

RAPPORT D'ÉTUDE
DRC-08-95516-03433A

12/03/2008

**Expertise de la qualité de l'air intérieur dans les
salles de classe de l'école primaire du
Bouteiller à Louvres (95) : phase 3.**

Expertise de la qualité de l'air intérieur dans les salles de classe de l'école primaire du Bouteiller à Louvres (95) : phase 3.

Étude conduite pour la commune de Louvres (95)

Étude réalisée par Luc Mosqueron et Serge Collet, Direction des risques chroniques

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.




	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Luc MOSQUERON	Serge COLLET	Dominique GOMBERT
Qualité	Ingénieur Unité Évaluation des risques sanitaires	Ingénieur Unité Qualité de l'air	Directeur adjoint Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION : RAPPEL CONTEXTUEL.....	6
2. MÉTHODE	7
2.1 Protocole de prélèvements et d'analyses	7
2.2 Conditions de prélèvements	7
3. RESULTATS.....	8
3.1 Analyse descriptive.....	8
3.2 Evolution temporelle	9
3.3 Comparaison aux valeurs de « référence » : valeurs mesurées en France dans l'habitat ou les écoles	13
3.4 Comparaison aux Valeurs Guides et VTR.....	16
4. CONCLUSION	18
5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	20

1. INTRODUCTION : RAPPEL CONTEXTUEL

Les résultats décrits dans le présent document constituent la 3^{ème} phase du suivi de la qualité de l'air à l'intérieur de l'école primaire du Bouteiller à Louvres (95). Nous rappelons que les travaux de l'INERIS s'inscrivent dans le contexte suivant :

➤ **Septembre 2007** : lors de la rentrée scolaire, des symptômes sanitaires légers (picotements, irritations légères...) et des nuisances olfactives ont été rapportés chez plusieurs écoliers et membres du personnel enseignant de l'école. Les résultats de la campagne de mesures mise en œuvre à cette époque indiquaient alors une qualité de l'air à l'intérieur de trois salles de classe qualifiée de médiocre ou mauvaise, avec des teneurs en aldéhydes et composés organiques volatils (COV) supérieures à celles généralement rencontrées en France dans des logements ou d'autres écoles. Les niveaux de pollution rencontrés dans les classes semblaient liés à la présence de sources d'émission intérieures, mais ces sources n'ont pas pu être identifiées clairement (pas de lien direct mis en évidence avec notamment des travaux de rénovation de peinture réalisés durant l'été) (cf. rapport INERIS, septembre 2007 [1]).

➤ **Décembre 2007** : au regard notamment des résultats précédents, l'école du Bouteiller est restée fermée aux élèves ; des grilles de ventilation ont été posées dans les salles de classe afin d'assurer de meilleures conditions de ventilation dans les locaux du groupe scolaire ; une seconde campagne de mesures réalisée par l'INERIS selon un protocole d'investigation établi conjointement avec la DDASS du Val d'Oise a alors permis de montrer que les dispositions adoptées avaient permis d'améliorer nettement la qualité de l'air dans l'école, les teneurs moyennes en aldéhydes et COV dans les classes étant redevenues dans la gamme des concentrations rencontrées en France dans l'habitat ou les établissements scolaires (cf. rapport INERIS, décembre 2007 [2]).

➤ **Février 2008** : l'école du Bouteiller ayant été ré-ouverte, la mairie de Louvres a souhaité qu'une nouvelle campagne de mesures soit mise en œuvre afin de suivre l'évolution temporelle de la qualité de l'air dans les bâtiments, et, contrairement à ce qui avait été pratiqué en décembre 2007, de déterminer la qualité de l'air en présence d'élèves et lors d'activités scolaires normales.

Le présent rapport décrit les résultats observés lors de la nouvelle campagne de mesures réalisée le **19 février 2008**, en visant principalement à :

- **qualifier la qualité de l'air intérieur** dans les locaux de l'école ;
- **suivre l'évolution de la qualité de l'air** dans l'école au cours des 3 phases successives de mesures ; pour cela, les données de qualité de l'air en février 2008 seront comparées aux données de septembre et décembre 2007 ;
- **positionner les concentrations mesurées par rapport à des valeurs « repères »** selon la démarche utilisée et décrite dans le rapport initial de l'INERIS [1] (valeurs rencontrées dans les habitats ou dans certaines écoles françaises ; Valeurs Guides pour la qualité de l'air intérieur développées par les instances internationales, européennes ou françaises ; Valeurs Toxicologiques de Référence).

2. METHODE

2.1 PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS ET D'ANALYSES

Le protocole d'analyse mis en place est identique à celui retenu en décembre 2007 [2] :

- familles chimiques recherchées : aldéhydes et COV ;
- nombre de points de mesures : 5
 - ⇒ 2 salles de classe (1 salle primaire située au 2^{ème} étage, et 1 salle élémentaire située au rez-de-chaussée),
 - ⇒ 1 salle informatique (située au 2^{ème} étage),
 - ⇒ 1 salle n'ayant pas subi de travaux de peintures durant l'été 2007,
 - ⇒ 1 point référence en air extérieur (préau).
- méthodes de prélèvement et d'analyse : identiques à celles mises en œuvre lors des deux premières campagnes de mesures en septembre et décembre 2007 [1 ;2].

2.2 CONDITIONS DE PRELEVEMENT

Les prélèvements ont été réalisés le mardi 19 février 2008 entre 7h15 et 11h selon les points de prélèvements (durée de prélèvement d'environ 3 heures pour chaque point), en présence d'élèves. Les températures relevées dans les salles de classe étaient comprises entre 18 et 21°C, avec un taux d'humidité relative de 26 à 32 % selon les pièces ; à l'extérieur, on relevait une température de 6°C et un taux d'humidité relative de 46 %. Les prélèvements ont été réalisés dans des conditions normales de ventilation.

3. RESULTATS

3.1 ANALYSE DESCRIPTIVE

Les résultats des mesures réalisées le 19 février 2008 à l'extérieur et à l'intérieur des locaux de l'école sont synthétisés dans le Tableau 1. Ils indiquent une assez bonne homogénéité de la qualité de l'air entre les différentes salles de l'école, qu'il y ait eu ou non des travaux de rénovation durant l'été 2007 dans ces pièces, confirmant ainsi ce qui avait déjà été observé en décembre 2007. D'autre part, ils confirment également les résultats des campagnes précédentes avec, pour les COV et les aldéhydes, des concentrations intérieures nettement plus élevées que celles relevées sous le préau et une faible influence de l'air extérieur sur la qualité de l'air intérieur pour les composés considérés.

Tableau 1 : Teneurs en aldéhydes et en COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans l'école du Bouteiller en février 2008

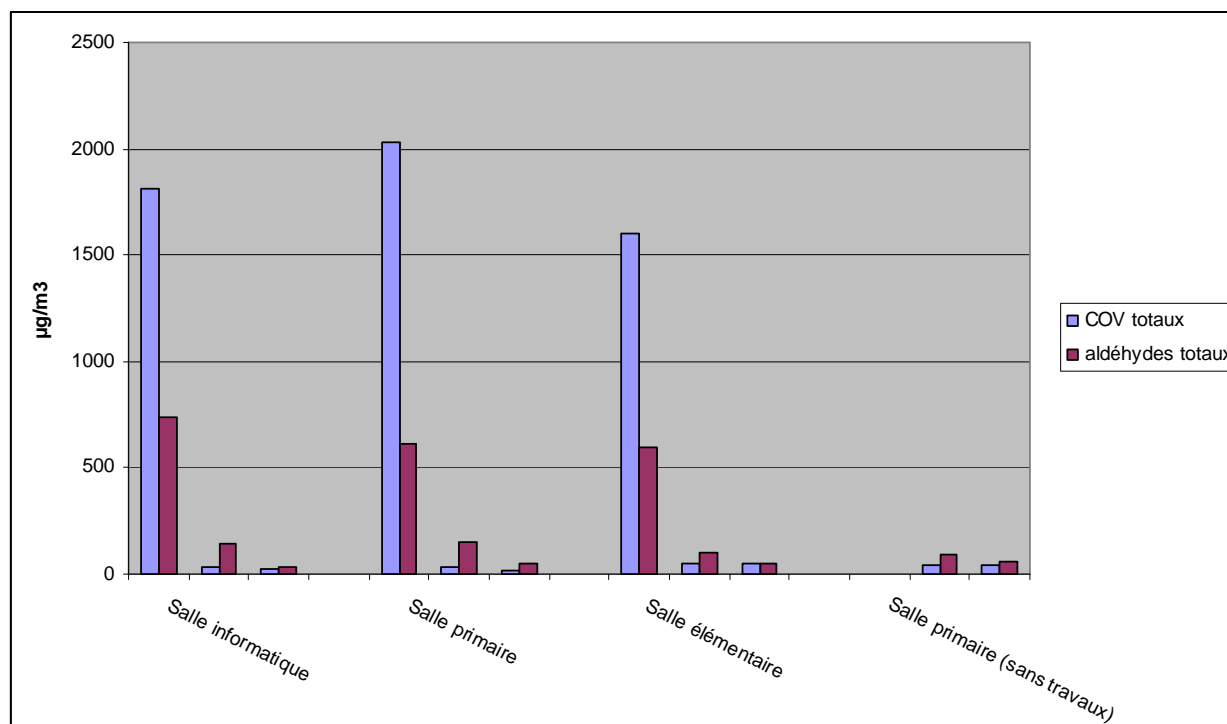
	Salle informatique (2 ^{ème} étage)	Salle primaire (2 ^{ème} étage)	Salle élémentaire (RdC)	Salle primaire (sans travaux)	Préau
formaldéhyde	18,7	23,7	31,3	26,8	4,17
acétaldéhyde	4,8	5,8	6,9	7,9	3,76
acétone	7,3	10,8	8,9	15,9	4,29
acroléine	<0,13	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14
propionaldéhyde	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,01
butanal	0,9	1,0	1,1	1,1	0,35
pentanal	1,9	2,0	1,8	1,6	<0,38
hexanal	2,8	3,8	3,4	3,0	0,56
heptanal	0,2	0,2	0,2	0,2	0,20
octanal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,25
TOTAL	36,9	47,6	54,0	56,7	13,6
propane	3,1	2,6	7,2	5,8	3,7
n-butane	2,8	5,9	17,8	10,1	4,3
n-pentane	1,1	0,5	1,2	1,1	1,1
n-hexane	0,4	<0,29	1	0,5	0,4
n-heptane	0,6	0,5	1,1	0,6	<0,41
n-octane	<0,31	<0,31	1,7	<0,31	<0,31
n-nonane	0,5	<0,37	0,4	1,2	<0,37
n-décane	2,9	1,4	7	5,1	<0,42
benzène	1,3	0,7	1,4	1,3	1,6
toluène	4,2	2,8	4,6	7,4	3,1
éthylbenzène	0,6	0,4	0,8	0,8	0,6
m-xylène	2,3	1,4	2,4	2,8	1,7
o-xylène	1,1	0,6	1,1	1,1	0,6
1,3,5-triméthylbenzène	0,7	<0,41	1,4	0,7	<0,41
1,2,4-triméthylbenzène	1,4	0,8	1,2	1,9	1
1,2,3-triméthylbenzène	2,8	1,2	1,8	4,7	<0,39
iso-octane (= 2.2.4-triméthylpentane)	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
TOTAL	25,8	18,8	52,1	45,1	18,1

A noter enfin que les concentrations dans les deux salles situées au second étage du bâtiment sont, d'une manière générale, plus faibles que celles dans les pièces du rez-de-chaussée.

3.2 EVOLUTION TEMPORELLE

La comparaison des résultats des 3 phases de mesures indique que la diminution des concentrations intérieures observée entre septembre et décembre 2007 se confirme entre décembre 2007 et février 2008 (Tableau 2 ci-dessous). Cependant, la baisse observée en février est d'une amplitude nettement plus faible que celle observée précédemment et elle concerne principalement les aldéhydes (Tableau 4 et Tableau 5, pages 11 et 12).

Tableau 2 : Evolution dans teneurs en COV totaux et aldéhydes totaux entre septembre 2007 et février 2008 dans les 4 salles de l'école du Bouteiller



Rq : pas de mesures en septembre dans la salle primaire sans travaux

La baisse observée en février par rapport à décembre concerne plus particulièrement les deux salles situées au deuxième étage (salle informatique et primaire). Dans les salles du rez-de-chaussée, les teneurs en COV totaux n'ont pas évolué depuis décembre ; si l'on considère les composés individuellement (Tableau 3), on observe que certains d'entre eux ont vu leur concentration augmenter (n-butane et toluène par exemple), d'autres au contraire ont vu leurs teneurs diminuer (pentane, xylènes, ...).

En ce qui concerne plus particulièrement le formaldéhyde, les teneurs ont sensiblement diminué dans les 2 salles du 2^{ème} étage alors qu'au rez-de-chaussée les teneurs sont restées quasiment aux mêmes niveaux en février qu'en décembre. Les teneurs sont aujourd'hui légèrement plus élevées au rez-de-chaussée (29,0 µg/m³) qu'à l'étage (21,2 µg/m³).

Tableau 3 : Comparaison des concentrations en COV et aldéhydes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans les salles de classe en décembre 2007 et février 2008

	Salle informatique		Salle primaire		Salle élémentaire		Salle primaire (sans travaux)	
	dec. 07	fev. 08	dec. 07	fev. 08	dec. 07	fev. 08	dec. 07	fev. 08
propane	3,5	3,1	3,8	2,6	4,2	7,2	5,9	5,8
n-butane	4,5	2,8	4,5	5,9	8,2	17,8	7	10,1
n-pentane	3,7	1,1	3,6	0,5	7,5	1,2	2,9	1,1
n-hexane	0,7	0,4	0,7	<0,29	1,6	1	0,6	0,5
n-heptane	2,1	0,6	2	0,5	1,8	1,1	1,8	0,6
n-octane	1,3	<0,31	1,1	<0,31	1,2	1,7	1,1	<0,31
n-nonane	2,6	0,5	2,5	<0,37	1,7	0,4	3,1	1,2
n-décane	6	2,9	3,5	1,4	2,4	7	11,6	5,1
benzène	1,2	1,3	1,3	0,7	1,6	1,4	1,1	1,3
toluène	2	4,2	2,5	2,8	3,1	4,6	2,9	7,4
éthylbenzène	0,8	0,6	1	0,4	1,5	0,8	0,8	0,8
m-xylène	3,8	2,3	4,4	1,4	6,4	2,4	3,5	2,8
o-xylène	2,2	1,1	2,3	0,6	1,5	1,1	1,7	1,1
1,3,5-triméthylbenzène	0,9	0,7	<0,61	<0,41	1,1	1,4	0,7	0,7
1,2,4-triméthylbenzène	<0,67	1,4	<0,67	0,8	2,1	1,2	<0,67	1,9
1,2,3-triméthylbenzène	1,1	2,8	<0,58	1,2	5,8	1,8	1,2	4,7
iso-octane (2.2.4-triméthylpentane)	<0,48	<0,32	0,6	<0,32	0,5	<0,32	<0,48	<0,32
Total	36,4	25,8	33,8	18,8	52,2	52,1	45,9	45,1
formaldéhyde	35,8	18,7	42,1	23,7	30,9	31,3	26,1	26,8
acétaldéhyde	6,8	4,8	6,1	5,8	6,3	6,9	4,0	7,9
acétone	52,9	7,3	51,0	10,8	25,7	8,9	36,6	15,9
acroléïne	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
propionaldéhyde	1,6	0,1	1,5	0,1	1,1	0,1	0,9	0,1
butanal	2,5	0,9	2,3	1,0	2,0	1,1	1,5	1,1
pentanal	5,6	1,9	5,5	2,0	4,0	1,8	3,0	1,6
hexanal	13,6	2,8	14,2	3,8	10,3	3,4	8,2	3,0
heptanal	11,9	0,2	13,9	0,2	7,1	0,2	5,5	0,2
octanal	13,9	0,2	13,7	0,2	9,8	0,3	8,3	0,3
Total	144,6	36,9	150,3	47,6	97,2	54,0	94,0	56,7

Tableau 4 : Evolution des teneurs en COV entre septembre 2007 et février 2008 dans les salles de classe

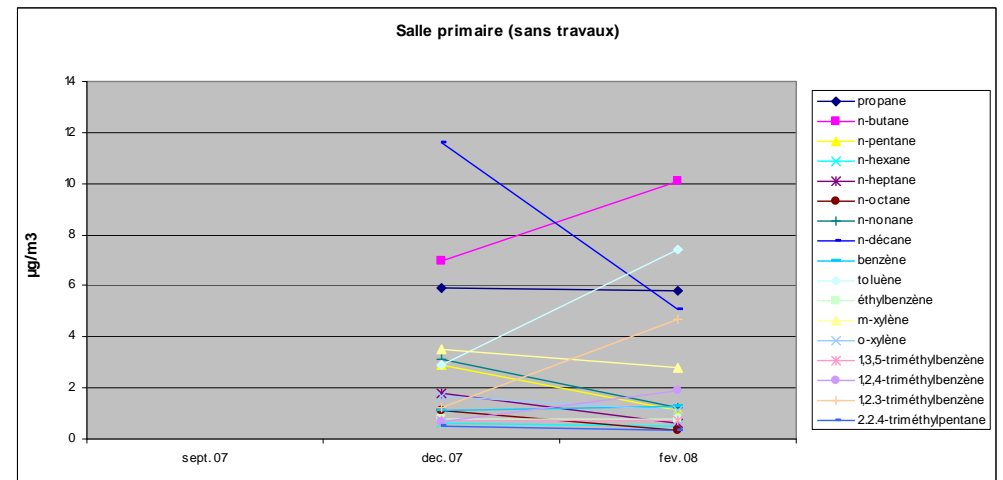
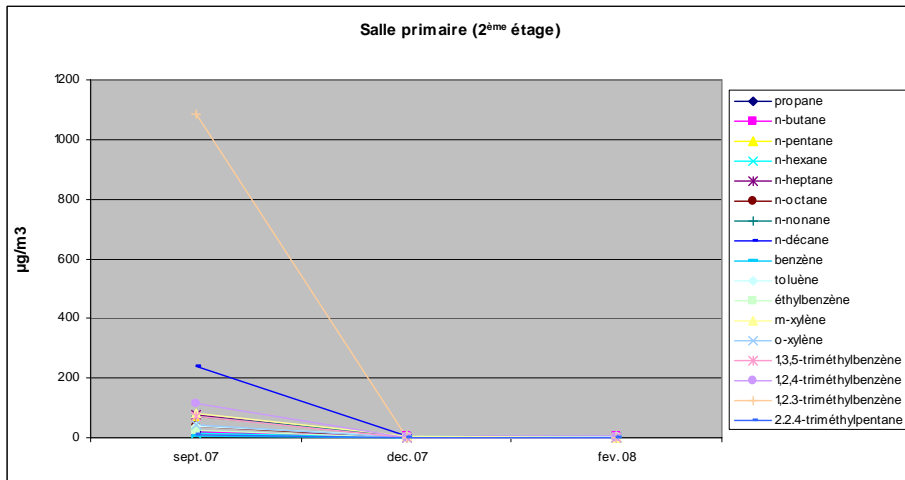
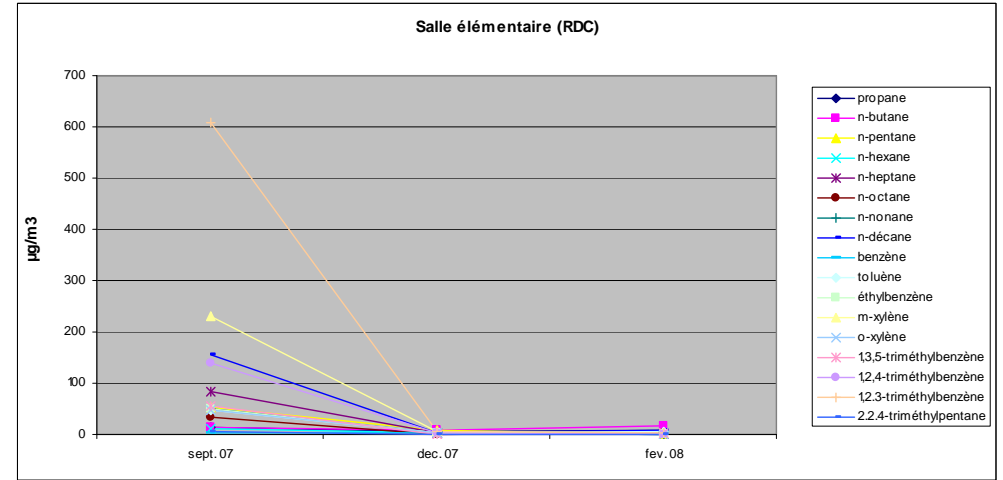
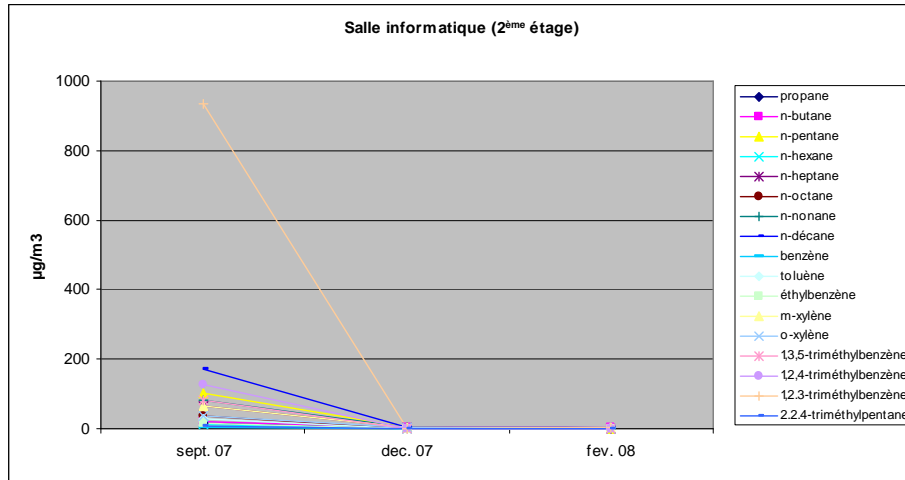
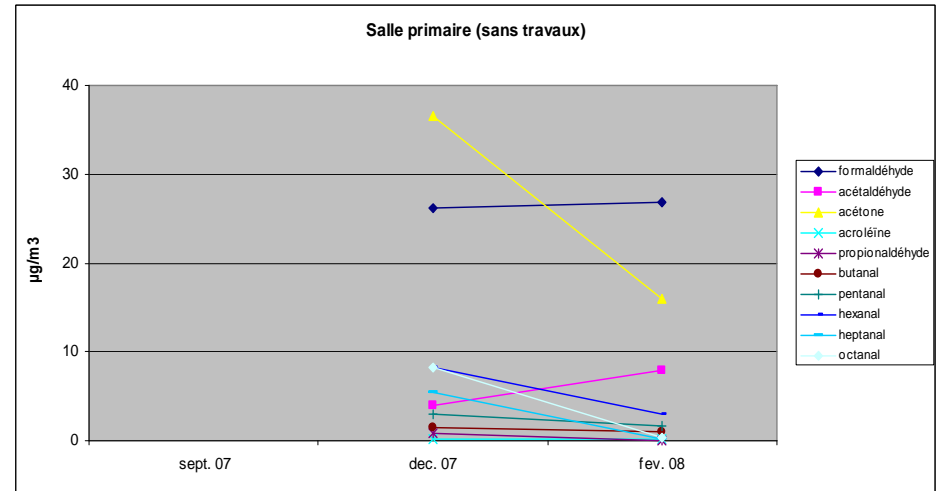
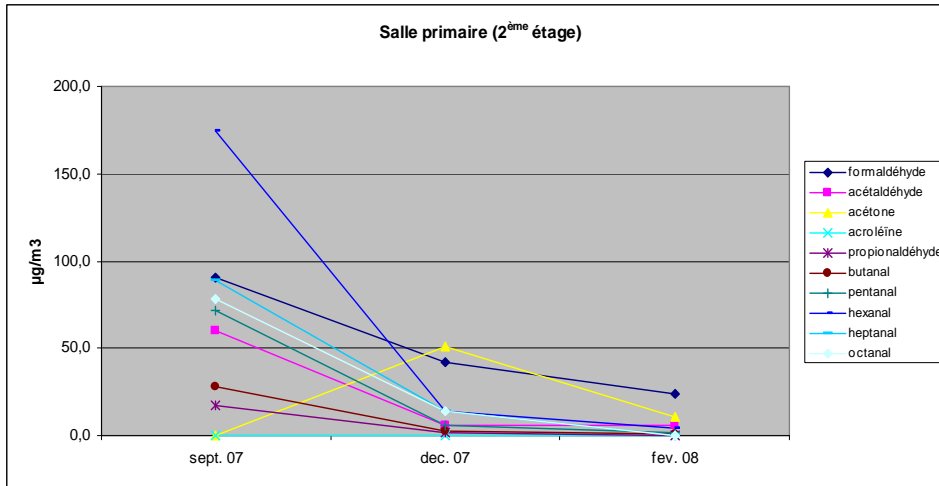
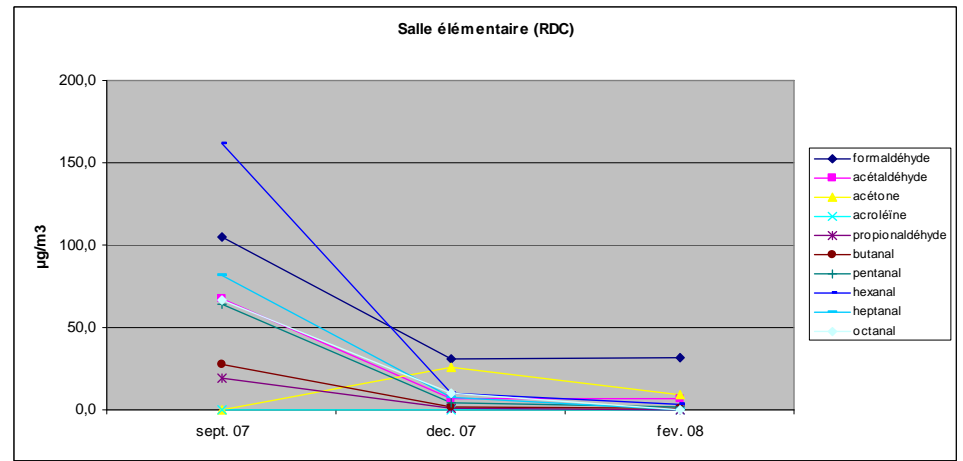
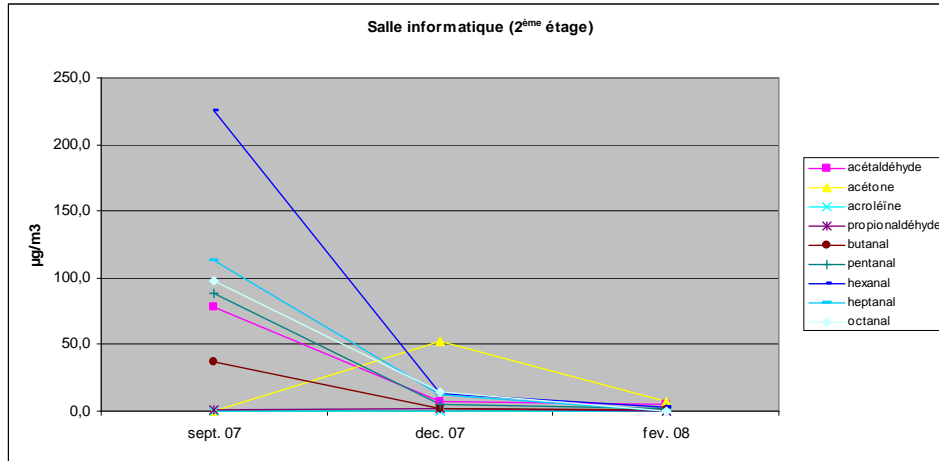


Tableau 5 : Evolution des teneurs en aldéhydes entre septembre 2007 et février 2008 dans les salles de classe



3.3 COMPARAISON AUX VALEURS DE « REFERENCE » : VALEURS MESUREES EN FRANCE DANS L'HABITAT OU LES ECOLES

- **Aldéhydes**

Comme en décembre, les teneurs moyennes en aldéhydes mesurées le 19 février 2008 à l'intérieur des classes restent situées dans la gamme des valeurs observées en France dans les habitats dans des conditions de vie « normales » ou dans d'autres écoles (Tableau 6, page 14).

- **COV**

Les valeurs mesurées dans les classes du Bouteiller se situent dans la fourchette des concentrations rapportées dans l'habitat français ou certaines écoles (Tableau 7, page 15).

Tableau 6 : Comparaison des concentrations en aldéhydes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées en février 2008 dans l'école du Bouteiller à Louvres avec les concentrations rapportées dans d'autres situations en France

Contexte ou conditions	Logements					Ecoles							
	Groupe scolaire de Louvres		Echantillon français de l'OQAI [3]			Echantillon du Nord-Pas-de Calais (Etude Habit'air 2006) [4]		Echantillon parisien (Etude LHVP 2001) [5]	1 école du nord de la France (2002) [5]	1 école du sud de la France (2005) [4]	3 écoles en Bourgogne (2003) [5]	Strasbourg : 111 écoles (2004-2005) [4,6]	Etude ISAAC** 108 écoles de 5 villes françaises (1999) [5,7]
	Nuisances		Normale			Normale		Normale	Nuisances	Nuisances	Normale	Normale	Normale
	Conc. max	Conc moy.*	P10 ^(a)	P50 ^(b)	P95 ^(c)	P50 ^(b)		P50 ^(b)	Etendue	Etendue	Etendue	Moyenne [étendue]	Moyenne [étendue]
Formaldéhyde	31.3	25.1	9,3	19,6	46,6	17,1		23,5	20 - 25	18 - 23	-	23 [9 – 83]	23 [4 - 100]
Acétaldéhyde	7.9	6.4	5,3	11,6	30	9,8		10,2	6 - 7	5 - 7	-	8	-
Acroléine	<0,10	nc	0,5	1,1	3,4	< 3		-	-	-	-	-	-
Propanal	0.1	0.1		-		2,3		4,1	nd	2 - 3	< LQ à 3,6	3	-
Butanal	1.1	1.0		-		< 8			3 - 6		< LQ à 6,4	8	-
Pentanal	2.0	1.8		-		-		5,5	nd		< LQ à 3,6	-	-
Hexanal	3.8	3.2	5,9	13,6	50,1	13,5		21,1	4 - 11		< LQ à 17,9	-	-
Heptanal	0.2	0.2		-		-			nd		-	-	-
Octanal	0.3	0.2		-		-			1 - 4		-	-	-

* calculée sur les 4 points de mesure

** International Study on Asthma and Allergies in Childhood

nc = non calculé

nd = non détecté

^(a) : P10 = percentile 10 de la distribution des résultats

^(b) : P50 = percentile 50 de la distribution des résultats, égal à la valeur médiane

^(c) : P90 : percentile 90 de la distribution des résultats

Tableau 7 : Comparaison des concentrations en COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées en février 2008 dans l'école du Bouteiller à Louvres avec les concentrations rapportées dans d'autres situations en France

Contexte ou conditions	Groupe scolaire de Louvres		Logements			Ecoles			
			Echantillon français de l'OQAI [3]			3 écoles en Bourgogne (2003) [5]	2 écoles région bordelaise [4]	1 école du nord de la France (2002) [5]	1 école du sud de la France (2005) [4]
	Nuisances		Normale			Normale	Normale	Nuisances	Nuisances
	Conc. max	Conc moy*	P10 ^(a)	P50 ^(b)	P95 ^(c)	Etendue	Etendue	Etendue	Etendue
propane	7.2	4.7	-	-	-	-	-	-	3,5 - 28
n-butane	17.8	9.2	-	-	-	-	< LD à 12	-	4,2 - 100
n-pentane	1.2	1.0	-	-	-	-	-	-	-
n-hexane	1.0	0.6	-	-	-	0,6 - 0,8	-	-	-
n-heptane	1.1	0.7	-	-	-	0,5 - 256,6	-	-	-
n-octane	1.7	1.7	-	-	-	0,4 - 20,2	-	-	-
n-nonane	1.2	0.7	-	-	-	3,2 - 178,1	-	-	-
n-décane	7.0	4.1	1,9	5,3	53,0	5,5 - 404	-	-	-
iso-octane (2.2.4-triméthylpentane)	< 0.3	< 0.3	-	-	-	-	-	-	-
benzène	1.4	1.2	< LQ	2,1	7,2	-	< LD à 1	-	1 - 1,4
toluène	7.4	4.8	4,5	12	87	6,9 - 12,5	< LD à 3	34 - 93	6 - 29
éthylbenzène	0.8	0.7	1,0	2,3	15	2 - 9,3	-	26 - 195	9 - 22
m-xylène	2.8	2.2	2,3	5,6	39,7	5,7 - 36,8	-	-	23 - 43
o-xylène	1.1	1.0	1,0	2,3	14,6	2,2 - 20,1	< LD à 6	97 - 1015	7 - 19
1,3,5-triméthylbenzène	1.4	0.9	-	-	-	-	-	-	-
1,2,4-triméthylbenzène	1.9	1.3	1,7	4,1	21,2	7,2 - 212	< LD à 2	-	-

^(a) : P10 = percentile 10 de la distribution des résultats
résultats

^(b) : P50 = percentile 50 de la distribution des résultats, égal à la valeur médiane

^(c) : P90 : percentile 90 de la distribution des résultats

3.4 COMPARAISON AUX VALEURS GUIDES ET VTR

- **Aldéhydes**

La concentration moyenne en formaldéhyde mesurée dans les 4 salles de l'école ($25,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est inférieure à la Valeur Guide de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ recommandée en juillet 2007 par l'AFSSET pour une durée d'exposition de 2 heures (valeur correspondant également à la Valeur Toxicologique de Référence proposée par l'ATSDR pour une exposition de courte durée) (Tableau 8). Elle reste en revanche au dessus de la valeur guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ proposée par l'AFSSET pour une exposition long terme.

Pour l'acétaldéhyde, la teneur moyenne dans l'école est inférieure à la VGAI proposée par la Commission européenne. Pour les autres aldéhydes, l'absence de VGAI ou de VTR ne permet pas de positionner les valeurs mesurées dans l'école du Bouteiller à Louvres.

Tableau 8 : Comparaison des concentrations en aldéhydes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans l'école du Bouteiller à Louvres avec les VGAI et les VTR

	Ecole de Louvres Concentrations moyennes	Valeurs guides AI (expositions de longue durée)	Valeurs Toxicologiques de Référence	
			Exposition de courte durée	Exposition de longue durée
Formaldéhyde ⁽¹⁾	25.1	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 2 heures $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme (AFSSET 2007)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles respiratoires, ATSDR, 1999)	$3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles respiratoires, OEHHA, 1999)
Acétaldéhyde	6.4	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (INDEX, 2005)	-	$9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles respiratoires, ATSDR, 1991)
Acroléine	< 0,1	-	$0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (irritation des yeux, OEHHA, 1999)	$0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (lésions nasales, US-EPA, 2003)
Propionaldéhyde	0.1	-	-	-
Butanal	1.0	-	-	-
Pentanal	1.8	-	-	-
Hexanal	3.2	-	-	-
Heptanal	0.2	-	-	-
Octanal	0.2	-	-	-

Note : (1) Le formaldéhyde est classé comme cancérigène certain chez l'homme. En vertu du principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable), sa concentration dans les environnements intérieurs doit être aussi faible que possible.

- **COV**

Pour la série des alcanes, une seule VTR chronique par inhalation est disponible pour le n-hexane ; les concentrations mesurées dans l'école restent largement

inférieures à ce repère (Tableau 9). Pour les dérivés benzéniques (BTEX), les concentrations dans les classes restent inférieures à leurs VGAI et VTR aiguës respectives.

Tableau 9 : Comparaison des concentrations en COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans l'école du Bouteiller à Louvres avec les VGAI et les VTR

	Ecole de Louvres Concentrations moyennes	Valeurs guides AI (expositions de longue durée)	Valeurs Toxicologiques de Référence	
			Exposition de courte durée	Exposition de longue durée
propane	4.7	-	-	-
n-butane	9.2	-	-	-
n-pentane	1.0	-	-	-
n-hexane	0.6	-	-	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles neurologiques, US-EPA, 2005)
n-heptane	0.7	-	-	-
n-octane	1.7	-	-	-
n-nonane	0.7	-	-	-
n-décane	4.1	-	-	-
iso-octane (2.2.4-triméthylpentane)	< 0.3	-	-	-
Benzène ⁽¹⁾	1.2	Concentration aussi basse que possible	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles immunologiques, ATSDR, 2005)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles immunologiques, ATSDR, 2005)
toluène	4.8	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (INDEX, 2005)	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (irritations, OMS, 2000) <i>1 semaine</i>	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles de la vision, ATSDR, 2000)
éthylbenzène	0.7	3 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Japon, 2002)	-	800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (effets sur le foie et le rein, RIVM, 2000)
m-xylène	2.2	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (INDEX, 2005)	8 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles neurologiques, ATSDR, 2005)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (troubles de la coordination, US-EPA, 2003)
o-xylène	1.0	-	-	-
1,3,5-triméthylbenzène	0.9	-	-	-
1,2,4-triméthylbenzène	1.3	-	-	-

Le benzène et le formaldéhyde sont des composés cancérigènes certains chez l'homme. En vertu du principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), sa concentration dans les environnements intérieurs doit être aussi faible que possible.

4. CONCLUSION

Entre septembre 2007, date de survenue de troubles sanitaires légers parmi les élèves et les enseignants de l'école primaire du Bouteiller, et décembre 2007, la qualité de l'air dans les bâtiments de l'école s'était nettement améliorée, avec une diminution notable des concentrations en COV et aldéhydes. La mise en place de grilles de ventilation dans les salles de classe du groupe scolaire a donc potentiellement joué un rôle efficace sur la pollution intérieure.

Les résultats de la récente campagne de mesures réalisée dans l'école (19 février 2008) indiquent que la qualité de l'air a peu évolué depuis décembre, avec toutefois une légère amélioration globale, en particulier pour les aldéhydes. Les niveaux de concentrations mesurés sont relativement homogènes entre les classes, même si l'on observe une certaine tendance à des concentrations en COV et aldéhydes légèrement plus fortes au rez-de-chaussée qu'au 2^{ème} étage.

Si la qualité de l'air intérieur a peu évolué depuis décembre 2007, il est toutefois important de rappeler que les campagnes de décembre et février ont été réalisées respectivement en absence et en présence des élèves. Les faibles variations de concentrations rapportées entre les deux campagnes semblent donc indiquer que la reprise des activités scolaires, source potentielle de COV et aldéhydes, a peu impacté la qualité de l'air intérieur. Le faible impact observé malgré la reprise des activités scolaires pourrait être lié à la fois à l'efficacité des grilles de ventilation mises en place mais aussi à l'éventuelle poursuite de la décroissance naturelle de la pollution originelle de septembre (dont on ne connaît pas la dynamique de décroissance).

Comme en décembre, les teneurs moyennes en aldéhydes et COV dans les classes se situent donc dans la gamme des concentrations rencontrées en France dans des logements ou d'autres écoles ; à l'exception du formaldéhyde, elles demeurent en dessous des Valeurs Guides existantes. En ce qui concerne le cas particulier du formaldéhyde, malgré la baisse observée depuis décembre (de $33,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $25,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), la teneur moyenne dans le bâtiment reste plus élevée que la Valeur Guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ proposée par l'AFSSET pour une exposition de longue durée. Nous rappelons cependant, comme cela a déjà été discuté dans le rapport précédent de l'INERIS en décembre 2007, que ce dépassement pour le formaldéhyde ne constitue pas une particularité du groupe scolaire de Louvres. Le dépassement de cette valeur repère de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est très fréquemment constaté dans les environnements intérieurs en France, dans les habitats comme dans les bâtiments scolaires. Par exemple, les résultats d'une enquête réalisée en 2005 dans diverses écoles primaires de l'agglomération strasbourgeoise [6] indiquent que 26 % des classes étudiées présentent des concentrations en formaldéhyde du même ordre de grandeur ($20\text{-}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que dans l'école de Louvres¹.

¹ Dans 25 % des classes strasbourgeoises, les teneurs en formaldéhyde (mesurées sur 48 heures) dépassaient les $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En conclusion, la qualité de l'air mesurée le 19 février 2008 dans les classes de l'école du Bouteiller en présence des élèves est semblable à celle que l'on peut observer dans d'autres bâtiments scolaires en France. Les grilles de ventilation posées dans les classes semblent donc efficaces et assurer des taux de renouvellement d'air satisfaisants, y compris durant les activités scolaires normales. Les sources à l'origine du phénomène de pollution observé en septembre 2007 restent mal connues à ce jour, même si la concomitance des travaux de rénovation durant l'été et de l'absence de dispositifs de ventilation efficaces à cette époque reste la piste la plus plausible.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **INERIS**. *Expertise de la qualité de l'air intérieur dans les salles de classe du groupe scolaire de Louvres (95)*. **2007 (septembre)**. 23 p. Rapport DRC-07-91775-13443A.
2. **INERIS**. *Expertise de la qualité de l'air intérieur dans les salles de classe du groupe scolaire de Louvres (95): phase 2*. **2007 (décembre)**. 16 p. Rapport DRC-07-93056-17276A.
3. **OQAI**. *Campagne nationale de logements. Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Rapport final*. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, **2006**. 183 p.
4. **INERIS**. *Mise à jour de la veille documentaire sur la qualité de l'air intérieur en France (2004-2006)*. **2006**. 93 p.
5. **Mosqueron L, Nedellec V**. *Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments : actualisation des données sur la période 2001-2004*. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur; **2004**. 59 p.
6. **ASPA** (Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace). *Campagne de mesure du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de petite enfance de la ville de Strasbourg : bilan des niveaux mesurés*. **2005**. 39 p.
7. **Mosqueron L, Nedellec V**. *Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments*. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, 2001. 147 p.