établissements retenus durant une journée en été, saison où les émissions en Composés organiques volatils (COV) sont maximales, en lien avec des températures extérieures plus élevées.

- mesures le 5 et 6 juillet à l'école Casanova de Donges ;
- mesures le 7 juillet à l'école Molière à Cholet ;
- mesures le 12 juillet au lycée Clemenceau à Nantes.

dispositif de mesure

identification et mesure des surfaces

Dans chaque pièce, une identification des surfaces potentiellement émettrices en formaldéhyde a été effectuée avec notification de la nature des matériaux. Certaines sources étant difficilement quantifiables et mesurables (livres, dessins, jeux, petits matériels, livres, crayons, peintures, marqueurs, etc.), elles ont donc été temporairement enlevées de la pièce.

Une mesure des surfaces de chaque matériau et du volume total de la pièce a été réalisée en prenant en compte toutes les surfaces en contact avec l'air (surfaces internes et externes).

mesure des émissions in situ

Les travaux menés par l'Ecole des Mines de Douai (EMD) ont montré que l'échantillonnage passif est un mode de prélèvement adapté à la mesure in situ des émissions en formaldéhyde, en particulier pour la mesure des taux d'émission de surface. Des essais préliminaires en laboratoire ont permis de tester la faisabilité de la mesure, de dimensionner l'échantillonneur passif et de mettre au point la méthode de préparation et d'analyse associée [14].

Air Pays de la Loire a bénéficié du soutien de l'EMD qui est intervenu pour une séance de formation sur la méthodologie et le déploiement des systèmes de mesure dans une salle de classe de l'école de Donges.

échantillonnage spatial

Dans chaque pièce étudiée, une quinzaine d'échantillonneurs passifs a été répartie sur l'ensemble des surfaces (plafond, sol et murs) et des pièces d'ameublement de manière à déterminer leur taux d'émission en formaldéhyde.

moyens

L'échantillonneur passif (photos 1 et 2) est constitué d'une boîte de pétri en verre au fond de laquelle est placé un filtre de piégeage du formaldéhyde (filtre imprégné de 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH)). Un papier aluminium est placé sur l'échantillonneur car le 2,4-DNPH peut réagir à la lumière.



•
Photos 1 et 2 : photos des échantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs sont posés sur les surfaces horizontales ou fixés par du scotch faiblement émissif en formaldéhyde sur les surfaces verticales. Après une exposition de 6 heures, ils sont fermés avec une capsule et conservés au congélateur avant d'être analysés en laboratoire par une technique chromatographique (HPLC-UV).



Photos 3 : fixation des échantillonneurs sur des surfaces verticales

Le mode d'échantillonnage est basé sur le principe de la diffusion moléculaire d'un composé qui se produit naturellement entre deux zones présentant un différentiel de concentration. Le polluant va diffuser à débit constant dans un volume d'air statique (délimité par la boîte de pétri) du matériau émetteur jusqu'à la surface de piégeage (filtre).

L'application de la 1^{ère} loi de Fick associée à l'utilisation d'une droite d'étalonnage permet de mettre en relation la masse du composé captée (μg) par le préleveur passif avec le taux d'émission du matériau ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$). L'analyse des échantillons est réalisée par chromatographie en phase liquide (HPLC) par le laboratoire TERA Environnement.

Dans le cadre d'un partenariat avec une équipe de recherche du Département Chimie et Environnement de l'école des Mines de Douai (EMD), 6 prélèvements des émissions en formaldéhyde ont été réalisés en commun avec l'équipe d'Air Pays de la Loire dans la salle 1 de l'école de Donges (réalisation de 46 prélèvements pour l'EMD).

prélèvement actif de formaldéhyde en environnement intérieur

Dans le cadre de l'étude de modélisation également mise en œuvre pour cette étude et visant à définir des stratégies de réduction des concentrations en formaldéhyde, des prélèvements actifs ont été réalisés sur une période de 6 heures pour mesurer les concentrations en formaldéhyde dans l'environnement intérieur de trois salles de classe, ainsi qu'à l'extérieur de l'école de Donges (tableau 2).

résumé du dispositif

établissements	salles	Types et nombre de prélèvements		Périodes et durée des prélèvements
		Prélèvement passif	Prélèvement actif	
Ecole de Donges	Salle 1	6 (46 pour EMD*)	1 (EMD)	6 juillet (6 h)
	Salle 2	27	-	
	extérieur		1 (EMD)	
Ecole de Cholet	Salle 3	7	1	7 juillet (6h)
	Salle 4	16	-	
Lycée de Nantes	Salle 5	14	1	12 juillet (6h)
	Salle 6	15	-	

tableau 2 : résumé du dispositif de mesure (*en violet, prélèvements réalisés par l'EMD)

résultats

Les résultats de la campagne de mesure des émissions de formaldéhyde présentent :

- Un bilan quantifié des émissions avec une hiérarchisation des sources émettrices ainsi qu'un ensemble de préconisations à l'attention des gestionnaires visant la réduction de l'exposition aérienne des enfants au formaldéhyde ;
- Une étude de modélisation pour 3 salles des établissements instrumentés proposant des scénarios d'abattement de la pollution aérienne au formaldéhyde.

La mesure des taux d'émission en formaldéhyde des matériaux a pour but d'identifier les matériaux les plus émetteurs. La nature des sources intérieures, les taux d'émission, ainsi que leur contribution respective aux concentrations sont présentés pour chaque établissement avec un ensemble de préconisations à l'attention des gestionnaires.

école Maternelle à Donges

L'école maternelle de Donges est constituée de 2 bâtiments : un bâtiment d'origine construit en 1960 auquel une extension a été ajoutée en 1993 (5 classes et 2 salles de motricité), un bâtiment modulaire construit en 1982 (2 classes). L'établissement a été réhabilité en 2005-2006. L'école est située à proximité d'un site industriel : la raffinerie de Donges à 2 Km.

salle 1 : salle de classe dans une structure Algéco

Cette salle est située dans la structure Algéco dont le pré-diagnostic de la campagne nationale écoles et crèches indiquait les caractéristiques suivantes (pas de réalisation de travaux depuis 2010) :



- surface au sol de 57 m² ;
- bâti : faux-plafond, murs en Placoplatre peints, sol en plastique (lino), fenêtres en bois basculantes, double vitrage ;
- Moyens d'aération : absence de VMC et d'entrée d'air.

Photo 4 : salle de classe 1 à l'école Casanova de Donges

Lors de la campagne nationale écoles et crèches, une concentration moyenne de 42,6 µg/m³ a été mesurée en 2009 dans cette salle, valeur approchant le seuil d'information du Haut Conseil de la Santé Publique de 50 µg/m³.

Le prédiagnostic a souligné qu'un renouvellement d'air par ouverture des fenêtres était nécessaire car la structure modulaire de type Algéco peut conduire à une dégradation de la qualité de l'air du fait d'émissions possibles de composés organiques volatils dans ce type de structure. Un indice de confinement Icone de 4 (>1700 ppm et donc supérieur au seuil de 1300 ppm du Règlement Sanitaire Départemental) a été mesuré dans cette salle.

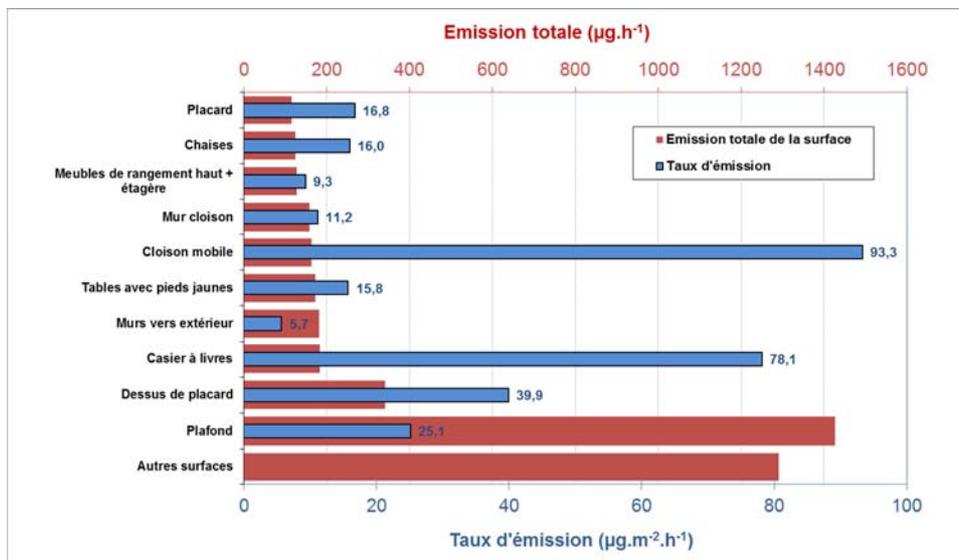
Les mesures des émissions de formaldéhyde dans cette salle ont été réalisées dans le cadre d'un partenariat avec une équipe de recherche du Département Chimie et Environnement de l'Ecole des Mines de Douai. Le nombre de sources identifiées y était très important et le nombre de surfaces échantillonnées s'est élevé à 46 pour l'Ecole des Mines, dont 5 en commun avec les prélèvements d'Air Pays de la Loire. Certaines sources difficilement mesurables (livres, dessins, jeux, livres, peintures,...) ont été enlevées de la pièce.



Photo 5 : sources retirées de la pièce pendant les mesures (photo Ecole des Mines de Douai)

surfaces les plus contributrices

Les résultats des mesures par échantillonnage passif réalisés par l'école des Mines de Douai présentent des taux d'émission de surfaces compris entre 0 et 93,3 $\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{h})$ (3,5 à 16,8 $\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{h})$ pour Air Pays de la Loire, cf. analyse ci-dessous). Le graphique suivant présente les 11 surfaces les plus contributrices :

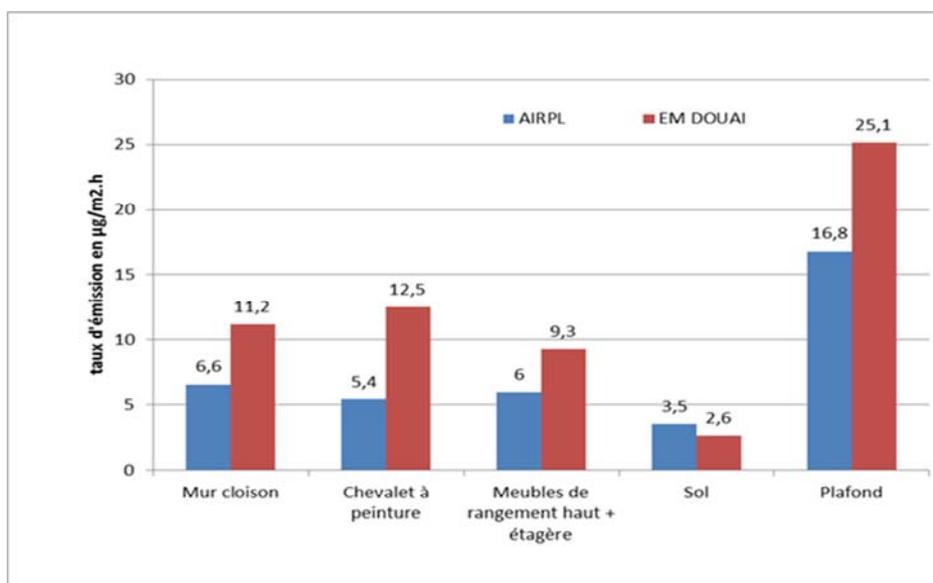


Graphique 4 : surfaces les plus contributrices dans la classe 1 de l'école de Donges (données Ecole des Mines de Douai)

Les taux d'émissions, mesurés par les préleveurs, multipliés par la surface de chaque élément aboutissent à l'émission totale de chaque surface. Le terme « autres surfaces » sur le graphique regroupe un ensemble de 37 surfaces échantillonnées pour lesquelles la contribution individuelle est inférieure à 2,7%.

Il apparaît qu'une cloison mobile, un casier à livre et une surface de placard sont les sources qui présentent les taux d'émission les plus élevés. Ramené en émission totale de surface, c'est le plafond qui est le plus émetteur du fait de sa surface importante.

Des prélèvements ont été réalisés en commun entre les équipes de l'Ecole des Mines de Douai (EMD) et Air Pays de la Loire (AIRPL) sur 5 surfaces différentes. Les résultats des mesures sont présentés sur le graphique ci-dessous, indiquant des niveaux plus importants (jusqu'à 43%) pour les prélèvements de l'école des Mines de Douai (hormis pour le sol) mais avec une hiérarchisation des sources respectée dans les deux approches.



Graphique 5 : résultats des mesures réalisées par l'Ecole des Mines de Douai (EM DOUAI) et Air Pays de la Loire (AIRPL)

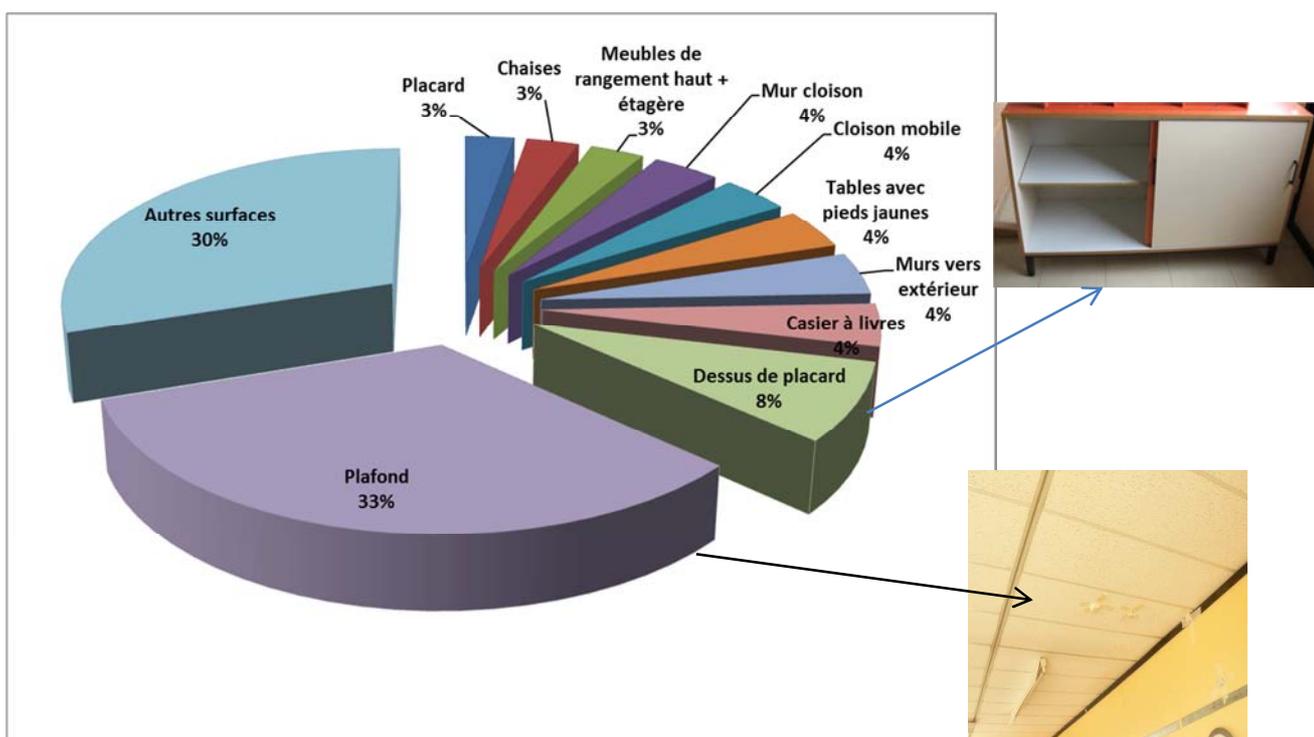
La différence de taux d'émission peut avoir pour origine des moyens de métrologie différents :

- préleveurs passifs : préleveurs opaques pour l'Ecole des Mines et recouverts d'un papier aluminium pour Air Pays de la Loire ;
- analyses réalisées par deux laboratoires distincts.

L'Ecole des Mines de Douai a jugé utile d'expertiser ces différences afin de fiabiliser plus complètement la technologie. Ces résultats ne remettent toutefois pas en cause les conclusions obtenues.

contributions relatives des différentes surfaces

Concernant les contributions relatives, c'est le plafond qui est le plus contributeur (33%), puis les autres surfaces (37 surfaces échantillonnées) représentant essentiellement du mobilier.



Graphique 6 : contributions relatives dans la classe 1 de l'école de Donges (données Ecole des Mines de Douai)

46% des émissions en formaldéhyde de la salle de classe 1 de Donges proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol). Les autres émissions ont pour origine le mobilier (tables, chaises, meubles), les menuiseries (fenêtres, portes) et des éléments de décoration ou d'aménagement.

Un examen des matériaux permet d'apporter des éléments d'explication à cette répartition des contributions (informations sur les matériaux en annexe 5) : le plafond, identifié comme étant la source majoritaire d'émission de formaldéhyde, est constitué de panneaux de fibre minérale compressée, pouvant contenir des liants à base de formaldéhyde.

Si des travaux de rénovation de cette salle de l'école de Donges étaient programmés à l'avenir, le choix de matériaux de construction (plafond, sol) moins émissifs en formaldéhyde est conseillé (aide à la décision p 35).

La pose de grille d'aération dans les ouvrants est aussi souhaitable à court terme afin de faire baisser les niveaux ambiants de formaldéhyde qui ont été mesurés dans cette pièce lors de la campagne pilote.

salle 2 : salle de classe dans le bâtiment principal



Photo 6 : salle de classe 2 à l'école de Donges

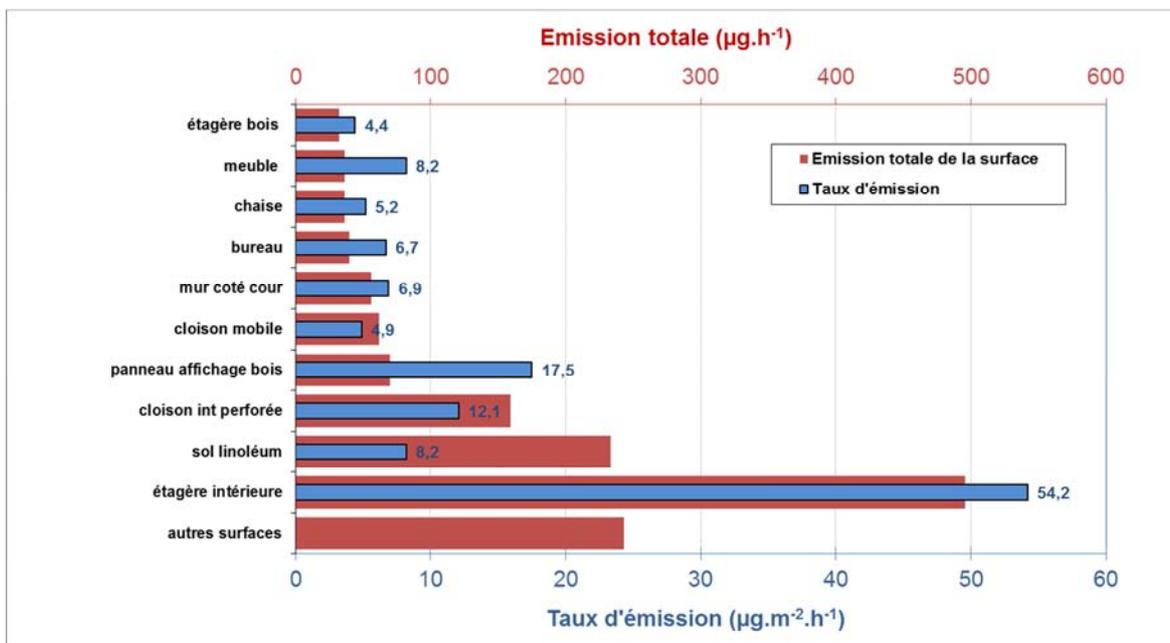
- surface au sol de 34,7 m² (volume de 121 m³) ;
- bâti : plafond en plâtre, murs peints, sol en plastique (lino), fenêtre en PVC basculante, double vitrage ;
- moyens d'aération du local : absence de VMC, présence d'entrées d'air dans les fenêtres.

Lors de la campagne nationale écoles et crèches, une concentration moyenne de 32,1 µg/m³ a été mesurée dans cette salle. Le pré-diagnostic a mis en évidence un défaut de ventilation dans cette salle.

surfaces les plus contributrices

Dans cette salle de classe, 27 surfaces ont été échantillonnées et certaines sources ont été retirées de la pièce (jeux, papiers, dessins) car elles étaient difficilement mesurables.

Les résultats des mesures par échantillonnage passif indiquent des taux d'émission de surfaces compris entre 3,5 et 54,2 µg/(m².h) (résultats en annexe 4). Les 10 surfaces les plus contributrices sont présentées ci-dessous. Il est à noter que les émissions du plafond n'ont pas été mesurées dans cette salle afin de respecter les conditions minimales de sécurité des interventions (hauteur de plafond supérieur à 3 m).

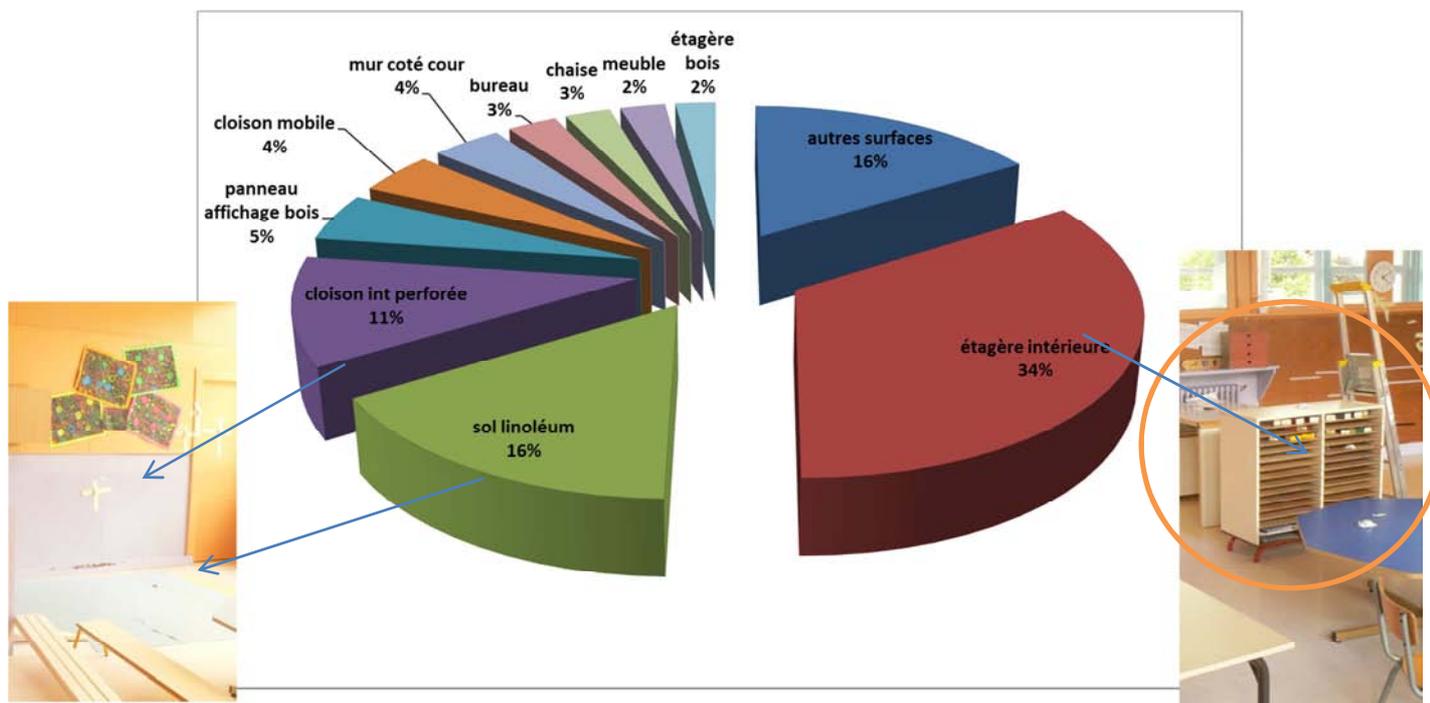


Graphique 7 : surfaces contributrices dans la classe 2 de l'école de Donges

Concernant le taux d'émission, une étagère intérieure et un panneau d'affichage en bois sont les sources qui présentent les valeurs les plus élevées. Ramené en termes d'émission totale, c'est l'étagère intérieure qui est la plus contributrice. Rappelons ici que le plafond n'a pas été instrumenté pour des raisons de sécurité. Le terme « autres surfaces » représente 17 petites sources (détail en annexe 4).

contributions relatives des différentes surfaces

Pour les contributions relatives des surfaces, il apparaît donc **qu'une étagère intérieure est la plus contributrice (34%)**, puis c'est le regroupement de 17 surfaces (mobilier et bâti) identifiées comme « autres surfaces » (16%) et le sol linoléum (16%).



Graphique 8 : contributions relatives des surfaces dans la classe 2 de l'école de Donges

Pour rappel, il manque probablement une contribution non négligeable du plafond (en plâtre), qui n'a pas fait l'objet de mesures dans le cadre de cette campagne.

La dénomination « étagère intérieure » représente en fait une vingtaine d'étagères appartenant à un meuble de bricolage (photo ci-dessus) en panneaux de particules fortement émissifs en formaldéhyde, représentant une surface totale de 9 m². Compte tenu de sa forte contribution en matière d'émission, un enlèvement de ce meuble de la salle de classe est indispensable pour abaisser les niveaux de formaldéhyde ambiants. Si des travaux de rénovation étaient programmés dans cette salle, le choix de matériaux de construction et décoration (plafond, sol) moins émissifs en formaldéhyde est aussi préconisé.

40,1% des émissions en formaldéhyde dans cette salle de classe de l'école de Donges proviennent des éléments du bâti (murs et sol), le reste des émissions provenant d'autres sources (mobilier, menuiseries, éléments de décoration ou d'aménagement).

Dans un premier temps, un enlèvement du meuble de bricolage (en photo) est fortement recommandé pour abaisser rapidement les niveaux de formaldéhyde en environnement intérieur. Lors de travaux de rénovation, le choix de matériaux (cloison, sol, ...) et de mobilier (remplacement du meuble de bricolage) moins émetteurs en formaldéhyde serait aussi conseillé (aide à la décision p 35).

école maternelle Molière à Cholet

L'école maternelle Molière de Cholet est constituée de 2 bâtiments : un bâtiment d'origine construite en 1980 (4 classes) et un bâtiment modulaire construit en 2005 (2 classes). Les pièces de vie sont équipées de VMC. L'école est située au centre-ville de Cholet.

salle 3 : salle de classe (Mo62) dans un bâtiment Algéco



Photo 7 : salle de classe 3 à l'école de Cholet

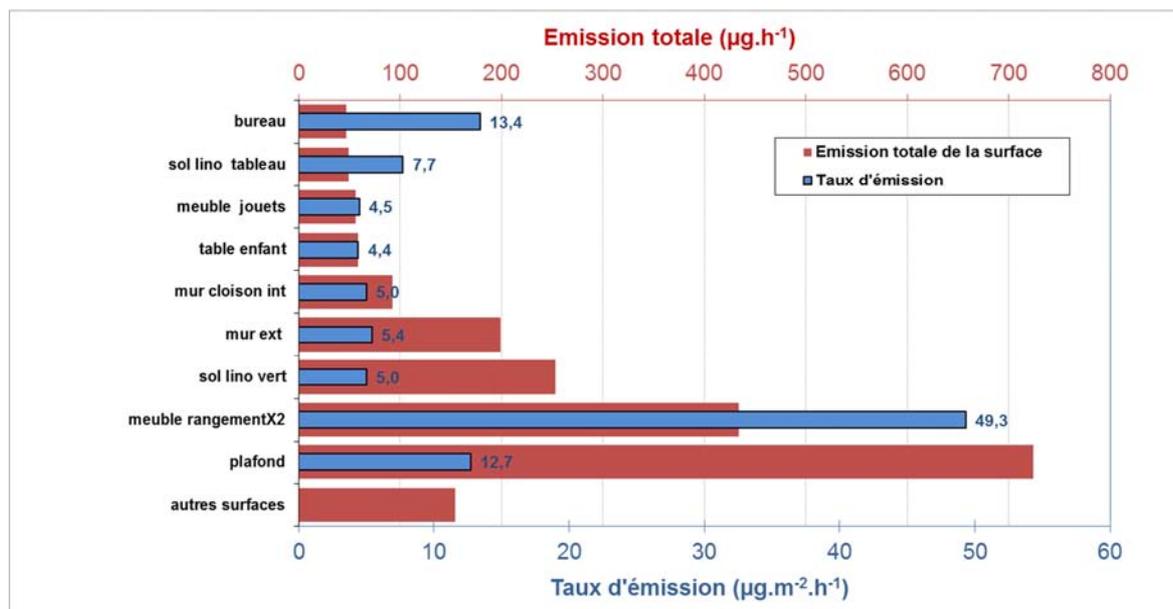
- surface au sol de 57 m² (volume de 154 m³) ;
- bâti : faux-plafond, murs en structure modulaire peints, sol en plastique (lino), fenêtre en métal coulissante, vitrage double ;
- moyens d'aération : présence de VMC sans entrée d'air.

Lors de la campagne nationale écoles et crèches, une concentration moyenne de 29,9 µg/m³ a été mesurée dans cette salle. Le pré-diagnostic a souligné que l'aération de la structure Algéco doit être régulière du fait des émissions possibles de composés organiques volatils dans ce type de structure. Bien que cette salle soit équipée d'une VMC, il manque des grilles de transfert d'air, ce qui ne permet pas d'assurer une bonne ventilation.

surfaces les plus contributrices

Les mesures par échantillonnage passif ont été réalisées dans la salle Mo62 sur 17 surfaces après enlèvement de certaines sources non mesurables (jeux, papiers, peintures).

Les résultats indiquent des taux d'émission de surfaces compris entre 1,5 et 49,3 µg/m².h (résultats en annexe 4), dont les 10 surfaces les plus contributrices sont représentées sur le graphique suivant.

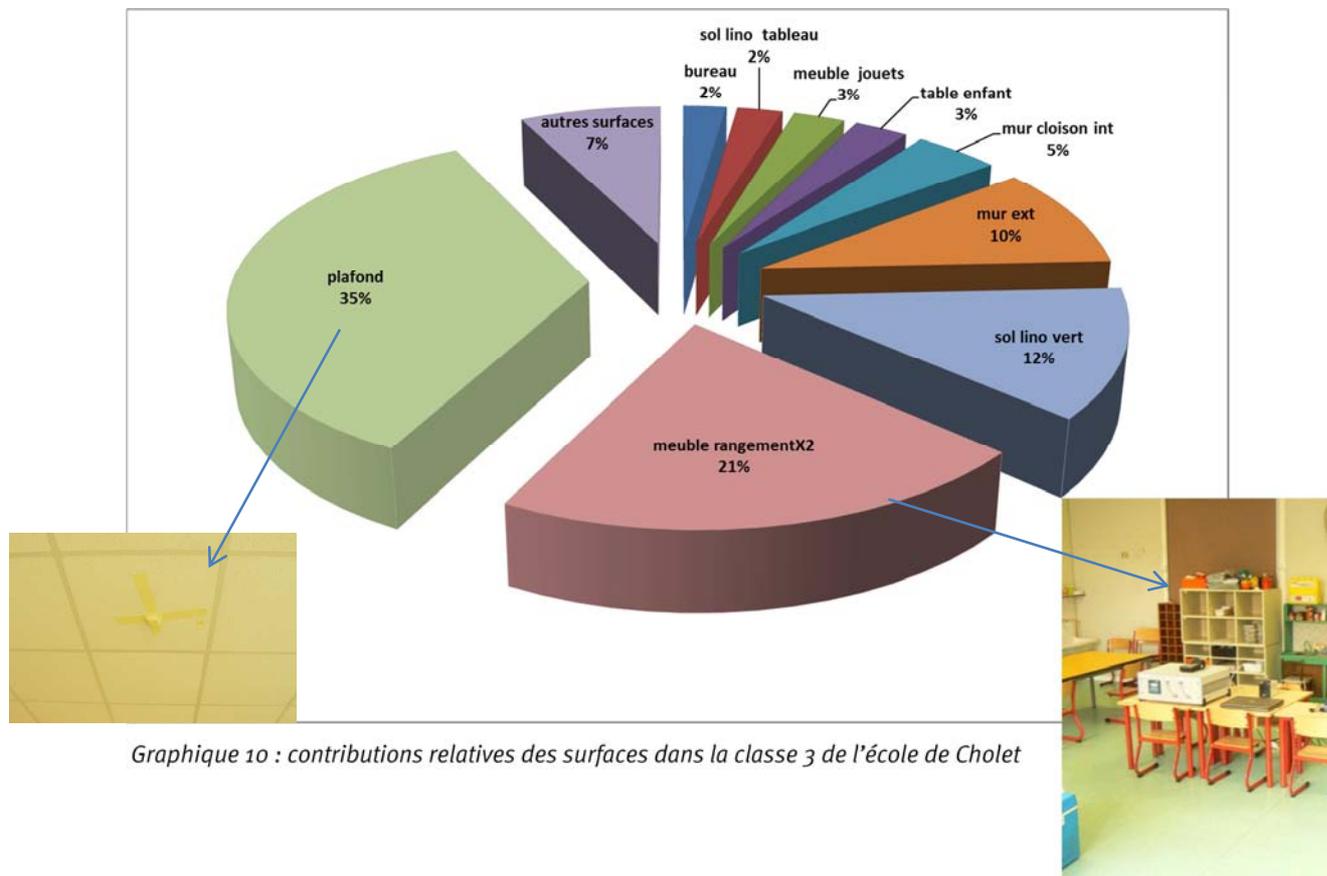


Graphique 9 : surfaces contributrices dans la classe 3 de l'école de Cholet

Concernant les taux d'émission, un meuble de rangement, un bureau et le plafond ont les taux les plus importants. Ramené en termes d'émission totale de surface, c'est le plafond qui est le plus émetteur. 8 autres sources sont répertoriées sous le terme « autres surfaces » cf. annexe 4.

contributions relatives des différentes surfaces

Concernant les contributions relatives de chaque source, **le plafond est le plus contributeur (35%)**, puis le meuble de rangement (21%) et le sol lino vert (12%).



Graphique 10 : contributions relatives des surfaces dans la classe 3 de l'école de Cholet

Le plafond identifié comme source majoritaire d'émission de formaldéhyde, est constitué de panneaux de fibre minérale compressée, susceptible de contenir des liants comme dans la classe 1 de l'école de Donges.

Ensuite, le meuble de rangement, contributeur à 21% des émissions, est en bois mélaminé pouvant aussi émettre du formaldéhyde. Enfin le sol en lino vert apparaît aussi comme une source d'émission non négligeable, de par les colles de fixation.

Pour abaisser les niveaux de formaldéhyde dans cette salle de classe, un enlèvement du meuble de rangement (photo ci-dessus) permettra d'abaisser rapidement la pollution au formaldéhyde. Lors d'une rénovation ultérieure de cette salle, le choix de matériaux de construction et décoration (plafond, sol) moins émissifs en formaldéhyde est aussi préconisé.

63,8% des émissions en formaldéhyde dans cette salle de classe de l'école de Cholet proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol).

Un enlèvement du meuble de rangement (en photo) est indispensable afin d'abaisser rapidement les niveaux de formaldéhyde dans l'environnement intérieur de la classe. Lors de futurs travaux de rénovation de la salle, le choix de matériaux de construction et de décoration (plafond, sol), de mobilier (remplacement du meuble de rangement) moins émissifs en formaldéhyde serait préconisé (aide à la décision p 35).

salle 4 : salle de classe (M15) - bâtiment principal



Photo 8 : salle de classe 4 à l'école de Cholet

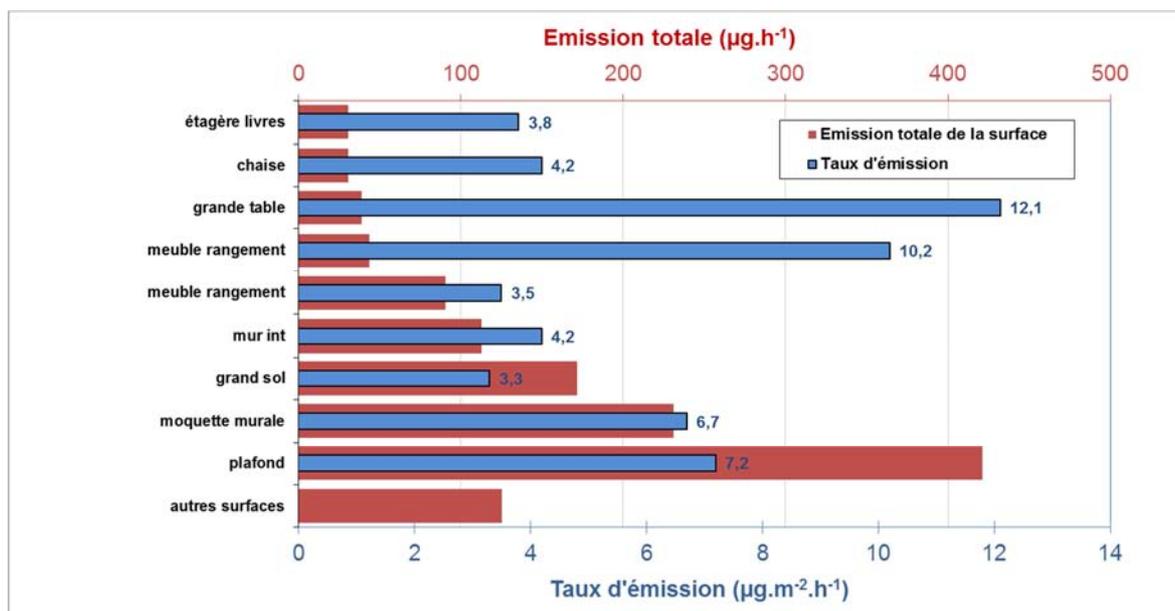
- surface au sol de 58 m² (volume de 166 m³) ;
- bâti : faux-plafond, murs peints et avec revêtement textile, sol en plastique (lino), fenêtre en PVC basculante, vitrage double ;
- Moyens d'aération du local : VMC dans le bâtiment, mais salle de classe sans entrées d'air.

Lors de la campagne nationale, une concentration moyenne de 17,5 µg/m³ a été mesurée dans cette salle.

Le prédiagnostic a indiqué que l'absence de grilles de transfert d'air ne permettait pas d'assurer une bonne ventilation du local.

surfaces les plus contributrices

Les résultats des mesures par échantillonnage passif sur 16 surfaces indiquent des taux d'émission de surfaces compris entre 2,4 et 12,1 µg/(m².h) (résultats en annexe 4). Le graphique suivant présente les résultats des 9 surfaces les plus contributrices.

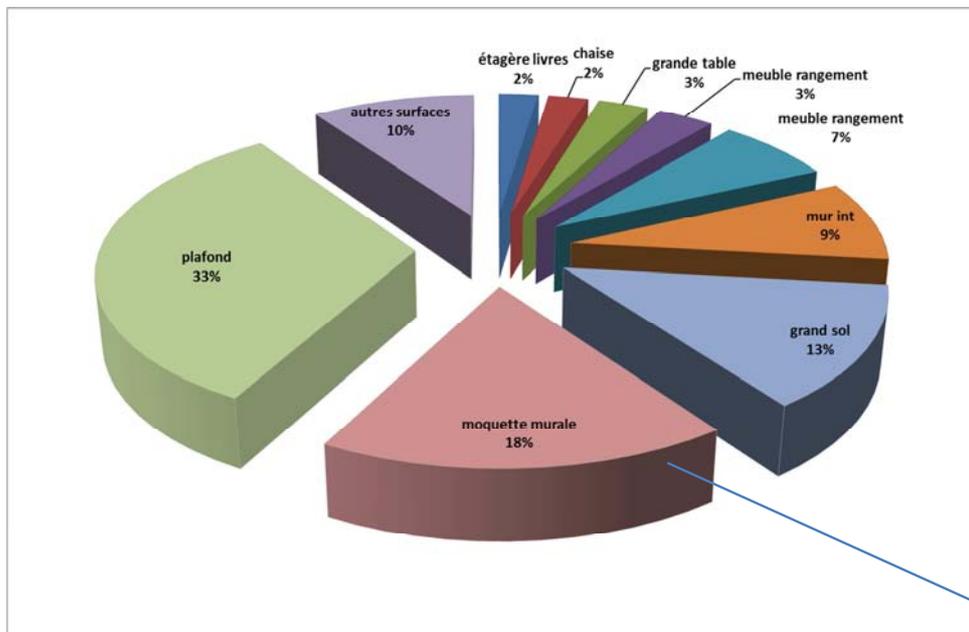


Graphique 11 : surfaces contributrices dans la classe 4 de l'école de Cholet

Il apparaît qu'une grande table et un meuble de rangement sont les sources qui présentent les taux d'émission les plus élevées. Par contre, en terme d'émission totale, c'est le plafond qui émet le plus de formaldéhyde. Sous le terme « autres surfaces », 7 autres sources sont regroupées (cf. annexe 4).

contributions relatives des différentes surfaces

Pour la contribution relative, il apparaît que **le plafond est à nouveau le principal contributeur (33%)**, il est constitué de panneaux de fibre minérale comme dans la première salle instrumentée, puis ce sont les morceaux de moquettes murales (18%) et le sol en linoléum (13%) qui ressortent.



Graphique 12 : contributions relatives des surfaces dans la classe 4 de l'école de Cholet



Afin d'abaisser les niveaux de formaldéhyde dans cette salle de classe, un enlèvement des moquettes murales serait souhaitable. Ce type de matériau textile a la propriété d'emmagasiner le formaldéhyde pour le réémettre graduellement dans l'air par la suite (effet de la colle non négligeable). Le choix de matériaux de construction et décoration (plafond, sol) moins émissifs en formaldéhyde est aussi préconisé (dans le cadre d'une rénovation à programmer).

54,4% des émissions en formaldéhyde dans cette salle de classe ont pour origine des éléments du bâti (plafond, murs et sol), le reste des émissions provenant du mobilier, des menuiseries et des éléments de décoration ou d'aménagement.

Un retrait des moquettes murales est souhaitable afin d'abaisser les niveaux de formaldéhyde dans la salle 4. Cette mesure paraît suffisante dans un premier temps, les concentrations en formaldéhyde étant modérées. Dans le cadre de travaux de rénovation ultérieurs, le choix de matériaux moins émissifs en formaldéhyde serait conseillé (aide à la décision p 35).

lycée Clemenceau à Nantes

Le lycée Clemenceau est situé au centre-ville de Nantes et composée d'un bâtiment ancien dont la rénovation a été effectuée en 1999 (peinture, plafond, huisseries) et d'extensions plus récentes.

salle 5 : salle de cours (N102) dans une extension



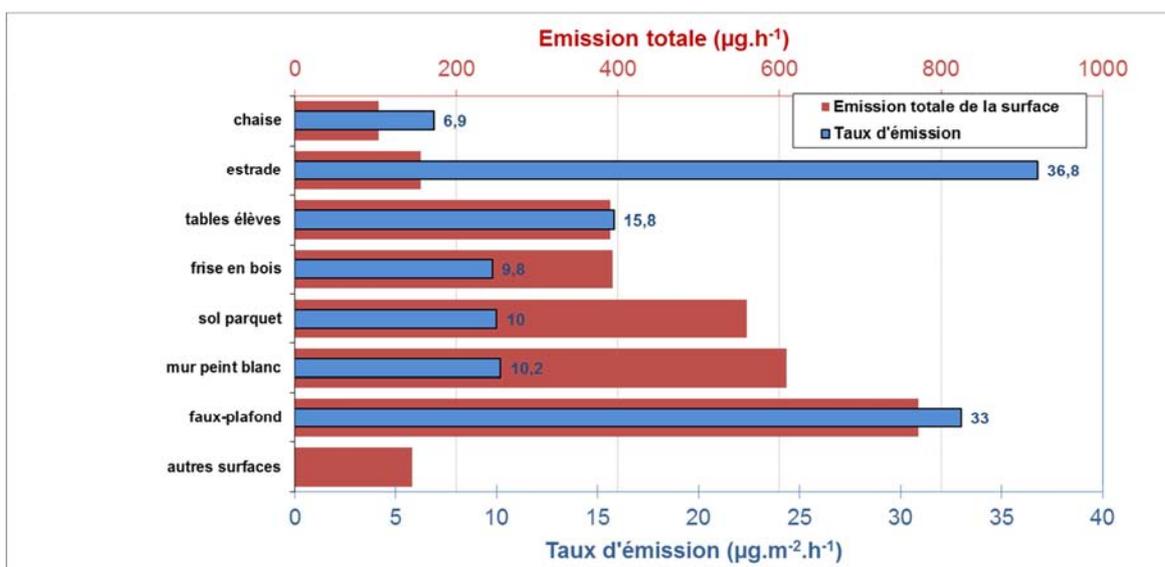
Photo 9 : salle de classe 5 au lycée de Nantes

- une surface au sol de 60 m² (volume de 196m³) ;
- bâti : faux-plafond, murs peints avec frise en bois, sol parquet, fenêtre en bois avec double vitrage ;
- moyens d'aération : absence de VMC et d'entrée d'air.

Lors d'une étude réalisée sur l'année scolaire 2008-2009, des teneurs en formaldéhyde de 32 µg/m³ en moyenne annuelle ont été mesurées dans cette salle de cours lors de la campagne de surveillance [11].

surfaces les plus contributrices

Les résultats des mesures par échantillonnage passif sur 14 surfaces indiquent des taux d'émission de surfaces compris entre 5 et 36,8 µg/(m².h) (résultats complets en annexe 4). Les 9 surfaces les plus contributrices sont représentées sur le graphique suivant :

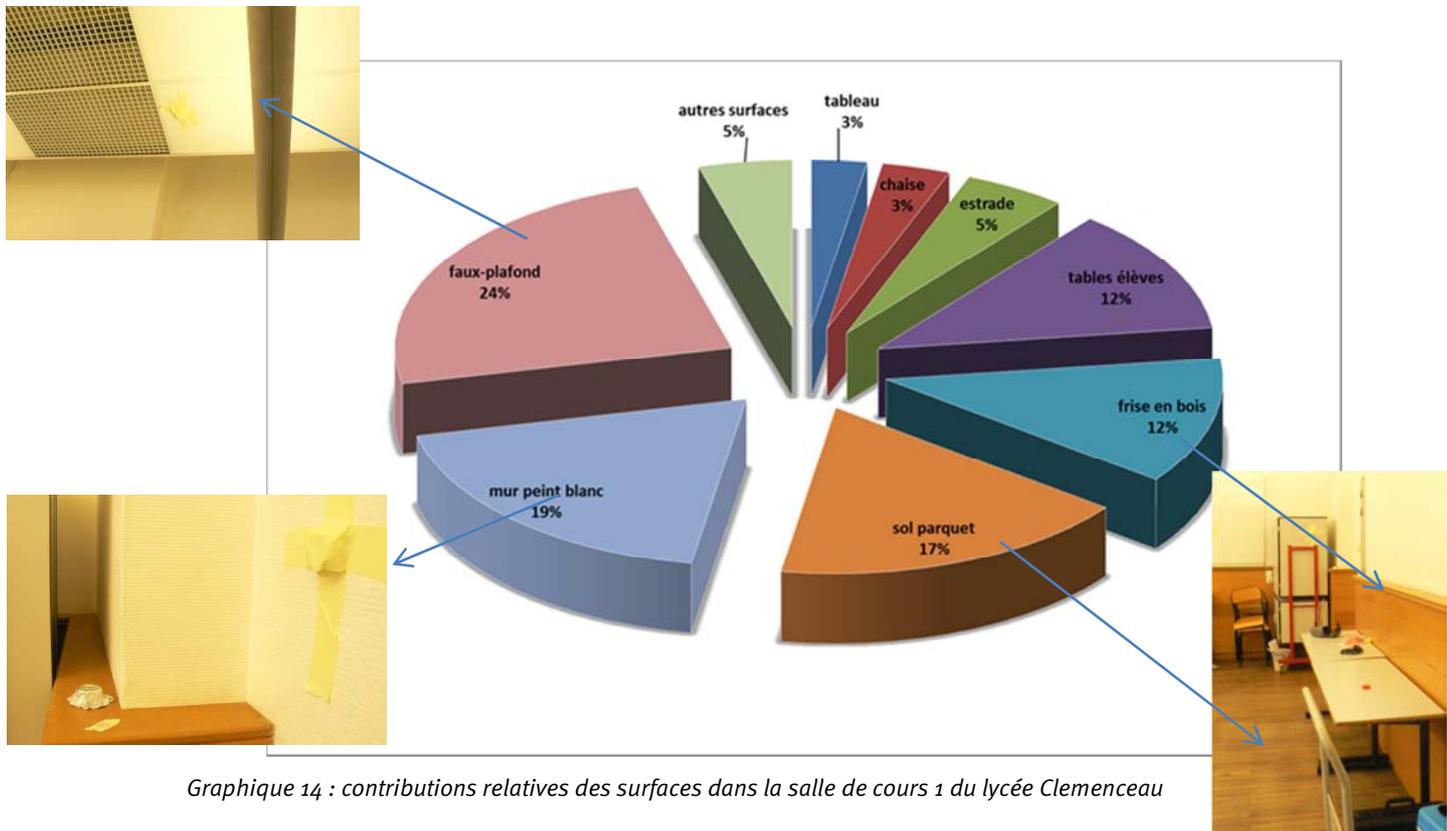


Graphique 13 : surfaces contributrices dans la classe 1 du lycée Clemenceau

En termes de taux d'émission, il apparaît que l'estrade et le tableau présentent les valeurs les plus importantes. Ramené en termes d'émission de surface, c'est le faux-plafond qui est le plus émetteur. 5 autres sources sont regroupées sous le terme « autres surfaces » cf. annexe 4.

contributions relatives des différentes surfaces

En termes de contributions relatives, c'est le faux-plafond qui est le plus contributeur (23%), puis les murs (19%) et le sol (17%).



Graphique 14 : contributions relatives des surfaces dans la salle de cours 1 du lycée Clemenceau

Principal contributeur, le faux-plafond est constitué de dalles de fibre minérale compressée comme dans les autres établissements. Le mur est recouvert de toile de fibre de verre peinte. Dans le cadre de travaux de rénovation ultérieurs de la salle, le choix de matériaux moins émissifs pour ces sources est conseillé.

71% des émissions en formaldéhyde dans cette salle de classe du lycée proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol), le reste des émissions provenant du mobilier, des menuiseries et des éléments de décoration ou d'aménagement.

Dans le cadre de travaux de rénovation à venir, le choix de matériaux de construction et de décoration (faux-plafond, peinture), de mobilier moins émissif en formaldéhyde serait conseillé (aide à la décision sur les produits p 35).

salle 6 salle laboratoire dans le bâtiment principal

La salle de cours a les caractéristiques suivantes :

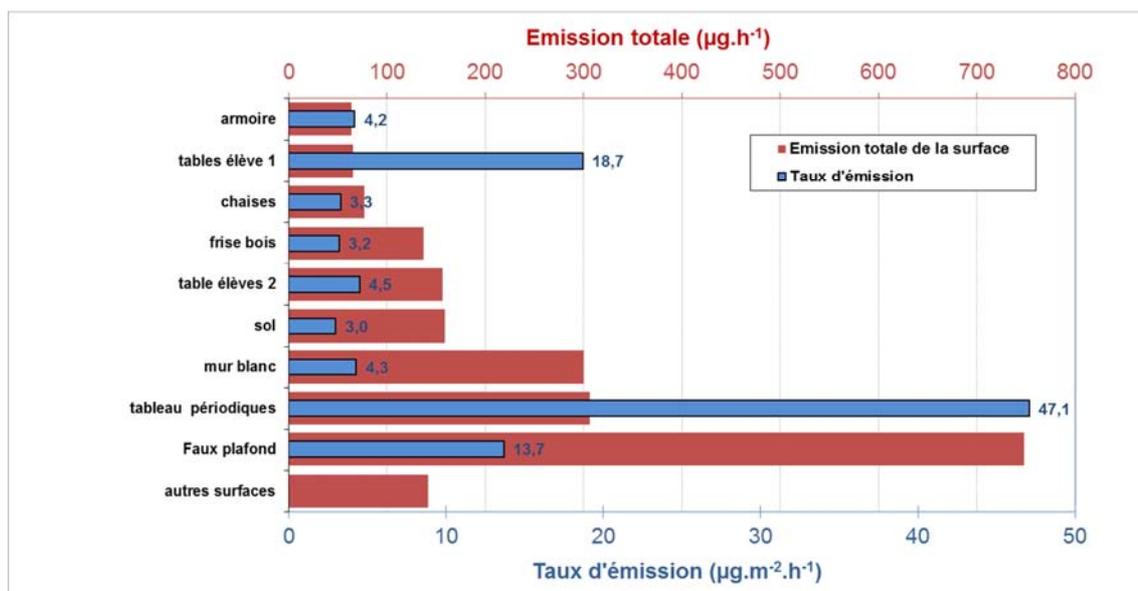
- surface au sol de 60 m² ;
- faux plafond, revêtement de sol parquet. Les murs sont recouverts de papier de verre et d'une frise en bois ;
- 8 fenêtres en bois et deux portes, communiquant sur le couloir ;
- pas de système de ventilation.

Aucune mesure des niveaux de formaldéhyde n'a été mesurée lors de campagne de mesures précédentes.

Les mesures ont été réalisées dans la salle Mo62 sur 15 surfaces.

surfaces les plus contributrices

Les résultats des mesures par échantillonnage passif indiquent des taux d'émission de surfaces compris entre 2,7 et 47,1 µg/(m².h) (résultats complets en annexe 4). Les surfaces les plus contributrices sont représentées sur le graphique suivant.

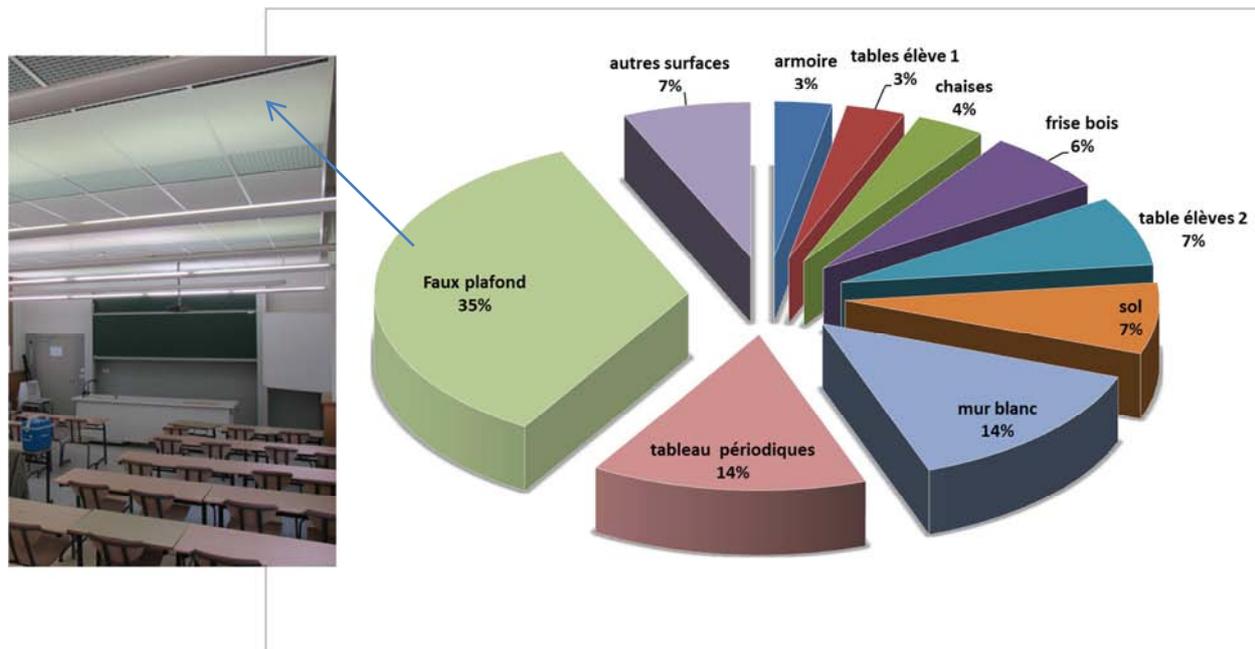


Graphique 15 : surfaces contributrices dans la classe 2 du lycée Clemenceau

Les résultats des mesures montrent que le tableau périodique et les tables sont les sources les plus importantes, en termes de taux d'émission. En termes d'émissions totales des surfaces, c'est le faux-plafond qui est le plus émetteur.

contributions relatives des différentes surfaces

En termes de contributions relatives, le **faux-plafond est à nouveau le plus contributeur (34%)**, puis le mur (14%) et le tableau périodique (14%) (annexe 4).



Graphique 16 : contributions relatives des surfaces dans la salle de cours 2 du lycée Clemenceau

68% des émissions en formaldéhyde proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol), le reste des émissions provenant du mobilier, des menuiseries et des éléments de décoration ou d'aménagement.

Dans le cadre de futurs travaux de rénovation, le choix de matériaux de construction moins émissifs en formaldéhyde serait conseillé (aide à la décision p 35). A court terme, le remplacement du tableau périodique pourrait s'avérer partiellement efficace.

bilan des mesures

L'étude a permis d'identifier les matériaux les plus émetteurs en formaldéhyde présents dans les établissements.

Selon les établissements, entre 40% et 71% des émissions en formaldéhyde proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol), le reste des émissions provenant du mobilier, des menuiseries et des éléments de décoration ou d'aménagement.

- plafond=23 à 35% ;
- Murs = 9 à 30% ;
- Sols = 3 à 17% ;
- Mobilier, aménagements= 29 à 60%.

Ces résultats montrent que les plafonds et faux-plafonds sont les sources les plus émettrices en formaldéhyde. Ces surfaces sont très importantes par rapport aux autres surfaces et les matériaux sont pour la majorité composés de fibres de verre contenant des liants à base de formaldéhyde. Ensuite, ce sont certains types de mobiliers (mélaminé, contre-plaqué) qui ressortent de l'analyse.

Cette identification des sources à l'origine de la contamination au formaldéhyde dans les établissements scolaires s'avère être une base d'informations précieuse pour les gestionnaires d'établissements. En effet, les résultats de cette étude ont vocation à la définition d'actions visant à réduire les niveaux de concentration en formaldéhyde dans les bâtiments. Outre des travaux conséquents visant la substitution d'éléments du bâti par des matériaux moins émissifs, travaux à prévoir dans le cadre de rénovations, il s'avère que dans certains cas, le retrait de certains éléments du mobilier ou de décoration peut être une mesure simple et efficace.

étude de modélisation réalisée dans 3 salles

Une étude de modélisation a été réalisée afin de fournir une estimation calculée de la concentration intérieure à partir des mesures d'émission réalisées dans 3 salles de classe. La concentration intérieure en formaldéhyde a été calculée en appliquant un modèle d'équilibre des masses adapté du modèle de Dockery et Spengler par l'Ecole des Mines de Douai (formule ci-dessous) [14]. Ce modèle permet aussi de tester différents scénarios d'amélioration de la qualité de l'air et d'en évaluer leur impact. Il est représenté par l'équation suivante :

P = 1 pour le formaldéhyde
(Constante donnée dans littérature)

$$C_{\text{int}} = \left[C_{\text{ext}} \cdot \frac{a \cdot P}{a + v \cdot \frac{S_{\text{bati}} + S_{\text{meubles}}}{V}} \right] + \left[\frac{Q}{a + v \cdot \frac{S_{\text{bati}} + S_{\text{meubles}}}{V}} \right]$$

C_{ext} : Concentration en formaldéhyde dans l'air extérieur (µg.m⁻³)

S_{bati} : Surface totale du bâti (m²)

S_{meubles} : Surface totale des meubles (m²)

V : Volume de la pièce (m³)

P : Taux de pénétration du formaldéhyde de l'extérieur vers l'intérieur (sans unité)

a : Taux de renouvellement de l'air (h⁻¹)

v : Vitesse de disparition du formaldéhyde dans la pièce (m.h⁻¹)

Q : Total des émissions des sources intérieures (µg.h⁻¹)

avec $Q = \sum_{i=1}^{\text{nombre de sources}} TE_i \cdot S_i$

Q : Total des émissions des sources intérieures (µg.h⁻¹)

TE_i : Taux d'émission de la i^{ème} surface (µg.m².h⁻¹)

S_i : Surface de la i^{ème} surface (m²)

Figure 1 : modèle d'équilibre de masse déployé par l'Ecole des Mines de Douai [14]

Le modèle d'équilibre des masses utilise comme données d'entrée les taux d'émission, la concentration extérieure, le taux de renouvellement d'air et la constante d'élimination du formaldéhyde.

- la détermination des taux d'émission (TE_i) et du total des émissions (Q) se fait grâce aux mesures par échantillonneurs passifs pendant une durée de prélèvement de 6 heures.
- la détermination des concentrations externes en formaldéhyde dans l'air (C_{ext}) est réalisée grâce à un échantillonnage actif sur cartouche DNPH réalisé selon le protocole norme ISO 16000-3 pendant 6 heures ;
- la détermination du taux de renouvellement de l'air (a) est estimée à partir de l'injection d'un gaz traceur (CO₂) puis par un suivi de la décroissance de sa concentration dans le temps selon la norme ASTM : E 741-00. Un gaz traceur (CO₂) est donc injecté dans la pièce dans des proportions de l'ordre de 10 fois le niveau de fond (~4000-5000 ppmV). Ce taux de renouvellement de l'air a été mesuré par l'Ecole des Mines de Douai dans la salle 1 de l'école de Donges.

détermination du taux de renouvellement de l'air (a)

Le renouvellement de l'air ne doit s'effectuer pour simplifier l'application du modèle que par de l'air en provenance de l'extérieur du bâtiment, c'est pour cette raison que les entrées d'air en provenance des pièces adjacentes sont bouchées pendant la mesure. Il est donc important de noter que les conditions sont pas représentatives de l'utilisation habituelle de la salle de classe (absence d'élèves, calfeutrage des entrées d'air) mais nécessaires à l'étude et à l'application du modèle.

La mesure du taux de renouvellement réalisée par l'école des Mines de Douai indique un taux de renouvellement de $0,12 \text{ h}^{-1}$.



Photo 10 : mesure du taux de renouvellement de l'air après injection de CO₂

Les taux de renouvellement de l'air dans la classe 3 de l'école de Cholet et la salle 5 du lycée de Nantes ont été estimés à partir de la courbe de décroissance du CO₂ issues des enregistrements continus LUM'AIR de la campagne nationale 2009-2010. Le taux de renouvellement d'air a été estimé à $0,7 \text{ h}^{-1}$ dans la salle 3 de l'école de Cholet et à $0,5 \text{ h}^{-1}$ dans la salle 5 du lycée de Nantes.

A titre d'indication, le taux de renouvellement de l'air est de l'ordre de $0,5 \text{ h}^{-1}$ pour une école avec aération passive et 1 h^{-1} pour une école équipée de VMC.

mesure des concentrations internes et externes en formaldéhyde dans l'air (Cint et Cext)

Dans la classe 1 de Donges, la concentration moyenne en formaldéhyde mesurée par prélèvement actif par l'Ecole des Mines de Douai est de $63,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (communication personnelle de l'EMD) et celle de l'extérieur s'élève à $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur de référence pour les deux autres écoles).

La mesure réalisée par Air Pays de la Loire dans la salle 3 de Cholet s'élève à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et celle dans la salle 5 du lycée de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces niveaux de concentrations intérieures mesurés dans les salles de classe ne sont pas représentatifs d'une situation normale d'occupation des salles de classe puisqu'elles étaient fermées avant la réalisation des mesures (périodes de vacances scolaires) et elles ont été volontairement confinées pendant la période de mesure qui a duré 6 heures.



Photo 11 : prélèvement actif dans la salle 3 de l'école de Cholet

résultats

L'application de modèle d'équilibre de masse adapté de l'École de Mines de Douai indique une sur ou sous-estimation entre la concentration modélisée et calculée de

- surestimation de 36% pour la classe 1 ;
- sous-estimation de -15% pour la classe 5 ;
- sous-estimation de -66% pour la classe 3.

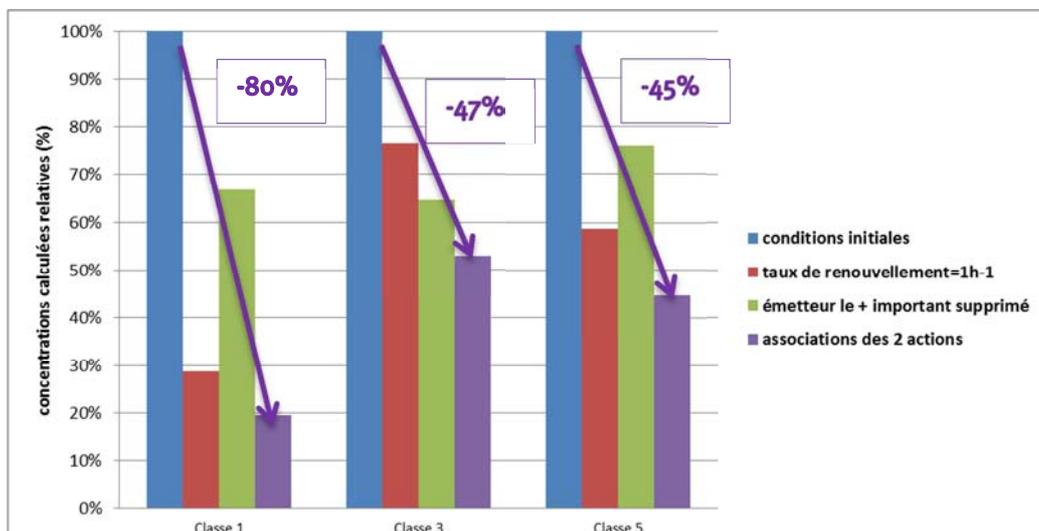
Cette différence relative peut provenir des incertitudes sur les valeurs suivantes :

- Le **taux de renouvellement (a)** qui a été mesuré à Donges et été estimé à partir de la courbe de décroissance du CO₂ pour les deux autres établissements ;
- la **méthode de prélèvement surfacique non identique** entre l'École des Mines de Douai et Air Pays de la Loire (préleveurs différents, laboratoires d'analyse différents) qui montre des taux d'émissions mesurés avec l'école des Mines systématiquement plus élevés, de 1,5 à 2,3 fois, par rapport à Air Pays de la Loire ;
- la **mesure par prélèvement actif** de la concentration en formaldéhyde Cint.

Différents scénarios ont été étudiés afin d'abaisser les niveaux de concentration en formaldéhyde dans ces environnements intérieurs :

- augmentation du taux de renouvellement de l'air à 1 h⁻¹ (taux habituel correspondant à une école équipée de VMC) ;
- suppression de la source principale émettrice ;
- combinaison des deux scénarios ci-dessus.

Les résultats sont présentés sans les sources les plus contributrices pour les 3 salles (plafond ou faux-plafond). Ils montrent que l'application du scénario combinant une augmentation du renouvellement d'air à 1h⁻¹ et l'enlèvement de l'émetteur le plus important permet d'avoir un abattement conséquent (jusqu'à 80% pour la classe 1) par rapport à la concentration initiale en formaldéhyde.



Graphique 17 : scénarios de stratégie de remédiation proposés pour les 3 salles des établissements scolaires

Une augmentation du taux de renouvellement de l'air à 1 h⁻¹ induirait une diminution de la concentration en formaldéhyde ambiante de -71% pour la classe 1, -24% pour la classe 2, -41% pour la classe 3 ;

La suppression de l'élément le plus émetteur (plafond ou faux-plafond) provoquerait une réduction de la concentration ambiante en formaldéhyde de -35% (classe 2) à -24% (classe 3) ;

L'application conjointe des 2 scénarios précédents permet d'avoir un abattement jusqu'à 80% des concentrations par rapport à la concentration initiale pour la classe 1 (47 et 45 % pour les autres salles) ce qui apparaît donc comme le scénario le plus efficace pour abaisser les niveaux de formaldéhyde dans les salles des 3 établissements.

Cette étude de modélisation montre donc que l'application du scénario proposant l'enlèvement de l'émetteur le plus important et une aération plus importante permet d'avoir la baisse la plus significative des niveaux de formaldéhyde.

aide à la décision sur le choix des produits de construction et décoration

Compte tenu des niveaux de formaldéhyde mesurés au niveau des surfaces du bâti et du mobilier, il apparaît important de limiter les sources de ce composé lors de la construction de bâtiments, de rénovations ou de réaménagements des intérieurs en choisissant des matériaux de construction, de décoration peu émissifs en COV.

Une revue bibliographique souligne l'importance de la maîtrise des sources d'émission. L'amélioration de la qualité de l'air intérieur passe par un contrôle de l'ensemble de ces sources (produits de construction et de décoration). Des expériences menées dans certains pays (notamment Finlande, Japon et Corée du Sud) montrent que les actions volontaires (labels) ou réglementaires combinant une approche de maîtrise des sources (choix de produits à faibles émissions) se traduit par une amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur dans le parc de bâtiments [13]. Une information sur les émissions des produits est maintenant disponible en France grâce à de nouveaux outils.

contexte réglementaire : étiquetage obligatoire des produits de construction

La lutte contre la pollution de l'air intérieur et extérieur est un des objectifs affichés de la loi n° 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et du PNSE 2. L'article 40 de la loi propose : « En ce qui concerne l'air intérieur, il est prévu de soumettre les produits de construction et d'ameublement ainsi que les revêtements muraux et de sol, les peintures et vernis et l'ensemble des produits ayant pour objet ou pour effet d'émettre des substances dans l'air ambiant à un étiquetage obligatoire à partir du 1^{er} janvier 2012, notamment sur leurs émissions et contenus en polluants volatils, et d'interdire dans ces produits les substances classées cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégories 1 et 2 (CMR 1 et CMR 2) au sens de la réglementation européenne».

L'article 180 de **la loi Grenelle 2** précise au niveau de l'Article L. 221-10 : « Les produits de construction et d'ameublement ainsi que les revêtements muraux et de sol, les peintures et vernis qui émettent des substances dans l'air ambiant sont soumis à une obligation d'étiquetage des polluants volatils à partir du 1^{er} janvier 2012 », traduit au niveau du **Décret 2011-321 du 23 mars 2011** relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Ce décret impose aux fabricants, importateurs, distributeurs de produits de construction et de décoration, entreprises de construction, acheteurs de tels produits, d'indiquer sur une étiquette placée sur le produit, ses caractéristiques d'émission en substances volatiles polluantes. Cette obligation est entrée en vigueur :

- pour les produits mis à disposition sur le marché à compter du 1^{er} janvier 2012 : 1^{er} janvier 2012 ;
- pour les produits mis à disposition sur le marché avant le 1^{er} janvier 2012 : 1^{er} septembre 2013.

Il s'agit d'une auto-déclaration du fabricant, qui est responsable de l'exactitude des informations mentionnées sur l'étiquette. Les modalités de présentation de l'étiquette et les substances polluantes concernées sont précisées dans un **Arrêté du 19 avril 2011** relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Les produits concernés par cette nouvelle réglementation sont les produits de construction ou de revêtements de parois amenés à être utilisés à l'intérieur des locaux, ainsi que les produits utilisés pour leur incorporation ou leur application.

- Cloisons et faux-plafonds
- Revêtement sol, mur et plafond ;
- Produits d'isolation ;
- Portes et fenêtres ;
- Produits destinés à la pose ou à la préparation des produits ci-dessus (colles, joints).

Les polluants visés sont ceux rencontrés le plus fréquemment dans les logements, à savoir le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, le toluène, le tetrachloroéthylène, le xylène, le triméthylbenzène, le dichlorobenzène, l'éthylbenzène, le butoxyéthanol, le styrène, ainsi que la mesure des composés organiques volatils totaux (COVT).

Le niveau d'émission pour chaque polluant fait l'objet d'un classement allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions), selon le principe déjà utilisé pour l'électro-ménager ou les véhicules.

Un classement des produits est réalisé selon 4 lettres (figure 17) qui suivent des seuils limites des concentrations exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Au final, le produit est classé par une lettre caractérisant les émissions globales, tous polluants confondus.



Classes	C	B	A	A+
Formaldéhyde	>120	<120	<60	<10
Acétaldéhyde	>400	<400	<300	<200
luène	>600	<600	<450	<300
trachloroéthylène	>500	<500	<350	<250
lène	>400	<400	<300	<200
,4-Triméthylbenzène	>2000	<2000	<1500	<1000
-Dichlorobenzène	>120	<120	<90	<60
ylbenzène	>1500	<1500	<1000	<750
utoxyéthanol	>2000	<2000	<1500	<1000
rène	>500	<500	<350	<250
VT	>2000	<2000	<1500	<1000

Figure 2 : étiquette apposée sur les produits de construction en 2012 et tableau de classement en catégories de concentrations

Grâce à cet étiquetage, les utilisateurs disposeront désormais d'une information sur les émissions pouvant constituer un nouveau critère de sélection, en fonction des besoins d'usage. Les produits les plus performants seront ainsi mis en valeur avec des effets bénéfiques attendus en matière d'innovation et une amélioration à terme de la qualité des produits disponibles sur le marché.

Les prescripteurs (collectivités notamment) pourront prendre en compte la qualité de l'air intérieur comme critère dans leurs appels d'offre pour la construction de nouveaux bâtiments ou la rénovation des bâtiments existants.

informations sur les produits

Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES)

La Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES), est un outil regroupant des informations structurées sur les performances environnementales et sanitaires des produits de construction.

Elle concerne tous les produits intégrés durablement dans le bâtiment et elle est établie sous la responsabilité d'un fabricant ou d'un syndicat professionnel. La FDES est élaborée selon la norme NF P01-010 qui définit les bases communes permettant de délivrer et de lire les informations multicritères objectives, quantitatives et qualitatives suivantes :

- des informations issues d'un bilan environnemental sur l'ensemble du cycle de vie du produit pour évaluer les impacts potentiels sur l'environnement lors des phases de fabrication, de transport, de mise en œuvre, de vie en œuvre et de fin de vie. Cette méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux, exigée par la norme NF P01-010, est appelée Analyse de Cycle de Vie (ACV) ;
- des informations utiles sur la contribution du produit à l'évaluation des risques sanitaires liés notamment aux émissions de substances dangereuses (COV, radon et rayonnements, etc.) et à l'évaluation de la qualité sanitaire de l'eau (aptitude au contact de l'eau potable, etc.) à l'intérieur du bâtiment. Ces informations sanitaires ne résultent pas d'une ACV mais proviennent d'études ou d'essais en laboratoires ;
- des informations utiles sur la contribution du produit à la qualité de vie et au confort d'usage : confort hygrothermique, confort acoustique.

754 fiches FDES couvrant 5000 produits du marché sont disponibles sur la base de données INIES : www.inies.fr.

INIES est la base de données publique et nationale de référence des FDES élaborées et mises en ligne à l'initiative volontaire des industriels. Son fonctionnement est régi par un Protocole signé, à ce jour, par les ministères en charge de l'écologie, de l'Industrie, de la Santé, et de la Culture ainsi que par l'ADEME, l'AIMCC, l'ANAH, la CAPEB, le CNOA, le CSTB, la FFB, l'association HQE l'association Qualitel et l'USH. Sa gouvernance est assurée par un Conseil de Surveillance (l'éthique et déontologie de fonctionnement de la base INIES) et un Comité Technique (veille et mise à jour de la base).

Cette base en plein développement, a vocation à devenir un outil d'aide à la décision des prescripteurs dans leurs choix de produits de construction, qu'ils soient issus du monde professionnel ou du grand public.

Labels et certificats européens

Il est aussi possible d'obtenir des informations sur les produits de construction au travers des exigences des labels européens. Pour chaque renseignement apporté par le fabricant sur un produit, les certificats et labels associés attestant de la conformité des performances. Le tableau ci-dessous résume les critères d'attribution des différents labels.

NOM	M1	ICL	GEV-EMICODE	GUT	AgBB
Produits	Produits de construction et de décoration	Produits de construction et de décoration	Produits de mise en œuvre des revêtements de sol	Revêtement de sols textiles	Certains types de revêtement de sol
Origine	Finlande	Danemark	Allemagne	Allemagne	Allemagne
Statut	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Réglementaire
Durée de l'essai	28 jours	Temps nécessaire pour COV < seuil odeur ou irritation	10 jours	3 jours	28 jours
Mesure d'odeur	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Limite COV totaux	200 µg/m ³	Limite COV individuels /seuil odeur ou irritation	100 à 500 µg/m ³ selon type de produits	300 µg/m ³	1000 µg/m ³
Limite Formaldéhyde	50 µg/m ³	Limite /seuil odeur ou irritation	50 µg/m ³	10 µg/m ³	Non
Limite CMR	C1 (IARC) < 5 µg/m ³	C1 < limite de détection	5 composés cibles	C1, C2 < limite de détection	C1 +C2 < Limite de détection
Source	www.rts.fi/englis_h.htm	www.indeklimamaerket.dk	www.emicode.de	www.gut-ev.de	www.umweltbundesamt.de/building-products/agbb.htm

Tableau 3 : labels européens pour les produits de construction

Information sur matériaux en bois peu émissifs

Une source importante de formaldéhyde dans l'air intérieur des bâtiments provient des panneaux de particules et autres dérivés du bois qui utilisent dans leur fabrication des colles thermodurcissables à base de formol. Depuis 2002, une norme E1 (NF EN 717-1) impose des teneurs inférieures ou égales à 8 mg de formaldéhyde pour 100 g de matériau, ce qui correspond à des émissions maximales de 0,124 mg par mètre cube d'air. La plupart des grands fabricants proposent aujourd'hui des produits de classe E1, et même avec des teneurs plus faibles.

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement 1 et 2, un projet d'étiquetage obligatoire des produits d'ameublement est à l'étude.

L'information disponible sur les produits (FDES, labels européens, normes E1) et la nouvelle réglementation sur l'étiquetage obligatoire des produits de construction sont autant d'outils permettant d'aider les gestionnaires de bâtiments publics ou privés dans le choix de matériaux peu émissifs, ce qui contribuera à préserver à terme une bonne qualité de l'air intérieur.

conclusions et perspectives

L'étude a permis d'identifier les matériaux les plus émetteurs en formaldéhyde présents dans les établissements scolaires. Un bilan quantifié des émissions permet de mettre en évidence les plafonds et faux-plafonds comme sources les plus émettrices en formaldéhyde dans les 3 établissements instrumentés. Les surfaces concernées sont en effet importantes et les matériaux sont pour la majorité composés de fibres de verre contenant des liants à base de formaldéhyde. Selon les établissements, entre 40% et 71% des émissions en formaldéhyde proviennent des éléments du bâti (plafond, murs et sol), le reste des émissions provenant du mobilier, des menuiseries et des éléments de décoration ou d'aménagement.

Une étude de modélisation a montré que l'application du scénario proposant la suppression de l'émetteur le plus important (ou remplacement par un matériau moins émetteur) et une aération plus importante (de $0,12 \text{ h}^{-1}$ à 1 h^{-1}) permet d'obtenir l'abattement le plus important (jusqu'à 80%) par rapport à la concentration initiale en formaldéhyde pour l'école de Donges (47% et 45% à Cholet et au lycée).

Cette identification des sources à l'origine de la contamination en formaldéhyde dans les établissements scolaires est une base d'informations précieuse pour les gestionnaires des établissements. En effet, les résultats de cette étude ont vocation à permettre la définition d'actions visant à réduire les niveaux de concentration en formaldéhyde. Pour les 3 établissements, des préconisations précises concernant l'enlèvement de certains mobiliers ou le remplacement de certains matériaux par des matériaux peu émissifs sont proposées dans ce rapport.

Outre des travaux conséquents visant la substitution d'éléments du bâti par des matériaux moins émissifs, travaux à prévoir dans le cadre de rénovations, il s'avère que dans certains cas, le retrait de certains éléments du mobilier ou de décoration peut être une mesure simple et efficace.

La mise en place de l'étiquetage réglementaire des émissions de composés volatils des produits de construction et de décoration associés aux labels et aux Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) des produits, sont des outils efficaces de choix de produits faiblement émissifs.

perspectives

Pour répondre au besoin croissant de quantification des sources de polluant in situ, la technique utilisée est un moyen efficace pour identifier les sources de formaldéhyde.

Par la double approche modélisation-mesure réalisée, Air Pays de la Loire a ainsi développé une nouvelle capacité d'expertise et la mettra à disposition de ses partenaires dès lors que des situations de fortes concentrations en formaldéhyde seront détectées dans les ERP, en particulier les établissements d'enseignement et d'accueil de la petite enfance.

Parallèlement, Air Pays de la Loire poursuit sa veille métrologique sur de nouvelles méthodes de mesure des émissions in situ.

annexes

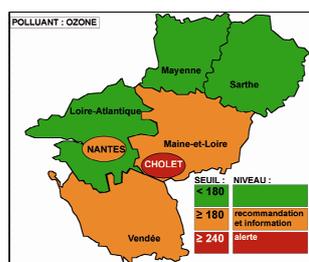
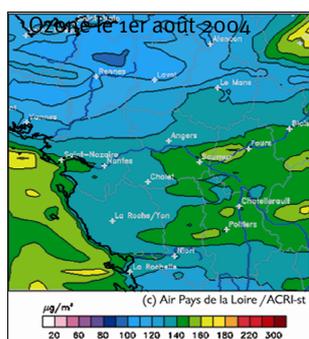
- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs
- annexe 3 : valeurs de référence de l'air intérieur
- annexe 4 : résultats des mesures
- annexe 5 : information sur matériaux et leurs émissions

annexe 1 : Air Pays de la Loire

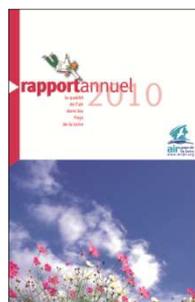
Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

surveiller pour savoir et comprendre



informer pour prévenir



l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.

prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à sa plateforme IRIS.

pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques et aux médias. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

des publications largement diffusées

Tous les trois mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin trimestriel d'information *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

annexe 2 : risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs

L'avis de l'Anses se base pour les aspects scientifiques sur les rapports finaux issus d'une expertise collective :

- un rapport Anses « Toxicité du formaldéhyde. État des connaissances sur la caractérisation des dangers et choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) » rédigé par le groupe de travail « Formaldéhyde » ;
- « Evaluation des risques sanitaires liés aux expositions de la population française au formaldéhyde dans l'air » rédigé par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris).

L'expertise a suivi la démarche méthodologique pour une évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition pour la population générale, comprenant les étapes d'identification des dangers, caractérisation des relations dose-effet, quantification de l'exposition et caractérisation des risques sanitaires.

Suite à une expertise collective, L'Agence a mis en évidence les points suivants :

- une exposition aiguë au formaldéhyde liée à l'utilisation normale de produits de consommation courantes (produits nettoyants,...), peut conduire à des irritations oculaires et nasales, qu'il s'agisse d'expositions au formaldéhyde émis ou formé secondairement (conclusions valables pour les produits testés dans le cadre de l'étude).
- lors d'exposition chronique au formaldéhyde, dans les environnements intérieurs :
 - la majorité de la population française est exposée à un risque de survenue d'irritations oculaires et nasales liées à la présence de formaldéhyde dans le logement. Les mesures d'exposition réalisées attestent d'un dépassement des VTR chroniques protégeant de ces irritations. La fréquence de survenue et la sévérité des effets irritants restent inconnues ;
 - l'exposition des enfants dans les crèches ou écoles doit être prise en compte. Même si ces lieux considérés individuellement ne conduisent pas à mettre en évidence un risque, ils contribuent à l'exposition cumulée au formaldéhyde dans une journée ;
 - pour les bureaux et les lieux de loisir, les données disponibles ne montrent pas un dépassement de la VTR. Toutefois, certains lieux peuvent contribuer à l'exposition au formaldéhyde de la population qui les fréquente régulièrement et ne doivent pas être exclus ;
 - concernant le risque cancérogène, malgré la méconnaissance de la relation dose-réponse, les concentrations maximales estimées restent largement inférieures aux seuils mentionnés dans la littérature considérée comme protecteurs de l'apparition du cancer du nasopharynx. Le risque pour la population générale de développer un cancer du nasopharynx suite à l'inhalation de formaldéhyde seul semble négligeable au vu des niveaux de concentration mesurés actuellement dans l'air. Toutefois, l'effet combiné du formaldéhyde à d'autres composés n'a pas été étudié.

annexe 3 : valeurs de référence de l'air intérieur

<p>Formaldéhyde</p>	<p>Valeur de gestion (HCSP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg.m-3 : valeur cible à atteindre en 10 ans (2019) ; • 30 µg.m-3 : valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est spécifiée. Au-delà, profiter des travaux de rénovation ou de changement d'ameublement pour choisir des matériaux moins émissifs ; • 50 µg.m-3 : valeur valeur d'information et de recommandation. Au-delà, identifier les sources principales et engager des actions appropriées ; • 100 µg.m-3 : valeur d'action rapide. Neutraliser les sources de pollution. <p>Valeurs guides de qualité de l'air intérieur (Anses)</p> <p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg.m-3 : valeur repère de protection des populations sensibles sur une exposition à long terme application de cette valeur en 2012 pour tous bâtiments neufs (Anses) <p>Décret no 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 µg.m-3 pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2015 • 10 µg/m-3 pour une exposition de longue à compter du 1er janvier 2023 <p>Le Décret no 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</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigation complémentaires si C formaldéhyde > 100 µg.m-3
----------------------------	--

annexe 4 : résultats des mesures

Remarque : dans les tableaux suivants les lignes signalées en orange représentent les sources principales et sont représentées dans les graphiques du rapport. Celles en blanc sont regroupées sous le terme « autres sources » dans le corps du rapport.

Donges Classe 1

Localisation	Matériaux	Taux d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Emission totale ($\mu\text{g}/\text{h}$)	Contribution (%)
Mur cloison	Placo	6,6	93,8	2,2%
Chevalet à peinture	Médium peint	5,4	34,0	0,8%
Meubles de rangement haut + étagère	Mélaminé	6	82,9	1,9%
Sol	Non-dentifié (échantillon ramené)	3,5	147,8	3,4%
plafond	Dalle	16,8	953,7	22,1%

Donges classe 2

prélèvement	Matériaux	Taux d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Emission totale ($\mu\text{g}/\text{h}$)	Contribution (%)
encadrement fenêtre int	bois+peinture	5,50	1,9	0,1%
encadrement porte	bois+peinture	4,20	2,2	0,2%
corniche	bois+peinture	3,50	3,0	0,2%
banc ancien blanc mélaminé	Mélaminé	5,70	8,0	0,5%
porte	bois+peinture	4,70	7,5	0,5%
cloison violette	Médium + peinture	5,50	8,9	0,6%
table enfant	Mélaminé	8,00	10,4	0,7%
banc ancien blanc mélaminé	Mélaminé	8,40	12,0	0,8%
étagère mélaminée blanche	Mélaminé	8,40	12,1	0,8%
étagère int jaune	bois+peinture	8,00	13,8	1,0%
cloison int haut	bois+peinture	5,20	17,3	1,2%
gd table enfant	Mélaminé	11,80	17,4	1,2%
mur bas coté cou		3,70	20,6	1,4%
meuble bricolage	Mélaminé	9,60	25,2	1,7%
encadrement cloison mobile	bois+peinture	4,80	25,7	1,8%
int tapis sol	linoléum	4,30	27,2	1,9%
gd table enfant ancienne	panneau de particules	13,40	30,0	2,1%
étagère bois violette	Médium + peinture	4,40	32,1	2,2%
meuble haut	Mélaminé	8,20	36,1	2,5%
chaise	panneau de particules	5,20	36,2	2,5%
bureau	Mélaminé	6,70	39,8	2,7%
mur coté cour	maçonnerie+peinture	6,90	56,1	3,9%
cloison mobile int	bois+peinture	4,90	62,0	4,3%
panneau affichage bois	panneau de particules	17,50	69,8	4,8%
cloison int perforée	bois+peinture	12,10	159,0	10,9%
sol linoléum	linoléum	8,20	233,0	16,0%
étagère intérieure	panneau de particules	54,20	495,4	34,1%

Cholet Classe 3

Localisation	Matériaux	Taux d'émission (µg/m2/h)	Emission totale (µg/h)	Contribution (%)
banc	panneau de particule	3,7	4,2	0,2%
pt meuble rangement	médium	1,5	7,2	0,3%
PORTE	Bois	5,7	11,9	0,6%
étagère bois	panneau de particule	6,2	17,6	0,9%
meuble de cuisine vert	panneau de particule	6,3	21,2	1,0%
pt étagère rouge	mélaminé	5,9	22,0	1,1%
chaise enfant	panneau de particule	6,3	34,6	1,7%
tableau bois et chevalet	médium	7,7	35,2	1,7%
bureau	mélaminé	13,4	46,6	2,3%
sol lino devant tableau	linoléum	7,7	49,2	2,4%
meuble rangement jouets	mélaminé	4,5	55,8	2,7%
table enfant	mélaminé	4,4	58,4	2,8%
mur cloison int	placo	5,0	92,2	4,5%
mur ext	placo	5,4	199,2	9,6%
sol lino vert	linoléum	5,0	253,1	12,2%
meuble rangementX2	panneau de particules	49,3	433,9	21,0%
plafond	platre	12,7	723,9	35,0%

Cholet Classe 4

Localisation	Matériaux	Taux d'émission (µg/m2/h)	Emission totale (µg/h)	Contribution (%)
Meuble enfant "IKEA"	mélaminé	4,6	7,1	0,6%
bancs	mélaminé	2,4	7,6	0,6%
Porte	bois+peinture	4,3	8,1	0,6%
pouf	Mousse + revêtement plastique	7,7	20,7	1,6%
tapis lino	linoléum	3,7	24,1	1,9%
chevalet	panneau de particules+peinture	3,3	28,1	2,2%
pt table	mélaminé	2,5	29,7	2,3%
étagère livres	panneau de particules+peinture	3,8	30,5	2,4%
chaise	panneau de particules	4,2	30,8	2,4%
grande table	panneau de particules+peinture	12,1	38,7	3,0%
meuble rangement	panneau de particules+peinture	10,2	43,7	3,4%
meuble rangement	panneau de particules	3,5	90,4	7,0%
mur int	placo	4,2	112,9	8,7%
grand sol	linoléum	3,3	171,5	13,2%
moquette murale	textile	6,7	231,2	17,8%
plafond	platre	7,2	421,1	32,5%

Lycée Classe 5

Localisation	Matériaux	Taux d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Emission totale ($\mu\text{g}/\text{h}$)	Contribution (%)
table élève bois	panneau de particules	17,2	12,0	0,4%
tableau liège	liège	15	22,5	0,7%
fenêtre	bois+peinture	5	25,7	0,8%
bureau	mélaminé	7,9	38,7	1,2%
meuble vidéo	mélaminé	7,7	46,0	1,4%
porte	bois+peinture	8	72,6	2,2%
tableau	mélaminé	17	84,7	2,6%
chaise	mélaminé	6,9	104,3	3,2%
estrade	bois+peinture	36,8	156,2	4,8%
tables élèves	mélaminé	15,8	390,3	11,9%
frise en bois	bois médium	9,8	394,0	12,0%
sol parquet	bois	10	559,6	17,0%
mur peint blanc	platre	10,2	608,8	18,5%
faux-plafond	dalle	33	772,2	23,5%

Lycée Classe 6

Localisation	Matériaux	Taux d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Emission totale ($\mu\text{g}/\text{h}$)	Contribution (%)
tableau liège	liège	8,70	4,2	0,2%
écran vidéo	plastique	3,50	14,7	0,7%
porte	bois+peinture	4,00	17,0	0,8%
meuble bureau	mélaminé	3,50	21,7	1,0%
tabourets	panneau de particules	18,80	34,5	1,6%
porte fenetre	/	2,70	49,6	2,3%
armoire	bois+peinture	4,20	63,7	3,0%
tables élève 1	mélaminé	18,70	65,5	3,0%
chaises	mélaminé	3,30	76,6	3,6%
frise bois	médium	3,20	137,2	6,4%
table élèves 2	panneau de particules	4,50	156,8	7,3%
sol	bois	3,00	159,1	7,4%
mur blanc	platre+peinture	4,30	300,3	13,9%
tableau éléments périodiques	médium	47,10	306,2	14,2%
Fauxplafond	dalle	13,70	748,0	34,0%

annexe 5 : information sur matériaux et leurs émissions [15]

dénomination	fabrication	usages	Disponibilité en matériaux peu émissifs
Aggloméré (panneaux de particules non orientées)	Déchets de bois fragmentés, triés, puis mélangés à la colle avant d'être pressés à chaud et poncés.	planchers, cloisons, revêtements intérieurs, ameublement	classe E1 (<8 mg/100 g de panneau)
Panneaux de fibres MDF (moyenne densité)	Déchets de bois étuvés puis défibrés, encollés, pressés et conditionnés.	Parquets (stratifiés), mobilier, agencement intérieur, moulures, plinthes	classe E1 (<8 mg/100 g de panneau)
Panneaux de contreplaqué	"Feuilles" de 1 à 3 mm obtenues par déroulage ou tranchage, trempage, puis collées en couches croisées et pressées.	Planchers, cloisons, bardages, parements intérieurs.	Classe A < 3,5 mg HCHO/m ² .h)
Panneaux de copeaux orientés "OSB"	Bois tranché en longues lamelles, encollées en trois couches orientées perpendiculairement l'une à l'autre, ce qui leur confère une grande rigidité.	Planchers, cloisons, contreventements, âmes de poutres, mobilier, agencement.	classe E1 (<8 mg/100 g de panneau)
Panneaux de bois lamifié et contrecollé	Constitués de plusieurs couches de bois contrecollés.	Ossatures, charpentes légères, planchers... Peu utilisés en France.	classe E1 (<8 mg/100 g de panneau)
Méla miné	panneau à base de bois recouvert à chaud et sous pression d'une feuille de papier imprégnée de mélamine (à ne pas confondre avec le stratifié qui lui est obtenu en collant une feuille de 0,7 mm à la colle contact sur le panneau d'aggloméré).	mobilier	classe E1 (<8 mg/100 g de panneau)

Dans le cadre d'une thèse à l'Ecole des Mines de Douai [14], une étude a été menée sur l'émission temporelle des matériaux de construction portant en particulier sur le médium, l'aggloméré et une dalle de plafond.

Les différents panneaux de particules ont des taux d'émissions disparates allant de 21 à 255 µg. m⁻².h⁻¹. Le taux d'émission de ces plaques de bois diminue très lentement au cours du temps. En effet, le taux d'émission d'une plaque de médium diminue seulement de 250 à 118 µg.m⁻².h⁻¹ en trois mois.

bibliographie

- [1] Observatoire de la qualité de l'air intérieur- Qualité d'air intérieur, qualité de vie- 10 ans de recherche pour mieux respirer- CSTB Editions -aout 2011
- [2] AFSSET (2006) - Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs (mai 2008).
- [3] Squinazi F. les polluants physico-chimiques de l'air intérieur : sources et impact sanitaires, Environnement, risques et santé-vol.7, n°6, novembre-décembre 2008.
- [4] ANSES (2007) - Valeurs guides de la qualité de l'air intérieur- le formaldéhyde. (juillet 2007) Avis de l'ANSES relatif à la proposition de valeur guide de l'air intérieur pour le formaldéhyde. Auto-saisine ANSES (2004).
- [5] Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2004) - Campagne pilote : 90 logements et 9 écoles Rapport final.
- [6] Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2006) campagne nationale logements- Etat de la qualité de l'air dans les logements français-rapport final
- [7] ASPA (2005a) - Campagne de mesure du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de petite enfance de la ville de Strasbourg : bilan des niveaux mesurés. Réf ASPA 05061301.
- [8] AIR-APS, AMPASEL, ATMO Drôme-Ardèche, ASCOPARG, COPARLY (2007) - Mesure des aldéhydes dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches en Rhône-Alpes. Convention DRASS».
- [9] Ascoparg, Sup'AIR (2009) Diagnostic qualité de l'air intérieur dans les collèges de l'Isère. Partenariat qualité de l'air dans les collèges avec le Conseil Général de l'Isère.
- [10] ASPA (2009) - Campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les locaux du lycée du Pflixbourg Rapport relatif à la campagne de mesure qui s'est déroulée du 17-17 avril 2009 et 27-29 avril 2009 . Réf ASPA 09061806-ID.
- [11] Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires nantais, septembre 2008-juillet 2009. Air Pays de la Loire
- [12] Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans 4 lycées de la région des Pays de la Loire, mars 2010-juin2010- Air Pays de la Loire
- [13] Corinne MANDIN, Francois MAUPETIT Qualité de l'air dans les bâtiments neufs : données disponibles et spécificité, revue pollution atmosphérique N° 209, janvier mars 2011
- [14] Alodie Blondel, Identification des sources intérieures de composés organiques volatils et estimation de leur contribution aux teneurs observées dans les logements français, Rapport de Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université des Sciences et Technologie de Lille, Science de la matière, du rayonnement et de l'environnement. Décembre 2010
- [15] ASPA (2007) : Le formaldéhyde, un poison domestique ? sources intérieures, exemple de normes et de labels environnementaux Ref : ASPA-07082301-ID
- [16] qualité de l'air dans 15 écoles et crèches des Pays de la Loire. 1 ère phase de la campagne pilote nationale de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches. Novembre 2011_Air pays de la Loire

glossaire

abréviations

Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CIRC	institut international de recherche sur le cancer
CO ₂	dioxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
DNPH	dinitrophenylhydrazine
EMD	Ecole des Mines de Douai
HCSP	Haut Conseil de la Santé Publique
HPLC	Chromatographie en phase liquide à haute performance
LCSQA	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
MEDDTL	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
RSD	Règlement sanitaire départemental
Ppm	Parties par million
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
VGAI	Valeur guide en air intérieur

airpays de la loire

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Agence Régionale de la Santé des Pays de la Loire.

7, allée Pierre de Fermat – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

contact@airpl.org

