



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 – rapport final



Campagne pilote 2009-2011



sommaire

synthèse	1
introduction	5
contexte	6
méthodologie	7
objectif de la campagne.....	7
choix des établissements	7
périodes de mesure	8
dispositif de mesure	8
pré-diagnostic des bâtiments.....	9
gestion et communication des résultats	9
résultats	11
résultats au niveau national [3].....	11
résultats au niveau régional.....	13
conclusions et perspectives	20
annexes	21
annexe 1 : Air Pays de la Loire	22
annexe 2 : décret n° 2011-1728 et décret n°2012-14.....	23
annexe 3 : protocole de mesure de la campagne nationale	24
annexe 4 : valeurs de gestion des résultats pour la campagne nationale	25
annexe 5 : valeurs de référence de l'air intérieur.....	26
annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2010	27
bibliographie	28
glossaire	29
abréviations	29

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Laurence Böhm, Mise en page : Bérange Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Frédéric Bauny, Frédéric Bardalou, Thierry Creuzé, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation : Luc Lavrilleux.

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'Ecologie.

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

Air Pays de la Loire remercie les collectivités gestionnaires des établissements qui ont participé à cette campagne nationale, ainsi que les enseignants et responsables de crèches pour leur accueil.

synthèse

contexte → la loi du Grenelle 2 prévoit une surveillance obligatoire des ERP dès 2015

La loi portant sur l'engagement national pour l'environnement, dite Grenelle 2, prévoit l'obligation d'une surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) à la charge des gestionnaires des établissements dès 2015. Dans ce cadre, une campagne pilote nationale a été lancée en 2009, à l'initiative du Ministère de l'Écologie (MEDDTL), dans 300 lieux d'accueil de la petite enfance afin de préparer cette surveillance.

Au niveau régional, le programme a été porté dès 2009 par Air Pays de la Loire sur 15 établissements volontaires répartis sur la région.

objectifs → validation des protocoles de mesure et des modalités de gestion

L'objectif de cette campagne de mesure est de valider les protocoles de surveillance et les modalités de gestion à mettre en place lors de la surveillance obligatoire des établissements recevant du public (décret n°2011-1728 et décret n°2012-14) : polluants recherchés, nombre de prélèvements selon la configuration des locaux, recherche des causes de pollution, mesures correctives.

moyens → mesure de polluants prioritaires selon l'Anses

La campagne de mesures a porté sur deux polluants classés prioritaires par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) : le formaldéhyde et le benzène. Les protocoles mis en œuvre pour le suivi de ces deux polluants ont été élaborés dans la cadre des travaux du LCSQA (annexe 3).

Une mesure du dioxyde de carbone a aussi été réalisée permettant de déterminer le niveau de confinement de l'air des locaux selon un protocole de mesure défini par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).

Un Comité de pilotage (COFIL) national, composé de représentants du Ministère chargé de l'Écologie (MEDDTL), du LCSQA, du CSTB et de deux AASQA (AIR NORMAND et Atmo Rhône Alpes), a piloté le déroulement de la campagne.

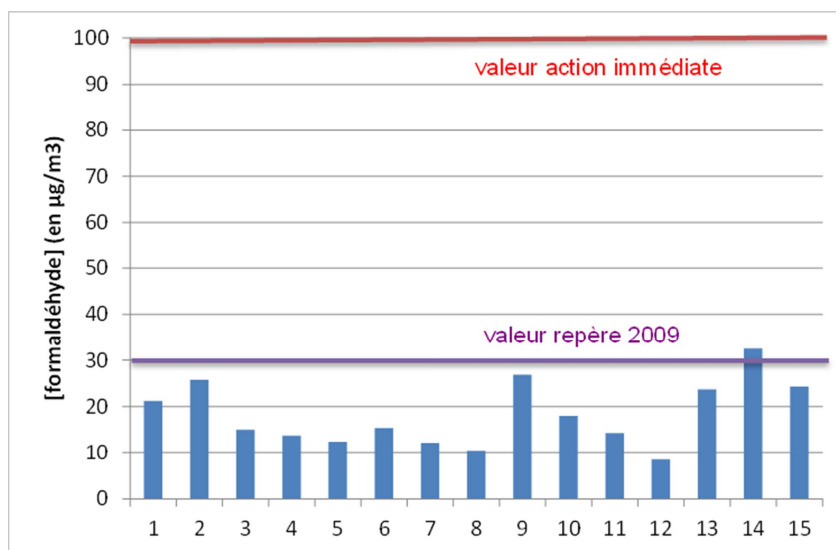
Au niveau régional, Air Pays de la Loire a assuré l'animation d'un groupe de suivi régional (COFIL), composé des administrations de l'état (DREAL, DRASS, Rectorat) et de collectivités locales, afin de relayer la communication des résultats des mesures aux gestionnaires d'établissements et aux établissements scolaires. Dans le cadre de cette campagne, il a été décidé que les résultats seraient publiés de manière anonyme.

résultats des niveaux de polluants en dessous des valeurs repères du HCSP et un confinement parfois élevé

formaldéhyde

Au niveau de la région des Pays de la Loire, 93% des établissements instrumentés (89 % au niveau nationale) ont une concentration moyenne annuelle en formaldéhyde inférieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur repère du Haut conseil de santé publique (HCSP) ne justifiant pas d'action spécifique. Les résultats des mesures en Pays de la Loire apparaissent conformes, voire plus satisfaisants que ceux observés au niveau national.

A l'échelle de l'établissement, un seul établissement (dans ses 2 salles) présente une concentration moyenne en formaldéhyde supérieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur repère justifiant des recommandations simples. Pour cet établissement, le pré-diagnostic a mis en évidence l'absence de système spécifique de ventilation dans les deux salles et notamment que la structure modulaire de type ALGECO, pour une salle instrumentée peut conduire à une dégradation de la qualité de l'air par des émissions possibles de composés organiques volatils.



Concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde par établissement en Pays de la Loire

benzène

Dans la région, pour 66% des établissements, la concentration moyenne en benzène est inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (45 % *au niveau national*), valeur cible du HCSP à atteindre en 2015. Les résultats en Pays de la Loire sont à nouveau satisfaisants par comparaison avec le niveau national.

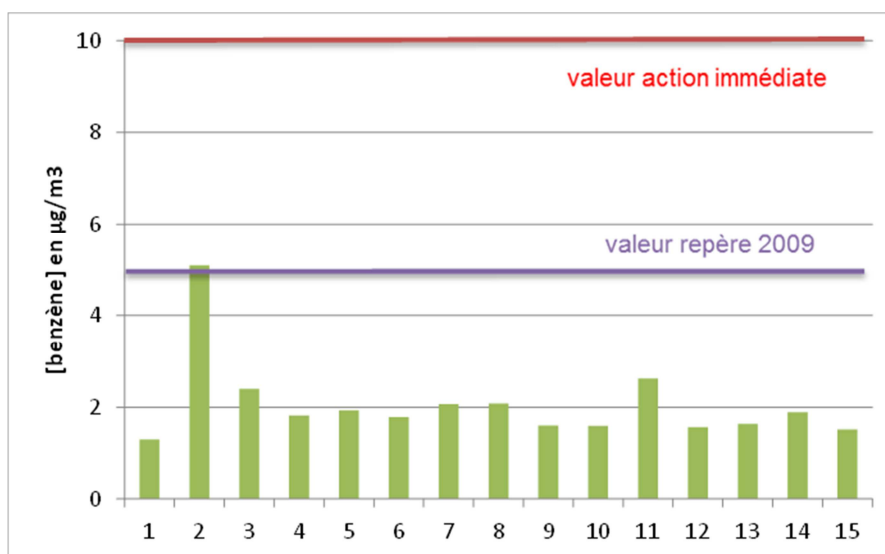
Un établissement a présenté une concentration moyenne en formaldéhyde supérieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur repère du HCSP, justifiant des recommandations poussées avec investigation complémentaire.

Pour cet établissement, le pré-diagnostic indique qu'une entrée d'air neuf dans la pièce de vie est située au-dessus d'une bouche d'extraction d'air d'un parking souterrain, reprenant ainsi l'air vicié du parking et expliquant ces fortes concentrations en benzène dans l'établissement.

Des mesures complémentaires ont été réalisées par Air Pays de la Loire et les résultats des mesures de benzène en différents points de l'environnement intérieur et extérieur de l'établissement ont mis en évidence :

- une baisse des niveaux de benzène ($\ll 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dans la pièce de vie par rapport aux mesures initiales en périodes chaude et froide ;
- des concentrations extérieures maximales enregistrées en sortie de bouche d'évacuation de l'air du parking souterrain.

Après examen de ces résultats complémentaires, le Comité de pilotage (COPI) national a communiqué l'avis que la prise d'air assurant l'aération de la pièce de vie doit être éloignée des bouches d'évacuation du parking souterrain.



Concentrations moyennes annuelles en benzène par établissement en Pays de la Loire

confinement

Le niveau de confinement de la pièce est exprimé par l'indice ICONÉ ayant une note sur une échelle de 0 à 5. Dans le cadre de cette campagne, un indice de confinement inférieur ou égal à 3, considéré comme acceptable, a été calculé pour 85% des établissements.

L'indice ICONÉ maximal de 4 a été atteint dans deux salles de deux établissements différents, signe d'un renouvellement d'air insuffisant. D'après les pré-diagnostic, ces deux salles ne présentent pas de système de ventilation spécifique ce qui peut expliquer ce confinement élevé.

conclusions et perspectives → des résultats conformes au niveau national

En conclusion :

- 46% des établissements expérimentés (26 % *au niveau national*) présentent une très bonne situation sur tous les paramètres : indice de confinement inférieur à 3, concentration annuelle inférieure à 30 µg/m³ pour le formaldéhyde et inférieure à 2 µg/m³ pour le benzène ;
- 20% des établissements (31 % *au niveau national*) présentent une situation médiocre sur au moins un des trois paramètres : indice de confinement supérieur à 3, concentration annuelle supérieure à 50 µg/m³ pour le formaldéhyde et supérieure à 5 µg/m³ pour le benzène ;
- 34 % des établissements (47 % *au niveau national*) présentent une situation intermédiaire.

La conclusion générale des pré-diagnostic a mis en évidence que pour 80 % des établissements, il y avait absence de système spécifique de ventilation impliquant que le renouvellement d'air soit assuré manuellement par ouverture des fenêtres et des portes.

Les maires et chefs d'établissement ont été informés des résultats et bénéficient, le cas échéant, de moyens d'expertise pour tenter d'identifier les sources principales de pollution et mettre en place les actions nécessaires.

De meilleures pratiques d'aération des locaux, ainsi que des mesures de réduction des émissions à la source prévues dans le plan national santé-environnement 2, notamment par l'intermédiaire de l'étiquetage obligatoire des matériaux de construction et des meubles en fonction de leur émissivité en composés organiques volatils, permettront d'améliorer progressivement la qualité de l'air dans les écoles et les crèches en France dans l'ensemble des espaces clos.

Air Pays de la Loire a réalisé en juillet 2011 avec l'appui de l'Ecole des Mines de Douai, une campagne exploratoire de mesure des émissions de formaldéhyde au niveau des matériaux de 4 salles investiguées lors de cette campagne pilote présentant des concentrations proches de 30 µg/m³. Cette étude qui permettra d'identifier les sources émettrices en formaldéhyde et donc d'orienter des actions correctives, fera l'objet d'une publication en 2012.

introduction

Le principe d'une surveillance obligatoire de la qualité de l'air intérieur dans les lieux clos ouverts au public a été introduit lors du Grenelle de l'Environnement et acté dans le deuxième Plan Santé environnement (PNSE2). Afin de définir les modalités de cette surveillance, une campagne pilote nationale a été lancée au niveau national en 2009, à l'initiative du Ministère de l'Écologie (MEDDTL), dans 300 lieux d'accueil de la petite enfance.

Air Pays de La Loire a mis en œuvre la première phase de cette campagne pilote sur la période 2009-2010 au niveau de 15 établissements répartis dans la région des Pays de la Loire.

Ce rapport présente la méthodologie retenue, les établissements investigués et les résultats de qualité de l'air intérieur dans ces 15 lieux d'accueil de la petite enfance.

contexte

La mise en application des engagements du Grenelle de l'Environnement se traduit par une loi portant sur l' "engagement national pour l'environnement" dite Grenelle 2 promulguée le 12 juillet 2010 (Loi n° 2010-788). Un article de cette loi (article 180) introduit une section relative à la qualité de l'air intérieur qui prévoit une surveillance obligatoire pour le propriétaire ou l'exploitant de certains établissements recevant du public (ERP) dès 2015 (décrets n° 2011-1728 et 2012-14 en annexe 2).

Afin de définir les modalités de cette surveillance, une campagne pilote a été conduite au niveau national sur la période 2009-2011. La première phase a débuté en septembre 2009 et s'est achevée durant l'été 2010. Elle a concerné 160 écoles et crèches réparties dans 13 régions françaises (phase 1). Une seconde phase portant sur environ 150 établissements supplémentaires situés dans les autres régions administratives a été réalisée en 2010-2011 (phase 2).



Carte 1 : régions participantes à la phase 1 (orange) et à la phase 2 (bleu clair) du programme national

Cette campagne a été financée par le ministère chargé de l'Écologie (MEDDTL), en lien avec les ministères de la santé et de l'éducation nationale. Au niveau national, elle a été menée avec l'appui technique et organisationnel, de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), dans le cadre de ses missions au sein du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), et du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).

Au niveau régional, les volets métrologiques et gestion de la communication ont été portés par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) comme Air Pays de la Loire.

méthodologie

objectif de la campagne

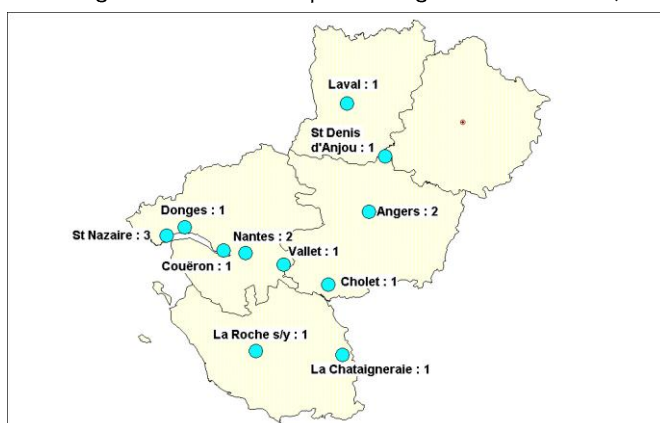
L'objectif de cette campagne de mesure est de valider les protocoles de surveillance et les modalités de gestion à mettre en place lors de la surveillance obligatoire des ERP (décrets n° 2011-1728 et n° 2012-14): polluants recherchés, nombre de prélèvements, recherche des causes de pollution, mesures correctives.

La campagne de mesures a porté sur deux polluants classés prioritaires par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) : le formaldéhyde et le benzène. Les protocoles mis en œuvre pour le suivi de ces deux polluants ont été élaborés dans la cadre des travaux du LCSQA (annexe 3).

La mesure du dioxyde de carbone a aussi été réalisée permettant de déterminer le niveau de confinement de l'air des locaux selon un protocole de mesure défini par le CSTB.

choix des établissements

Dans la région des Pays de la Loire, 15 établissements (3 crèches, 7 écoles maternelles et 5 écoles élémentaires) étaient volontaires pour participer au programme national. Ils ont été choisis en concertation avec les collectivités territoriales partenaires d'Air Pays de la Loire (carte 2). Ces établissements sont répartis géographiquement sur 4 départements de la région et sont localisés dans des environnements contrastés : environnement urbain, industriel ou rural (tableau 1). Ils sont de configurations variées : petits ou grands bâtiments, anciens ou récents.



Carte 2 : répartition des établissements instrumentés dans la région des Pays de la Loire

VILLES	ETABLISSEMENTS
	Crèche des Gabiers
	Ecole maternelle Ferdinand Buisson
SAINT-NAZAIRE	Ecole élémentaire Lamartine
NANTES	Ecole Emile Péhant
VALLET	Multi accueil petite enfance Médiathèque
CHOLET	crèche municipale
	Ecole maternelle Molière
ANGERS	Ecole élémentaire Adrien Tigeot
	Ecole élémentaire René Brossard
LAVAL	Ecole Maternelle Publique Jacques Tati
St DENIS D ANJOU	Ecole maternelle Henri Dès
LA ROCHE SUR YON	Ecole élémentaire des pyramides
LA CHATAIGNERAIE	Ecole Maternelle du Chat perché
COUERON	Ecole maternelle Jean Macé
DONGES	Ecole maternelle Daniel Casanova

Tableau 1 : liste des établissements instrumentés dans la région des Pays de la Loire

Pour chaque établissement, une à deux salles (salle de classe ou pièce de vie) ont été instrumentées par niveau à instrumenter, selon la règle suivante :

- si le niveau comprenait jusqu'à trois salles, une seule était instrumentée,
- au-delà, deux salles étaient instrumentées.

périodes de mesure

Les mesures se sont déroulées en présence des enfants sur une à deux semaines. Compte tenu de la variabilité saisonnière des émissions de formaldéhyde (plus élevées durant la période estivale), ce polluant a été mesuré lors de deux saisons climatiques contrastées : périodes dites « été » et « hiver », lors des séquences de mesure suivantes (idem pour le benzène) :

- "été" : 14 septembre 2009 - 16 octobre 2009 et 29 mars 2010 - 28 mai 2010 ;
- "hiver" : 9 novembre 2009 - 26 février 2010.

Pour le formaldéhyde, un établissement a fait l'objet d'un suivi en continu du formaldéhyde pendant 4 mois, pour évaluer la pertinence de l'échantillonnage temporel proposé dans les protocoles LCSQA et l'incertitude associée.

Le confinement a été mesuré en continu pendant deux semaines successives uniquement sur la période hivernale.

dispositif de mesure

choix des polluants

La campagne de mesures a porté le formaldéhyde et benzène, deux polluants classés prioritaires par l'ANSES sur les caractéristiques sanitaires suivantes :

- **le formaldéhyde**, substance irritante pour le nez et les voies respiratoires, émise par certains matériaux de construction, le mobilier, certaines colles, les produits d'entretien.

Ce composé est classé depuis 2004 comme cancérigène certain pour l'homme (groupe 1) par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) ;

- **le benzène**, substance classée cancérigène (groupe 1) par le CIRC, le benzène est issu principalement du processus de combustion (gaz d'échappement notamment).

La mesure du **dioxyde de carbone (CO₂)** permet de déterminer le niveau de confinement de l'air des locaux, mais il est sans effet notable sur la santé aux niveaux rencontrés dans l'environnement.

mesure du formaldéhyde et du benzène

Le protocole du LCSQA mis en œuvre lors de la campagne de mesure est détaillé en annexe 3.



Photo 1 : tubes à diffusion passive mesurant les COV et sonde température installés dans une salle de classe

Le formaldéhyde et le benzène ont été mesurés à l'aide de tubes passifs à diffusion radiale, avec un échantillonnage du lundi au vendredi (4,5 jours) afin d'être plus représentatif de l'exposition des occupants.

Une mesure de la température et de l'humidité relative a également été effectuée en continu par pas de temps de 10 minutes grâce à une sonde de température et d'hygrométrie.

mesure du dioxyde de carbone



Photo 2 : appareil LUM'AIR mesurant le confinement

Le confinement a été mesuré en continu avec un pas de temps de 10 minutes pendant deux semaines successives à l'aide d'un appareil développé par le CSTB, le Lum'Air, basé sur un capteur à infrarouge non dispersif [8]. La mesure a été réalisée uniquement sur la période hivernale.

pré-diagnostic des bâtiments

L'objectif du pré-diagnostic est de décrire de façon générale le bâtiment et son environnement proche, de faire l'inventaire de l'état du système de chauffage et de ventilation, des usages (activités, produits) en fonction des impacts possibles sur la qualité de l'air intérieur.

Les diagnostics ont été réalisés durant la période de chauffe afin d'observer les systèmes de chauffage en fonctionnement (entre novembre 2009 et février 2010).

Le questionnaire est renseigné par des professionnels du bâtiment (CETE de l'Ouest pour les Pays de la Loire) s'appuyant sur leurs observations, mais également sur les éléments fournis par les gestionnaires des établissements, les directeurs d'établissements et le personnel de l'établissement investigué.

gestion et communication des résultats

valeurs de gestion pour le formaldéhyde et le benzène

En l'absence de valeurs réglementaires dans l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène, des valeurs guides de qualité d'air intérieur basées sur des critères sanitaires ont été proposées par l'ANSES en 2007 et 2008. Sur la base des valeurs de l'ANSES, le Haut conseil en santé publique (HCSP) a défini des valeurs dites « de gestion » pour le formaldéhyde en octobre 2009 [1] et pour le benzène en juin 2010 [2].

L'ensemble des valeurs de gestion des résultats basé sur les valeurs du HCSP pour la campagne pilote est résumé dans le tableau ci-après (détail des actions en annexe 4)

	valeur de gestion du HCSP ¹ 2010		
	valeurs cibles	valeurs repères → en dessous de laquelle aucune action corrective n'est spécifiée	valeurs action immédiate → neutraliser les sources de pollution
formaldéhyde	10 µg/m³ en 2023 30 µg/m³ en 2015	30 µg/m³	100 µg/m³
benzène	2 µg/m³ en 2015 5 µg/m³ en 2013	5 µg/m³	10 µg/m³

Tableau 2 : valeurs de gestion pour le formaldéhyde et le benzène lors la campagne nationale [3]

valeur de référence pour l'indice de confinement

L'indice de confinement reflète la qualité du renouvellement de l'air dans un local. Dans l'attente de valeurs de référence pour le confinement, il a été décidé dans le cadre de cette campagne nationale de proposer des actions correctives pour les situations de confinement très élevées (indice ICONE = 4) ou extrêmes (indice ICONE = 5). Un indice de confinement inférieur ou égal à 3 est donc considéré comme acceptable.

comité de pilotage national

Un Comité de pilotage (COFIL) national, composé de représentants du Ministère chargé de l'Écologie (MEDDTL), du LCSQA, du CSTB et de deux AASQA (AIR NORMAND et Atmo Rhône Alpes), a piloté le déroulement de la campagne. Le COFIL national a analysé plus particulièrement les situations difficiles, pour proposer des solutions de gestion aux ministères et aux acteurs locaux, en cas de valeurs élevées en polluants et/ou en confinement.

Les critères retenus sont résumés dans le tableau ci-dessous (détail des recommandations en annexe 4) :

résultats par pièce	pas de recommandations	recommandations simples	recommandations poussées	gestion spécifique
formaldéhyde	≤ 30	$30 \leq 50$	$50 \leq 100$	> 100
benzène	≤ 2	$2 \leq 5$	$5 \leq 10$	> 10
confinement	≤ 4	≤ 4	*	*

Tableau 3 : gestion des résultats en termes de recommandations

comité de pilotage régional

Au niveau régional, Air Pays de la Loire a assuré l'animation d'un groupe de suivi régional (COFIL), composé des administrations de l'état (DREAL, DRASS, Rectorat) et de collectivités locales, afin de relayer la communication des résultats des mesures aux gestionnaires d'établissements et aux établissements scolaires.

Au total 4 réunions du COFIL régional ont été organisées :

- présentation de l'étude : le 21/09/10,
- présentation des résultats intermédiaires : le 25/01/10,
- présentation de la gestion et de la communication des résultats : le 25/06/10,
- présentation des résultats définitifs après analyse nationale : le 16/06/11.

résultats

résultats au niveau national [3]

formaldéhyde et benzène

89 % des établissements investigués présentent une concentration moyenne annuelle inférieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le **formaldéhyde** (85 % à l'échelle des salles instrumentées), valeur considérée comme ne justifiant pas d'action spécifique.

Pour le **benzène**, 45 % des établissements expérimentés ont une concentration moyenne annuelle inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (39 % à l'échelle des salles instrumentées), valeur ne justifiant pas d'action spécifique.

En fonction du type d'établissement, les concentrations moyennes « annuelles » en **formaldéhyde** sont inférieures ou égales à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans 98 % des crèches, dans 96 % des écoles élémentaires, mais dans seulement 77 % des écoles maternelles pour lesquelles 23 % des établissements présentent des concentrations comprises entre 30 et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	répartition des MOYENNES annuelles nationales		
FA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Crèches	Maternelles	Elémentaires
< 30	98%	77%	96%
30 à 100	2%	23%	4%
> 100	0%	0%	0%

Tableau 4 : répartition des concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde en fonction du type d'établissement

Concernant le **benzène**, les moyennes « annuelles » sont inférieures ou égales à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans 54 % des écoles maternelles, dans 47 % des écoles élémentaires et pour seulement 29% des crèches. Pour 67% des crèches les concentrations moyennes « annuelles » sont comprises entre 2 et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	répartition des MOYENNES annuelles nationales		
BZ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Crèches	Maternelles	Elémentaires
< 2	29%	54%	47%
2 à 5	67%	44%	51%
5 à 10	4%	2%	2%
> 10	0%	0%	0%

Tableau 5 : répartition des concentrations moyennes annuelles en benzène en fonction du type d'établissement

Il n'existe pas de lien apparent entre les concentrations de formaldéhyde et de benzène selon le type d'établissement.

confinement

A l'échelle de l'établissement, l'indice de confinement maximum observé a été retenu comme critère d'agrégation entre les différentes pièces. 23 % des établissements instrumentés présentent au moins une pièce dont le confinement est très élevé (2 % au niveau crèches, 18 % au niveau maternelles et 47 % au niveau élémentaires).

Les résultats en termes de confinement pour l'ensemble des salles instrumentées montrent que 16 % des pièces instrumentées présentent un indice de confinement égal à 4 ou 5, considéré comme très élevé (1 % au niveau crèches, 10 % au niveau maternelles et 25 % au niveau élémentaires).

pré-diagnostics

Les résultats des diagnostics des 160 bâtiments mettent en évidence le faible pourcentage d'écoles dont les salles d'enseignement sont équipées d'un système spécifique de ventilation (17 % en sont pourvus). En revanche, les salles d'accueil dans les crèches sont plus souvent équipées d'un système de ventilation (49 %).

Dans 21 % des établissements, un dégât des eaux a été rapporté et des taches de moisissures visibles ont été signalées dans 16 établissements (10 %). La présence d'une cuisine générant de la vapeur d'eau au sein même de certains bâtiments conduit à générer un surcroît d'humidité propice au développement de moisissures (12 % des établissements sont concernés). Compte tenu des effets sanitaires liés aux moisissures, il a été recommandé aux écoles de procéder à leur élimination.

Des travaux intérieurs ou un changement de mobilier récent (moins d'un an) ont eu lieu dans respectivement 19 % et 14 % des établissements. Compte tenu des émissions de COV et d'aldéhydes associées, une vigilance toute particulière doit être portée à l'aération des locaux dans ces écoles et crèches.

Enfin, les opérateurs des diagnostics ont pu souligner les problèmes d'inconfort dans un certain nombre d'établissements (bruit notamment en zone urbaine, inconfort thermique, faible éclairage). Ces éléments sont des composantes importantes de la qualité des ambiances et peuvent influencer l'apprentissage des enfants.

résultats au niveau régional

Dans le cadre de cette campagne nationale, le Comité de pilotage national a décidé que les résultats seraient publiés de manière anonyme.

formaldéhyde

Au niveau de la région des Pays de la Loire, 93% des établissements instrumentés (89 % au niveau national) ont une concentration moyenne annuelle en formaldéhyde inférieure à 30 µg/m³, valeur repère du HCSP ne justifiant pas d'action spécifique. A l'échelle des salles instrumentées, ce sont 93% des salles qui ont un niveau moyen en formaldéhyde inférieure à 30 µg/m³ (85 % au niveau national).

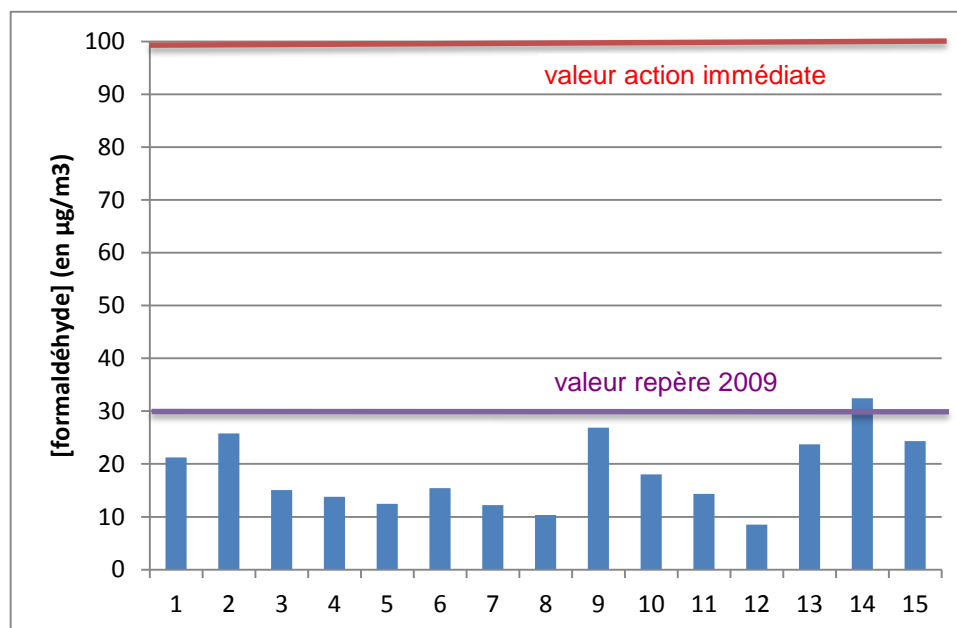
La répartition des concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde en fonction du type d'établissement (tableau 6) montre que celles-ci sont inférieures ou égales à 30 µg/m³ dans 100 % des crèches et des écoles élémentaires (respectivement 98% et 96 % au niveau national) et dans 80% des écoles maternelles (77 %). Pour ces dernières, 20 % des établissements présentent des concentrations moyennes annuelles comprises entre 30 et 50 µg/m³.

répartition des MOYENNES annuelles régionales			
FA (µg/m ³)	Crèches	Maternelles	Elémentaires
< 30	100%	80%	100%
30 à 100	0%	20%	0%
> 100	0%	0%	0%

Tableau 6 : répartition des concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde en fonction du type d'établissement en Pays de la Loire

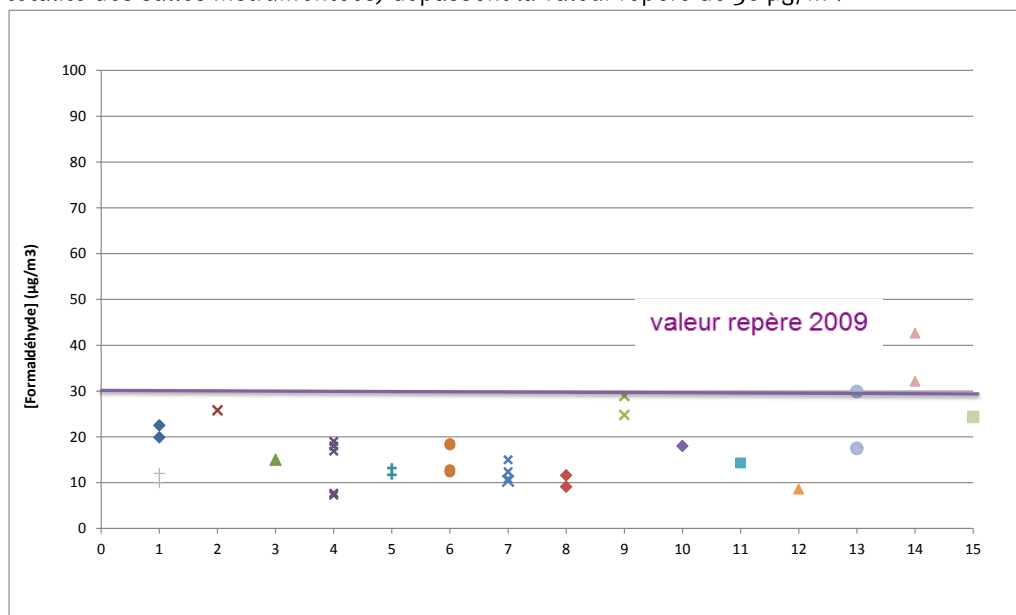
Les résultats des mesures en Pays de la Loire sont donc conformes, voire plus satisfaisants que ceux observés au niveau national.

A l'échelle de l'établissement, un seul établissement (établissement 14) présente une concentration moyenne en formaldéhyde supérieure à 30 µg/m³, valeur repère justifiant des recommandations simples (annexe 3).



Graphique 1 : concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde par établissement en Pays de la Loire

A l'échelle des salles instrumentées, les deux salles de l'établissement 14 (6% à l'échelle de la totalité des salles instrumentées) dépassent la valeur repère de 30 µg/m³.



Graphique 2 : concentrations moyennes annuelles en formaldéhyde par salle en Pays de la Loire

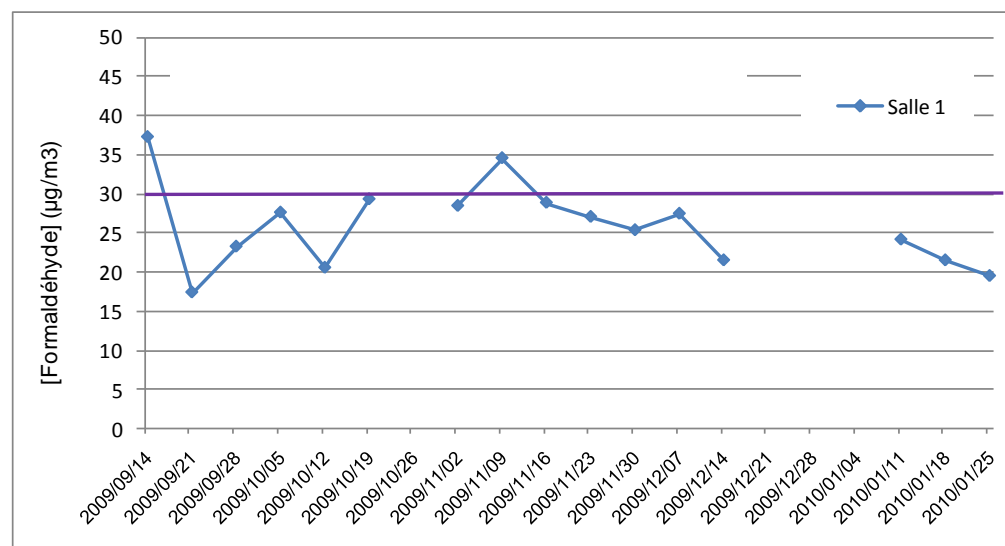
Pour l'établissement 14, le pré-diagnostic a mis en évidence l'absence de système spécifique de ventilation dans les deux salles et précise qu'un renouvellement d'air doit être assuré par ouverture des fenêtres et des portes. Il indique notamment que la structure modulaire de type ALGECO pour une salle instrumentée peut conduire à une dégradation de la qualité de l'air par des émissions possibles de composés organiques volatils.

Dans le cadre d'une étude exploratoire, une mesure des émissions de formaldéhyde par les matériaux a été réalisée par Air Pays de la Loire avec l'appui de l'Ecole des Mines de Douai en juillet 2011 qui permettra d'identifier les sources émettrices en formaldéhyde afin d'orienter des actions correctives. Cette étude fera l'objet d'une publication en 2012.

évolution temporelle du formaldéhyde dans un établissement

Pour le formaldéhyde, une salle d'un établissement (établissement 2) a fait l'objet d'un suivi continu du formaldéhyde pendant 4 mois. La mesure a commencé en septembre 2009 avec deux pauses liées aux vacances scolaires de la Toussaint et de Noël (coupures dans le profil temporel).

L'évolution temporelle observée dans l'établissement montre une plus grande variabilité des émissions en saison dite « d'été » (septembre à octobre) par rapport à la saison hivernale.



Graphique 3 : évolution temporelle de la concentration en formaldéhyde dans une salle de l'établissement 2

benzène

Dans la région des Pays de la Loire, dans 66% des établissements, la concentration moyenne en benzène était inférieure à 2 µg/m³ (45 % au niveau national). A l'échelle des salles instrumentées, ce sont 70% des salles qui ont un niveau moyen en formaldéhyde inférieure à 2 µg/m³ (39 % au niveau national).

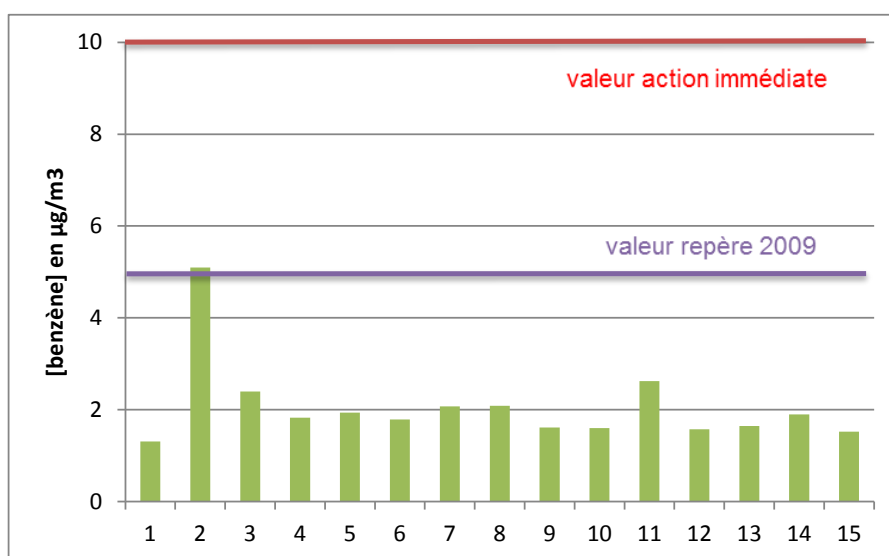
Selon le type d'établissement, les moyennes annuelles en benzène sont inférieures ou égales à 2 µg/m³ dans 33 % des crèches (29% au niveau national), 86% des écoles maternelles (54%), dans 60 % des écoles élémentaires (47 %). Pour les crèches, 25% des établissements présentent des concentrations moyennes comprises entre 2 et 5 µg/m³ et pour les écoles élémentaires, ce sont 35 % des établissements. Une crèche présente une concentration moyenne annuelle supérieure à la valeur repère de 5 µg/m³.

La situation globale dans les Pays de la Loire est **satisfaisante par comparaison avec le niveau national**.

répartition des MOYENNES annuelles régionales			
BZ (µg/m ³)	Crèches	Maternelles	Elémentaires
< 2	50%	90%	65%
2 à 5	25%	10%	35%
5 à 10	25%	0%	0%
> 10	0%	0%	0%

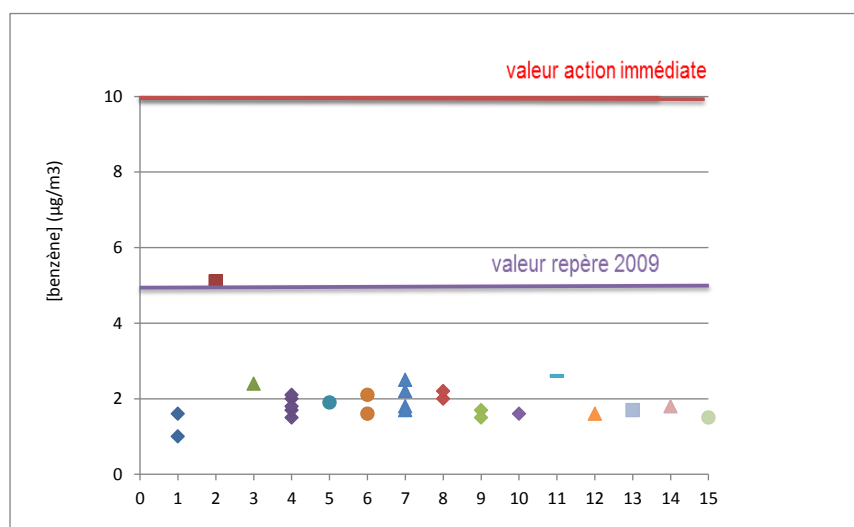
Tableau 7 : répartition des moyennes annuelles en benzène en fonction du type d'établissement en Pays de la Loire

Un établissement présente donc une concentration moyenne annuelle en benzène supérieure à 5 µg/m³, valeur repère du HCSP, justifiant des recommandations poussées avec investigation complémentaire dans le cadre de la campagne nationale (annexe 4). Les niveaux moyens mesurés en air extérieur étaient inférieurs aux concentrations moyennes intérieures pour tous les établissements.



Graphique 4 : concentrations moyennes annuelles en benzène par établissement en Pays de la Loire

A l'échelle des salles instrumentées, une salle de l'établissement (6% sur la totalité des salles instrumentées) dépasse la valeur repère de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Graphique 5 : concentrations moyennes annuelles en benzène par salle instrumentée en Pays de la Loire

Pour cet établissement, le pré-diagnostic indique qu'une entrée d'air neuf dans la pièce de vie est située au-dessus d'une bouche d'extraction d'air d'un parking souterrain, reprenant ainsi l'air vicié du parking et expliquant ces fortes concentrations en benzène dans l'établissement.

Des mesures complémentaires ont été réalisées par Air Pays de la Loire en janvier puis en mai 2010.

Les résultats des mesures complémentaires de benzène en différents points de l'environnement intérieur et extérieur de l'établissement ont mis en évidence :

- une baisse des niveaux de benzène ($< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dans la pièce de vie par rapport aux mesures initiales en périodes chaude et froide ;
- des concentrations extérieures maximales enregistrées en sortie de bouche d'évacuation de l'air du parking souterrain.

Après examen de ces résultats complémentaires, le COPIL national a communiqué l'avis suivant : « la prise d'air assurant l'aération de la pièce de vie doit être éloignée des bouches d'évacuation du parking souterrain ».

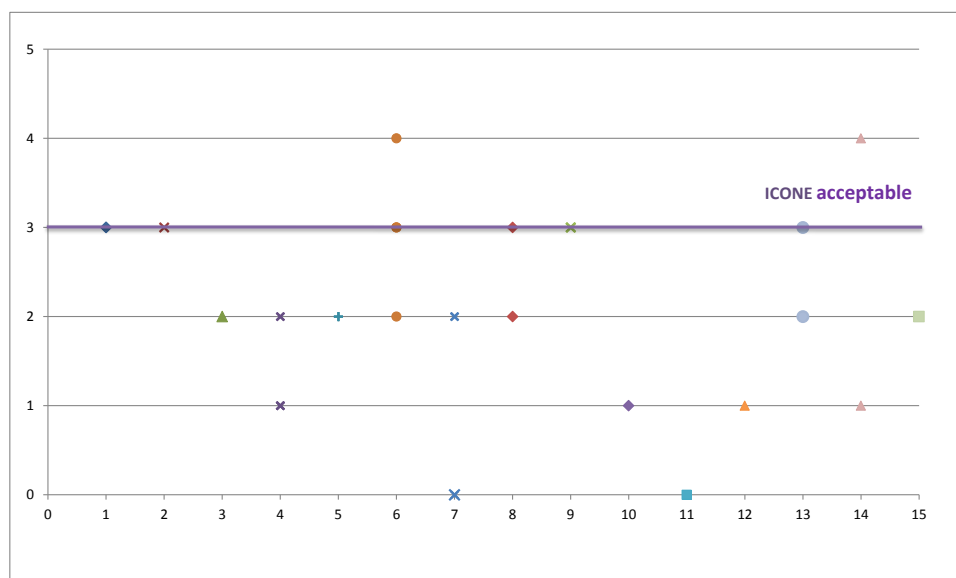
confinement

L'indicateur du confinement de l'air intérieur est représenté par la concentration en dioxyde de carbone (CO₂), émis par la respiration des personnes présentes dans les salles instrumentées.

Un indice de confinement, appelé ICONÉ (Indice de CONfinement d'air dans les Ecoles), a été développé par le CSTB. Il est calculé à partir de la fréquence et de l'intensité des niveaux élevés de CO₂ autour de deux valeurs seuils (1000 et 1700 ppm) en période d'occupation de la salle.

Le niveau de confinement de la pièce est exprimé par l'indice ICONÉ correspondant à une note sur une échelle de 0 à 5. La note 0 correspond au confinement nul (niveau de CO₂ toujours inférieur à 1000 ppm), c'est la situation la plus favorable. La note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable (niveau de CO₂ toujours supérieur à 1700 ppm pendant l'occupation).

Dans le cadre de cette campagne, un indice de confinement inférieur ou égal à 3 est considéré comme acceptable (85% des établissements). Des recommandations simples sont proposées pour les situations de confinement très élevées (indice ICONÉ = 4) ou extrêmes (indice ICONÉ = 5). Le graphique 6 présente des résultats des indices ICONÉ estimés dans les salles instrumentées de la région.



Graphique 6 : répartition des indices ICONÉ dans les salles instrumentées

En Pays de la Loire, l'indice maximal de 4 a été atteint dans deux salles de deux établissements différents, signe d'un renouvellement d'air insuffisant. D'après les pré-diagnostics, ces deux salles ne présentent pas de système de ventilation spécifique ce qui peut expliquer ce confinement élevé mesuré dans ces salles.

Seuls 5 établissements disposent d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC), mais dans 4 établissements, le pré-diagnostic a identifié que le renouvellement d'air ne pouvait être insuffisamment assuré car les VMC étaient à l'arrêt en présence des enfants (établissements 3 et 5) ou il manquait des entrées d'air dans les pièces (établissements 2 et 13). Dans ces derniers établissements, des indices ICONÉ de 3 ont été mesurés, témoignant d'un confinement non négligeable mais acceptable.

pré-diagnostic

Le rapport de pré-diagnostic est structuré en deux parties : une première partie descriptive, reprend les éléments collectés lors de la visite de l'établissement. Elle reprend les réponses à un questionnaire organisé autour des éléments suivants :

- A l'échelle de l'établissement :
 - description générale de l'établissement,
 - description de l'environnement proche de l'établissement,
 - ménage / nettoyage usuel des locaux,
 - activités et produits d'activités dans les locaux,
 - produits de désinfection, d'assainissement ou d'épuration de l'air.
- Pour chaque bloc homogène identifié :
 - description du bloc homogène (âge, type de construction, etc.),
 - système de chauffage et de climatisation,
 - mode d'aération et système de ventilation.
- Pour chaque pièce instrumentée :
 - réalisation de travaux récents,
 - descriptif des ouvrants,
 - descriptif des revêtements intérieurs,
 - activités spécifiques,
 - descriptif des éléments permettant la ventilation de la pièce.
- Commentaires généraux de l'expert relatifs à l'ambiance et au confort et conclusion de l'expert.

Une seconde partie propose une classification du bâtiment au regard de plusieurs critères :

- des points d'alertes, sur lesquels l'attention du gestionnaire est tout particulièrement attirée et qui peuvent nécessiter une action ;
- des points de vigilance : ces éléments sont moins critiques, mais nécessitent de faire quelques vérifications (ex entretien des systèmes de ventilation).
- les points faibles du bâtiment au regard de quatre critères : l'environnement extérieur, les produits d'entretien utilisés, les activités dans le bâtiment, les systèmes de ventilation (jugé insatisfaisant).

En Pays de la Loire, **les points d'alerte** pouvant nécessiter une action de la part des gestionnaires ont concerné :

- l'environnement sonore défavorable du fait d'une voie de circulation à proximité (4 établissements) ;
- la possible pollution par les COV et aldéhydes dans la structure modulaire (algéco) ou en raison de changement récent de mobilier (5 établissements) ;
- la présence d'allergènes d'animaux ou revêtements muraux textiles pouvant être gênants pour les personnes allergiques (3 établissements) ;
- des activités extérieures pouvant générer une pollution atmosphérique (2 établissements) ;
- la vapeur d'eau de cuisson introduisant de l'humidité qu'il convient de réduire (4 établissements) ;
- une pratique de nettoyage non humide pouvant générer la remise en suspension de la pollution particulaire (1 établissement) ;
- un dégât des eaux récent potentiellement à l'origine d'une prolifération de moisissures, y compris cachées (2 établissements).

Une conclusion générale reprend les principaux éléments issus du pré-diagnostic et signale que pour 80 % des établissements le manque de système spécifique de ventilation impliquant que le renouvellement d'air soit assuré manuellement par ouverture des fenêtres et des portes.

Le manque de confort thermique (température trop élevée dans certaines salles) a également été souligné pour 6 établissements, ainsi qu'un manque de confort acoustique pour 2 établissements.

bilan

Dans la région des Pays de la Loire :

- 46% des établissements expérimentés (26 % au niveau national) présentent une très bonne situation sur tous les paramètres : indice de confinement inférieur à 3, concentration annuelle inférieure à 30 µg/m³ pour le formaldéhyde et inférieure à 2 µg/m³ pour le benzène ;
- 20% des établissements (31% au niveau national) présentent une situation médiocre sur au moins un des trois paramètres : indice de confinement supérieur à 3, concentration annuelle supérieure à 50 µg/m³ pour le formaldéhyde et supérieure à 5 µg/m³ pour le benzène ;
- 34 % des établissements (47 % au niveau national) présentent une situation intermédiaire.

établissements	Moyenne annuelle formaldéhyde	Moyenne annuelle benzène	Indice ICONE max
E1	21,2	1,3	3
E2	25,8	5,1	3
E3	15,0	2,4	2
E4	13,8	1,8	2
E5	12,4	1,9	2
E6	15,4	1,8	4
E7	12,2	2,1	2
E8	10,4	2,1	3
E9	26,9	1,6	3
E10	18,0	1,6	1
E11	14,3	2,6	inv
E12	8,6	1,6	1
E13	23,7	1,7	3
E14	37,3	1,9	4
E15	24,3	1,5	2

Tableau 8 : résumé des résultats des mesures par établissement

La conclusion générale des pré-diagnostic a mis en évidence que pour 80 % des établissements un manque de système spécifique de ventilation impliquant un renouvellement d'air par ouverture des fenêtres et des portes.

conclusions et perspectives

Les résultats de la première phase de la campagne pilote sur 160 écoles et crèches montrent que la qualité de l'air est acceptable dans la plupart des établissements expérimentés si l'on se réfère aux valeurs de gestion proposées par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) pour le formaldéhyde et le benzène. Néanmoins, 31 % des établissements instrumentés lors de cette phase pilote présentent une situation médiocre pour un des paramètres mesurés.

Dans les Pays de la Loire, il ressort que :

- 46% des établissements expérimentés présentent une très bonne situation sur tous les paramètres : indice de confinement inférieur à 3, concentration annuelle inférieure à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde et inférieure à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène ;
- 20% des établissements connaissent une situation médiocre sur au moins un des trois paramètres : indice de confinement supérieur à 3, concentration annuelle supérieure à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde et supérieure à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène ;
- 34 % des établissements présentent une situation intermédiaire.

Les maires et chefs d'établissement ont été informés des résultats et bénéficient, le cas échéant, de moyens d'expertise pour tenter d'identifier les sources principales de pollution et mettre en place les actions nécessaires.

De meilleures pratiques d'aération des locaux, ainsi que des mesures de réduction des émissions à la source prévues dans le plan national santé-environnement 2, notamment par l'intermédiaire de l'étiquetage obligatoire des matériaux de construction et des meubles en fonction de leurs émissivités en composés organiques volatils, permettront d'améliorer progressivement la qualité de l'air dans les écoles et les crèches en France et dans l'ensemble des espaces clos.

Air Pays de la Loire a réalisé en juillet 2011 avec l'appui de l'Ecole des Mines de Douai, une campagne exploratoire de mesure des émissions de formaldéhyde au niveau des matériaux des 4 salles investiguées lors de cette campagne pilote présentant des concentrations proches de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette étude qui permettra d'identifier les sources émettrices en formaldéhyde et donc d'orienter des actions correctives, fera l'objet d'une publication en 2012.

annexes

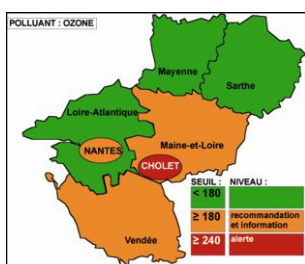
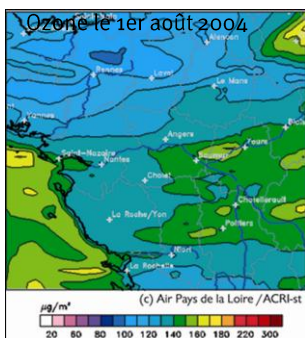
- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : décret n° 2011-1728 et décret n° 2012-14
- annexe 3 : protocole de mesure de la campagne nationale
- annexe 4 : valeurs de gestion des résultats pour la campagne nationale
- annexe 5 : valeurs de référence de l'air intérieur
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2010

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 (Atmo, IQA), 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 : décret n°2011-1728 et décret n°2012-14

décret n°2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public (ERP)

décret n°2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public (ERP)

Les articles 1 des décrets précisent que chaque décret s'applique aux établissements mentionnés dans l'article R. 221-30 (point II) du code de l'environnement :

II.-Les catégories d'établissements concernées par cette obligation sont les suivantes :

- 1- Les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans ;
- 2- Les accueils de loisirs mentionnés au 1° du II de l'article R. 227-1 du code de l'action sociale et des familles ;
- 3- Les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degré ;
- 4- Les structures sociales et médico-sociales rattachées aux établissements de santé visés à l'article L. 6111-1 du code de la santé publique, ainsi que les structures de soins de longue durée de ces établissements ;
- 5- Les établissements mentionnés aux 1°, 2°, 4°, 6°, 7°, 12° du I de l'article L. 312-1 du code de l'action sociale et des familles ;
- 6- Les établissements pénitentiaires pour mineurs, quartiers des mineurs des maisons d'arrêt ou des établissements pour peines mentionnés à l'article R. 57-9-9 du code de procédure pénale ;
- 7- Les établissements d'activités physiques et sportives couverts dans lesquels sont pratiquées des activités aquatiques, de baignade ou de natation.

L' Article R221-37 du code de l'environnement indique que la surveillance périodique des établissements visés au II de l'article R. 221-30 est réalisée :

- 1- Avant le 1er janvier 2015 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles ;
- 2- Avant le 1er janvier 2018 pour les écoles élémentaires ;
- 3- Avant le 1er janvier 2020 pour les accueils de loisirs visés au 2° du II de l'article R. 221-30 et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré ;
- 4- Avant le 1er janvier 2023 pour les autres établissements.

Pour les établissements ouverts au public après ces dates, la première surveillance périodique devra être effectuée au plus tard au 31 décembre de l'année civile suivant l'ouverture de l'établissement.

annexe 3 : protocole de mesure de la campagne nationale [3]

stratégie d'échantillonnage spatial

Pour chaque établissement, une à deux salles (salle de classe ou pièce de vie) ont été instrumentées par niveau à instrumenter, selon la règle suivante :

- si le niveau comprenait jusqu'à trois salles, une seule était instrumentée,
- au-delà, deux salles étaient instrumentées.

Ces mêmes salles qui ont été instrumentées en période dite "été" et en période dite "hiver" et l'ensemble des salles a été instrumenté simultanément pour une même période.

Pour le benzène, un point extérieur a également été réalisé pour chaque période. Si une seule salle était instrumentée, le point extérieur a été réalisé du même côté que la salle échantillonnée. Si plusieurs salles étaient instrumentées, le point extérieur était réalisé du côté considéré comme le plus "pollué" (côté rue par exemple).

stratégie d'échantillonnage temporel

Deux périodes de mesure ont été définies, visant des conditions climatiques, appelées "été" (14 septembre 2009 - 16 octobre 2009 et 29 mars 2010 - 28 mai 2010) et "hiver" (9 novembre 2009 - 26 février 2010).

Pour le benzène, la totalité des établissements a fait l'objet de deux mesures, à savoir un prélèvement de 4,5 jours, au choix durant la période dite "été" et un prélèvement de 4,5 jours, au choix durant la période dite "hiver".

Concernant le formaldéhyde, un établissement a fait l'objet d'un suivi continu du formaldéhyde pendant 4 mois, pour évaluer la pertinence de l'échantillonnage temporel proposé dans les protocoles LCSQA et l'incertitude associée. Les mesures ont eu lieu uniquement en période d'occupation des locaux, en dehors des vacances scolaires.

méthodologie

Les protocoles mis en œuvre dans le cadre de cette campagne pilote, pour le suivi du formaldéhyde et du benzène, sont basés sur ceux élaborés dans le cadre des travaux du LCSQA en 2008.

Le formaldéhyde et le benzène ont été mesurés à l'aide de tubes passifs à diffusion radiale (respectivement cartouches code 165/corps diffusifs code 120-1 et cartouches code 145/corps diffusifs code 120-2), avec un échantillonnage du lundi au vendredi, soit sur 4,5 jours.

L'analyse du formaldéhyde est réalisée par désorption chimique, suivie d'une analyse par chromatographie liquide haute performance (HPLC) couplée à un détecteur Ultra-Violet. Celle du benzène est réalisée par désorption thermique, suivie d'une analyse par chromatographie en phase gazeuse (GC) couplée à une détection par ionisation de flamme (FID) et/ou spectrométrie de masse (MS). Le détail des méthodes analytiques est donné dans les protocoles LCSQA.

La température moyenne sur la durée de prélèvement a également été consignée et prise en compte pour corriger le débit d'échantillonnage.

annexe 4 : valeurs de gestion des résultats pour la campagne nationale

formaldéhyde [1]

Pour le formaldéhyde, les résultats obtenus issus de la moyenne des concentrations mesurées lors des deux campagnes (été et hiver) de mesure ont ainsi été comparées aux valeurs préconisées par le HCSP :

- en dessous de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les valeurs atteintes sont considérées comme satisfaisantes et ne justifient pas d'action spécifique,
- entre 30 et $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel à la problématique de la qualité de l'air intérieur sont laissées à l'initiative du maire et du directeur d'établissement,
- entre 50 et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il est fortement recommandé que soient menées des investigations complémentaires, permettant l'identification des sources de pollution, et d'engager les actions appropriées en vue d'améliorer la situation, et ce dans un délai de quelques mois,
- au-delà de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un diagnostic approfondi des sources et facteurs de pollution est conduit à la demande du ministère de l'Écologie. Ce diagnostic peut conduire à des préconisations de travaux et/ou de réorganisation des activités afin de diminuer sensiblement l'exposition des enfants et des personnels.

Benzène [2]

Pour le benzène, les résultats obtenus issus de la moyenne des concentrations mesurées lors des deux campagnes (été et hiver) de mesure ont été comparées aux valeurs préconisées par l'ANSES pour la campagne 2009-2010, et à celles préconisées par le HCSP pour la campagne 2010-2011. Les valeurs du HCSP sont cohérentes avec celles de l'ANSES, mais les modalités de gestion des résultats sont désormais précisées :

- en dessous de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les teneurs mesurées témoignent d'une bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant, mais il convient de garder à l'esprit que le benzène est un cancérigène sans seuil d'effet et que l'objectif doit être de toujours réduire les concentrations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible (principe ALARA) ;
- entre 2 et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$: aucune action corrective spécifique n'est préconisée aujourd'hui par le HCSP. A partir de 2012, cette valeur repère évoluera avec une pente de décroissance de $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par an jusqu'à la valeur cible qui devrait être atteinte en 2015. Dans le cadre de la campagne de surveillance dans les écoles et crèches, les actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel à la problématique de la qualité de l'air intérieur sont laissées à l'initiative du maire et du directeur d'établissement. Toutefois, lorsque la concentration extérieure dépasse celle mesurée à l'intérieur et se situe au-delà de l'objectif de qualité en air extérieur de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les ministères de l'écologie et de la santé ont recommandé que soient menées par les autorités compétentes et l'AASQA locale des investigations complémentaires permettant l'identification des sources de pollution extérieures, en vue d'améliorer la situation, sans que cette action ne revête un caractère obligatoire et d'urgence.
- au-delà de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le HCSP considère qu'il est nécessaire d'identifier les sources intérieures en cause afin d'engager si possible des actions appropriées de réduction des émissions (notamment, dans l'habitat, les sources de combustion et le tabagisme) ou, à défaut, d'instaurer des procédures de ventilation des locaux de nature à diminuer les niveaux intérieurs. Par ailleurs, lorsque la concentration extérieure dépasse celle mesurée à l'intérieur et se situe au-delà de la valeur limite en air extérieur de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il est recommandé que soient menées par les autorités compétentes et l'AASQA locale des investigations complémentaires permettant l'identification des sources de pollution extérieures, en vue d'améliorer rapidement la situation. Dans le cadre de la campagne de surveillance, les ministères de la santé et de l'écologie ont distingué deux situations :
 - entre 5 et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il est fortement recommandé que soient menées des investigations complémentaires, permettant l'identification des sources de pollution, et d'engager les actions appropriées en vue d'améliorer la situation, et ce dans un délai de quelques mois.
 - au-delà de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un diagnostic approfondi des sources et facteurs de pollution est conduit à la demande du ministère de l'Écologie. Ce diagnostic peut conduire à des préconisations de travaux et/ou de réorganisation des activités afin de diminuer sensiblement l'exposition des enfants et des personnels.

annexe 5 : valeurs de référence de l'air intérieur

Formaldéhyde	<p>Valeur de gestion (HCSP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur cible à atteindre en 10 ans (2023) ; • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$: 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 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur d'information et de recommandation. Au-delà, identifier les sources principales et engager des actions appropriées ; • 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$: 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 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur repère de protection des populations sensibles sur une exposition à long terme application de cette valeur en 2023 pour tous bâtiments neufs (Anses)
Benzène	<p>Valeur de gestion (HCSP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur cible à atteindre en 5 ans (2015) ; • 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur repère en dessous de laquelle, aucune action spécifique n'est préconisée. Au-delà de cette valeur, identifier les sources intérieures en cause et d'engager des actions de réduction des émissions (ventilation) ; • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur d'action immédiate. Neutraliser les sources de pollution. <p>Valeurs guides de qualité de l'air intérieur (Anses)</p> <p>VGAI long terme (Anses):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an. • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10^{-5}. <p>VGAI intermédiaire (Anses) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène (8 heures). <p>VGAI court terme (Anses) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène.

Sources : (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Haut Conseil de la Santé Publique)

annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone	Dioxyde d'azote	Oxydes d'azote	Poussières (PM10)	Poussières (PM2.5)	Plomb	Benzène	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Arsenic	Cadmium	Nickel	Benzo(a)pyrène
décret 2010-1250 du 21/10/2010														
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	29 ⁽²⁾	0,5	5	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽³⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240 ⁽⁷⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽⁸⁾ 200 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽⁸⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	125 80 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 50 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ⁽¹¹⁾⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ⁽¹¹⁾⁽¹³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006 ⁽¹⁴⁾	0,005 ⁽¹⁴⁾	0,02 ⁽¹⁵⁾	0,001 ⁽¹⁵⁾
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation

(2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2010 : 4 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)

(3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)

(4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)

(5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)

(6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)

(7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire

(8) dépassé pendant 3h consécutives

(9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain

(10) opérationnel à partir de la mise en application de l'arrêté prévu en octobre 2011

(11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile

(12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans

(15) à compter du 31 décembre 2012

valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

valeur cible : niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

bibliographie

[1] Haut conseil de la santé publique (2009) - Valeurs repère d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos, le formaldéhyde – octobre 2008

[2] Haut conseil de la santé publique (2010) - Valeurs repère d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos, le benzène – Rapport de la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement- juin 2010

[3] Pollution atmosphérique (2011) – campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France, N° 21- juillet-septembre 2011

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BTEX	benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
CIRC	institut international de recherche sur le cancer
CO ₂	dioxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
HCSP	Haut Conseil de la Santé Publique
HPLC	<u>Chromatographie</u> en phase liquide à haute performance
MEEDDM	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
RSD	Règlement sanitaire départemental
ppm	Parties par million
µg	microgramme (= 1 milliardième de gramme)
VGAI	Valeur guide de qualité de l'air intérieur

airpays 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

