



Diagnostic Qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires du territoire de La Métro.



**Etude de faisabilité
dans 4 établissements.**

Avec la participation financière de Grenoble Alpes Métropole.

Décembre 2008

ASCOPARG fait partie du dispositif français de surveillance et d'information de la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application notamment le décret 98-361 du 6 mai 1998 relatif à l'agrément des organismes de surveillance de la qualité de l'air.

A ce titre et compte tenu du statut d'organisme non lucratif du réseau, ASCOPARG est garant de la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

Condition de diffusion :

1. Les données recueillies tombent dès leur élaboration dans le domaine public. Le rapport d'étude est mis à disposition sur www.atmo-rhonealpes.org, un mois après sa présentation aux partenaires.
2. Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'association. Elles ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.
3. Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'association en terme de « ASCOPARG (2008) Diagnostic de qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires du territoire de la METRO. Partenariat Qualité de l'Air dans les établissements scolaires avec Grenoble Alpes Métropole ».
4. ASCOPARG n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Diagnostic Qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires du territoire de La Métro.

Résumé de l'étude

Les premiers résultats des études menées par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) confirment bien la nécessité de mieux connaître la qualité de l'air dans les locaux privés ou publics. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les établissements scolaires dans lesquels les élèves, les enseignants et les personnels administratifs passent plus de 6 heures par jour en période scolaire.

Afin de répondre à cette démarche et fort de l'expérience acquise lors de l'étude réalisée dans les crèches et écoles maternelles, l'ASCOPARG a proposé à la Communauté urbaine de Grenoble de mettre en place une étude de faisabilité ayant pour objectif de développer un protocole permettant la réalisation d'une expertise de qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires.

La méthode retenue pour réaliser ce travail se découpe en plusieurs phases :

- Une visite préalable de l'établissement est effectuée en présence du responsable technique de l'entretien et du directeur de l'établissement.
- Trois campagnes de mesures des polluants sont réalisées au cours de l'année scolaire (1 par trimestre).
- Une présentation des résultats (mesures et constatations effectuées lors de la visite) est proposée aux enseignants et aux gestionnaires.

L'étude que nous avons effectuée concernait 4 établissements répartis sur le territoire de la METRO et devait permettre de vérifier que de telles investigations étaient réalisables dans les établissements scolaires, tant en ce qui concerne la visite préalable de l'école que la réalisation des mesures de polluants dans les salles de classe.

Elle devait aussi permettre d'établir un diagnostic vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur dans ces 4 établissements et de mettre en évidence les différents points susceptibles de contribuer à la détérioration de la qualité de l'air dans les salles de classe.

Les visites des établissements :

Quatre municipalités appartenant à la Communauté Urbaine de Grenoble ont souhaité participer à cette étude et ont proposé chacune un établissement scolaire ou une crèche.

Les établissements retenus sont :

- Ecole maternelle "La Rampe" à Grenoble,
- Ecole primaire "Jean Moulin" au Pont de Claix,
- Ecole maternelle "Louis Armand" à Seyssins,
- Crèche "Léa Blain" à Fontaine.

Les visites se sont déroulées au cours des mois d'octobre et novembre 2007 en présence du Directeur de l'établissement et du Responsable de l'entretien des locaux au sein de la municipalité concernée. Au cours de ces visites, les points suivants ont été abordés :

- Environnement extérieur à l'établissement
- Structure générale du bâtiment
- Etat général : présence de moisissures, tâches suspectes ...
- Etat du système de renouvellement d'air
- Stockage et utilisation des produits d'entretien et utilisés par les élèves.

La mesure des polluants :

Les mesures se sont déroulées sur une période de 4,5 jours (lundi matin au vendredi après-midi) dans 3 classes et à l'extérieur de chaque établissement. Elles ont été renouvelées à chaque trimestre de l'année scolaire 2007 – 2008.

Les polluants mesurés dans chaque classe étaient le dioxyde d'azote, les BTEX et les aldéhydes (mesure par tubes à diffusion passive permettant d'obtenir une concentration moyenne sur la période de prélèvement). Une classe était équipée d'une mesure de CO₂ en continu sur les 4,5 jours et des COV (par canister) sur des période de 8 et 24h.

Les résultats :

Les tableaux ci-dessous reprennent les principaux résultats et les observations que nous avons pu faire au cours des visites. Il résume aussi la situation des établissements visités vis-à-vis des paramètres investigués.

Les visites :

	La Rampe	J. Moulin	L. Blain	L. Armand
Environnement extérieur	Influence potentielle du parking	Influence potentielle de la zone industrielle	Parking en face de la porte d'entrée	Cheminée de la chaufferie accolée non conforme
Ventilation	Défaut d'entrées d'air	Ventilation naturelle rendu inefficace par le changement des fenêtres	Deux systèmes incompatibles	Ventilation naturelle. Nécessite une ouverture des fenêtres fréquente
Matériaux de construction	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique
Stockage	Dans les classes	Dans une salle spécifique	Dans un local spécifique	Dans le couloir
Salles de classes	Un peu d'humidité De nombreux dessins affichés	Des dalles de sol décollées (risque amiante?)	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique

Le dioxyde de carbone :

	La Rampe	J. Moulin	L. Blain	L. Armand
Dioxyde de carbone	Des niveaux de CO ₂ acceptables.	Des niveaux de CO ₂ > 1000 ppm pendant 50% du temps	Des niveaux de CO ₂ > 1000 ppm pendant 50% du temps	Une exposition quasi permanente à des concentrations de CO ₂ > 1000 ppm

Les polluants :

	La Rampe	J. Moulin	L. Blain	L. Armand
Dioxyde d'azote	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique
BTEX	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées mais des niveaux un peu élevés en toluène et xylène.	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées mais des niveaux un peu élevés en toluène et xylène.
Aldéhydes	Valeur guide de l'AFSSET ⁽¹⁾ dépassée	Valeur guide de l'AFSSET ⁽¹⁾ dépassée	Valeur guide de l'AFSSET ⁽¹⁾ dépassée	Valeur guide de l'AFSSET ⁽¹⁾ dépassée
COV	Pas de valeurs extrêmes.	Pas de valeurs extrêmes.	Attention à l'utilisation des produits d'entretien.	Pas de valeurs extrêmes.



Risque potentiel mais non observé



Gêne pouvant être ressentie sous certaines conditions



Pas de risque identifié



Qualité de l'air pouvant présenter une gêne ou un risque pour la santé



Respect des recommandation mais d'autres polluants peuvent être présents



Qualité de l'air entraînant une gêne ou un risque réel.

Lors de nos différentes visites, nous avons mis en évidence les défauts de fonctionnement des systèmes de renouvellement d'air sur l'ensemble des sites. Ce constat est largement confirmé par les mesures de CO₂ que nous avons effectuées.

D'après ces mesures, il semble fort probable que les taux de renouvellement d'air minimaux à appliquer d'après le règlement sanitaire départemental ne soient pas respectés.

Hormis en ce qui concerne le dioxyde d'azote, les concentrations de polluants retrouvés à l'intérieur des salles de classe sont toujours supérieures à celles mesurées à l'extérieur. Cette différence est peu marquée pour le benzène, toluène et xylènes mais s'accroît fortement pour les composés de la famille des aldéhydes dont le formaldéhyde pour lequel, la valeur guide¹ de l'air est dépassée dans l'ensemble des classes investiguées et cela lors de chaque campagne de mesures.

Les résultats que nous avons obtenus, même s'ils ne sont pas représentatifs de l'ensemble des écoles de l'agglomération sont conformes à ceux retrouvés dans les autres études qui se sont déroulées en France

Faisabilité :

L'étude que nous avons effectuée a montré que de telles investigations étaient réalisables dans les établissements scolaires, tant en ce qui concerne la visite préalable de l'école que la réalisation des mesures de polluants dans les salles de classe.

Les résultats de mesure des polluants confirment que dans le cadre de la caractérisation d'un établissement vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur, il est préférable de privilégier la réalisation de plusieurs campagnes de mesures sur des saisons différentes plutôt que de multiplier le nombre de points de mesures au sein d'un même établissement.

Conclusion :

Cette étude de faisabilité a mis en évidence que la démarche choisie était bien acceptée par l'ensemble des acteurs concernés et que les différentes étapes constituant ce travail apportaient pour chacune d'entre elles des compléments d'information quant à l'état du bâtiment scolaire vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur.

.

¹ Valeur guide déterminée par l'AFSSET comme permettant de protéger les populations des effets sanitaires délétères (effets irritants du formaldéhyde) liés à la pollution : 10 µg m⁻³

Sommaire

1. Introduction.....	8
2. Contexte et Méthodologie	9
1. Choix des établissements :	9
2. Visite de l'établissement :	9
3. Les campagnes de mesures :.....	10
1. Les polluants et paramètres mesurés :	10
2. Matériel	13
3. Période de mesures :	14
4. Valeurs guides et valeurs de gestion de qualité de l'air intérieur :	14
3. Résultats.....	15
1. Les visites des établissements :	15
1. L'environnement extérieur :	15
2. Les aspects généraux du bâtiment :	15
3. Le renouvellement d'air :	16
1. ventilation naturelle :.....	16
2. Ventilation mécanique contrôlée (VMC) :	16
3. L'aération des locaux par l'ouverture des fenêtres :	17
4. Les matériaux de construction :	17
5. Les salles de classe :	18
1. Le stockage :	18
2. Le mobilier :	18
3. L'exposition des travaux :	19
6. Aspects par établissements	19
2. Les campagnes de mesures :.....	20
1. Le dioxyde de carbone (CO ₂):	20
2. Le dioxyde d'azote :	24
3. Le Benzène :.....	25
4. Le toluène :	26
5. Les xylènes :.....	27
6. Le formaldéhyde :	28
7. L'acétaldéhyde	30
8. Les Composés Organiques Volatils	31
9. Aspects par établissements :	33
4. Conclusion :	34
1. Le déroulement de l'étude :	34
2. Les résultats :	34
3. La faisabilité :	35
4. La valorisation de ce travail :	Erreur ! Signet non défini.
Bibliographie	36
Annexes.....	37

Figures et tableaux :

Figure 1 : Taux de pénétration des polluants.	8
Figure 2 : NOx - Répartition des émissions par secteur d'activité dans l'environnement extérieur de l'agglomération grenobloise (données 2003).....	10
Figure 3 : COVNM - Répartition des émissions par secteur d'activité dans l'environnement extérieur de l'agglomération grenobloise (données 2003).....	11
Figure 4 : CO ₂ et test de performance (Myhrvold, 1995).....	12
Figure 5: Tubes à diffusion passive (NO ₂ et BTEX).....	13
Figure 6: Mesures du CO ₂ et de la température.....	13
Figure 7: Canister.....	13
Figure 8 : L'école de La Rampe située sur un parking "silo".....	15
Figure 9 : Rehaussement de toit d'un bâtiment.....	15
Figure 10: Humidité sur les fenêtres liée au manque d'aération.	16
Figure 11 : Le stockage dans les salles de classe.	18
Figure 12 : Présentation des travaux dans une salle de classe.....	19
Figure 13 : Evolution des teneurs en CO ₂ au cours de différentes journées.	20
Figure 14 : Dioxyde d'azote - Concentrations moyennes jours en fonction de la saison.	24
Figure 15 : Benzène - Concentrations moyennes en fonction de la saison.....	25
Figure 16 : Toluène - Concentrations moyennes en fonction de la saison.....	26
Figure 17 : Xylènes - Concentrations moyennes en fonction de la saison.....	27
Figure 18 : Formaldéhyde - Concentrations moyennes classes en fonction de la saison.....	28
Figure 19 : Résultats de l'étude réalisée par les AASQA rhônalpines en 2007.	29
Figure 20 : Formaldéhyde - Evolution des concentrations au cours de l'année.....	29
Figure 21 : Evolution des concentrations en formaldéhyde à l'école de la Rampe.	29
Figure 22 : Acétaldéhyde - Concentrations moyennes en fonction de la saison.....	30
Figure 23 : COV - mesures réalisées lors de la 1ère campagne sur 24 heures.....	31
Figure 24 : COV - mesures réalisées lors de la 2ème campagne sur 8 heures.	32
Figure 25 : COV - Mesures réalisées à Seyssins lors de la 3 ^{ème} campagne sur 24 et 8h.	32
Tableau 1: Dates des campagnes de mesures.	10
Tableau 2: Origine des BTEX et effets sur la santé	11
Tableau 3 : Les aldéhydes mesurés	12
Tableau 4 : Classes de dégagement / teneur en formaldéhyde - Norme NF EN 312.....	18
Tableau 5 : Temps durant lesquels les élèves sont exposés à des teneurs > 1000 ppm.	23
Tableau 6 : NO ₂ - Récapitulatif des résultats.....	24
Tableau 7 : NO ₂ - Rapport C _{int} / C _{ext}	24
Tableau 8 : Benzène – Récapitulatif des résultats.	25
Tableau 9 : Benzène - Rapport C _{int} / C _{ext}	25
Tableau 10 : Toluène - Récapitulatif des résultats	26
Tableau 11 : Toluène - Rapport C _{int} /C _{ext}	26
Tableau 12 : Xylènes - Récapitulatif des résultats	27
Tableau 13 : Xylènes - Rapport C _{int} /C _{ext}	27
Tableau 14 : Formaldéhyde - Récapitulatif des résultats.	28
Tableau 15 : Formaldéhyde - Rapport C _{int} /C _{ext}	28
Tableau 16: Acétaldéhyde - Rapport C _{int} /C _{ext}	30

1.Introduction

Les premiers résultats des études menées par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) confirment bien la nécessité de mieux connaître la qualité de l'air dans les locaux privés ou publics. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les établissements scolaires dans lesquels les élèves, les enseignants et les personnels administratifs passent plus de 6 heures par jour en période scolaire.

Le Plan National Santé Environnement 2004-2008 (PNSE) confirme cette orientation et prévoit dans l'action n°14 de "mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur et renforcer la réglementation". Cet objectif est repris dans le Plan Régional Santé Environnement de Rhône-Alpes (PRSE), en particulier dans la fiche action n°29 qui vise à "veiller à la qualité des bâtiments accueillant des enfants".

Dès 2006 et afin de répondre à cet objectif, ASCOPARG s'est impliqué fortement dans cette démarche en contribuant à l'enquête régionale effectuée par l'ensemble des associations de surveillance de la qualité de l'air de la région Rhône-Alpes dans les écoles maternelles et crèches et concernant la mesure des aldéhydes, polluant classé cancérigène par le CIRC². Ce travail commandé par la DRASS³ Rhône-Alpes a concerné 9 établissements sélectionnés aléatoirement dans l'agglomération grenobloise.

L'AFSSET a publié au cours de l'année 2008 trois avis concernant des Valeurs Guides de Qualité de l'Air Intérieur (VGAI). Ces trois avis concernent le Formaldéhyde, le Benzène et le Monoxyde de Carbone (voir paragraphe 2.4). Les mesures de polluants que nous réaliserons concerneront donc deux de ces polluants (formaldéhyde et benzène). Le monoxyde de carbone ne sera pas mesuré dans la mesure où les établissements que nous devons investiguer n'ont pas de source propre de ce polluant (appareils de combustion essentiellement).

Afin de prolonger cette démarche, l'ASCOPARG a proposé à la Communauté urbaine de Grenoble de mettre en place une étude de faisabilité ayant pour objectif de développer un protocole permettant la réalisation d'une expertise de qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires. Cette expertise sera complétée par différentes phases d'information auprès des acteurs concernés (enseignants, gestionnaires, parents d'élèves ...) tout au long de la réalisation de l'étude.

Une démarche identique est menée dans plusieurs collèges du département de l'Isère et 4 lycées de la région Rhône-Alpes.

Les sources de pollution de l'air à l'intérieur ont plusieurs origines :

- La pénétration de l'air extérieur.
- Le système de conditionnement d'air.
- Les matériaux de construction et d'ameublement.
- L'activité humaine.
- Les biocontaminants de l'air.

Les concentrations rencontrées seront donc fortement influencées par ces sources éventuelles mais aussi par plusieurs déterminants liés aux conditions d'occupation du local concerné. Parmi les facteurs pouvant influencer les teneurs en polluants, les conditions d'aération et de renouvellement d'air, l'humidité et la température sont des paramètres pouvant relativement facilement être modulés et gérés par les occupants eux-mêmes. Ils seront donc largement abordés lors des visites des établissements scolaires.

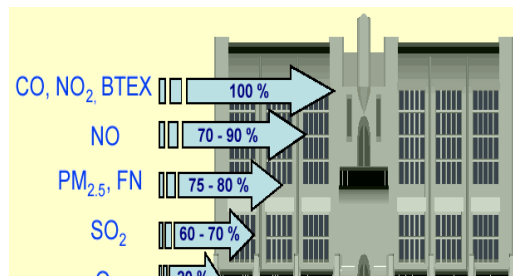


Figure 1 : Taux de pénétration des polluants. (Etude CSTB, LHVP, ADEME – 2001)

² CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer.

³ DRASS : Direction Régionale de l'Action Sanitaire et Sociale

2. Contexte et Méthodologie

L'étude que nous avons réalisée s'est déroulée en deux étapes :

- une visite préalable de l'établissement,
- trois campagnes de mesures des polluants réparties sur les trois trimestres scolaires.

1. Choix des établissements :

Quatre municipalités appartenant à la Communauté Urbaine de Grenoble ont souhaité participer à cette étude et ont proposé chacune un établissement scolaire.

Les établissements retenus sont :

- Ecole maternelle "La Rampe" à Grenoble,
- Ecole primaire "Jean Moulin" au Pont de Claix,
- Ecole maternelle "Louis Armand" à Seyssins,
- Crèche "Léa Blain" à Fontaine.

Les établissements concernés ont été contactés en premier lieu par la Métro (Communauté Urbaine de Grenoble) qui a ensuite adressé un courrier de présentation de l'étude et de demande d'accord de principe :

- au rectorat d'académie de Grenoble
- aux mairies des communes concernées.

2. Visite de l'établissement :

L'objectif de la visite effectuée dans chaque établissement consiste en un diagnostic visuel permettant d'estimer les paramètres pouvant influencer sur la qualité de l'air intérieur et de sensibiliser le personnel (enseignant et administratif) des écoles à une meilleure prise en compte de leur environnement. La démarche à ce stade ne s'appuie pas sur des critères réglementaires.

Elles se sont déroulées en présence du Directeur de l'établissement et du Responsable de l'entretien des locaux au sein de la municipalité concernée. Au cours de ces visites, les points suivants ont été abordés :

- Environnement extérieur à l'établissement
- Structure générale du bâtiment
- Etat général : présence de moisissures, tâches suspectes ...
- Etat du système de renouvellement d'air
- Stockage et utilisation des produits d'entretien et utilisés par les élèves.

Les visites ont été effectuées uniquement durant les périodes de fonctionnement normal de l'établissement et en fonction de la disponibilité du personnel. Elles ont eu lieu le :

- 5 octobre 2007 à l'école de La Rampe
- 15 novembre 2007 à l'école Jean Moulin,
- 16 novembre 2007 à l'école Louis Armand,
- 12 octobre 2007 à la crèche Léa Blain.

Au cours de ces visites nous avons pu déterminer les salles qui feraient l'objet d'une mesure des polluants. De préférence, les classes hébergeant les enfants les plus petits ont été choisies en accord avec les Directeurs d'établissements et de l'enseignant concerné.

Chaque visite a fait l'objet d'un compte rendu qui a été transmis au Directeur de l'établissement.

3. Les campagnes de mesures :

Afin de compléter les informations obtenues lors de la visite de l'école, nous avons réalisé une mesure des polluants les plus fréquemment rencontrés dans les établissements scolaires et susceptibles d'avoir un impact sur la santé. Les campagnes de mesures se sont déroulées du lundi matin au vendredi après midi (4,5 jours).

Elles ont été renouvelées à trois reprises au cours des 3 saisons correspondant aux trois trimestres de l'année scolaire de façon à représenter au mieux la période de travail des élèves.

Établissement	Campagne	Début	Fin
Ecole La Rampe Grenoble	C1	26/11/2007	30/11/2007
	C2	04/02/2008	08/02/2008
	C3	19/05/2008	23/05/2008
Ecole Jean Moulin Pont de Claix	C1	03/12/2007	07/12/2007
	C2	03/03/2008	07/03/2008
	C3	02/06/2008	06/06/2008
Crèche Léa Blain Fontaine	C1	10/12/2007	14/12/2007
	C2	11/02/2008	15/02/2008
	C3	09/06/2008	13/06/2008
Ecole Louis Armand Seyssins	C1	17/12/2007	21/12/2007
	C2	10/03/2008	14/03/2008
	C3	26/05/2008	30/05/2008

Tableau 1: Dates des campagnes de mesures.

Dans chaque établissement, 3 salles⁴ et un point extérieur ont fait l'objet de mesures de polluants.

1. Les polluants et paramètres mesurés :

1. Le dioxyde d'azote (NO₂) :

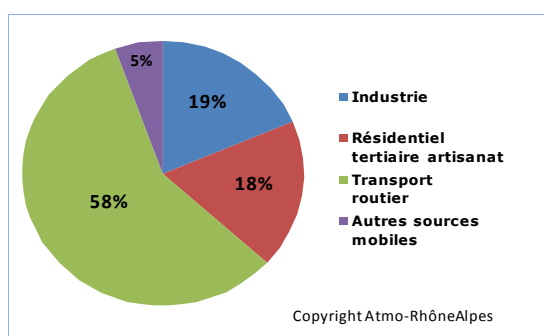


Figure 2 : NO_x - Répartition des émissions par secteur d'activité dans l'environnement extérieur de l'agglomération grenobloise (données 2003).

Ce polluant est présent dans l'environnement extérieur (émissions liées au trafic automobile et aux installations de chauffage) et dans l'environnement intérieur (chauffage, cuisinières). Il est soumis à la réglementation européenne et française concernant l'air ambiant.

Le NO₂ est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

2. Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) :

A l'intérieur, ces molécules sont des marqueurs d'une pollution liée aux activités manuelles (dessin et de collage), excepté pour le benzène. Ce dernier, soumis à la réglementation, ne doit pas entrer dans la composition de produits d'usage courant.

A l'extérieur, ils proviennent de l'automobile et du chauffage au bois, voire d'activités pouvant manipuler ce type de composés. Ainsi, la mesure des concentrations dans une salle de classe permettrait de sensibiliser les enseignants à l'utilisation et au choix des produits utilisés.

Parmi ces polluants, seul le benzène, classé cancérigène par le CIRC, est soumis à la réglementation européenne et française concernant l'air extérieur (valeur limite = 5µg.m⁻³

⁴ A Pont de Claix, l'établissement est constitué de 2 bâtiments séparés. La classe n°3 se situe dans le bâtiment annexe au bâtiment des salles n° 4 et 6.

en 2010) et objectif de qualité = 2 µg.m⁻³). L'AFSSET a publié en 2008 un avis concernant les Valeurs Guides de Qualité de l'Air Intérieur pour ce polluant (voir paragraphe 2.4).

Pour le toluène, l'OMS⁵ préconise une valeur guide pour l'air extérieur de 260 µg.m⁻³ en moyenne journalière.

Les BTEX :

Composés	Sources spécifiques	Effets sur la santé
benzène	Trafic automobile, Chauffage - Tabac, Produits d'entretien	Cancérogène (groupe 1 du CIRC)
toluène	Produits d'entretien	
éthylbenzène	Automobile, cires	
xylènes	Peintures, vernis, colles	

Tableau 2: Origine des BTEX et effets sur la santé (source : OQAI⁶)

3. Les Composés Organiques Volatils :

Le terme Composés Organiques Volatils (COV) désigne un ensemble important de polluants dont les caractéristiques varient selon la nature du COV considéré. La famille des COV regroupe toutes les molécules formées d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures) mais également celles dont les atomes d'hydrogène sont remplacés par d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, ou l'oxygène. La sous-famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupe les molécules qui présentent des chaînes cycliques de noyaux benzéniques.

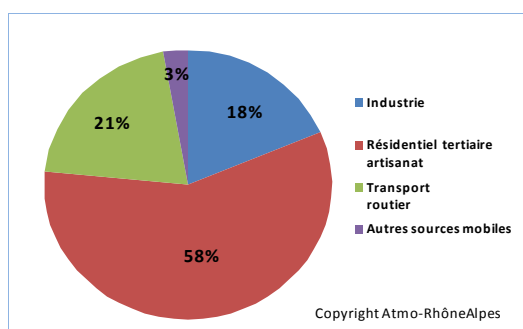


Figure 3 : COVNM - Répartition des émissions par secteur d'activité dans l'environnement extérieur de l'agglomération grenobloise (données 2003).

Ces composés se retrouvent aussi bien dans l'environnement extérieur (émissions de pots d'échappement, industries, combustions ...) que dans l'environnement intérieur (émissions des matériaux, des produits d'entretien, de bricolage ...). Les effets sur la santé sont très variables selon le produit considéré.

Les COV mesurés dans cette étude sont ceux que l'on mesure habituellement dans l'environnement extérieur (annexe 1). Ces composés ont été choisis car ils sont des précurseurs de l'ozone et répondent à la directive 2008/50/CE⁷

Ils ne correspondent pas à tous les composés classés prioritaires à déterminer pour les environnements intérieurs par l'OQAI (annexe 2). S'agissant d'une étude de faisabilité, les mesures permettront de vérifier la faisabilité technique de ces prélèvements et à estimer les temps et périodes (8h ou 24h) de prélèvement à effectuer.

Si ces composés sont définitivement retenus, le laboratoire en charge des analyses au sein de notre organisme devra donc adapter ses techniques d'analyses à ces composés.

4. Les aldéhydes dont le formaldéhyde :

Cette famille de composés fait l'objet de nombreuses études^{a,b,c} concernant l'air intérieur et en particulier dans les établissements scolaires où ils peuvent présenter des niveaux élevés de formaldéhyde. Bien qu'ils soient présents dans l'environnement extérieur (émissions liées aux

⁵ OMS : Organisation Mondiale de la Santé

⁶ OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

⁷ Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe- *Journal officiel n° L152 du 11/6/2006 p.1-44.*

"biocarburants", photochimie), c'est essentiellement dans les environnements intérieurs qu'ils se retrouvent (produits de bricolage et d'entretien, matériaux, fumée de cigarette ...).

Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoire. Il est classé cancérigène certain par la CIRC et l'AFSSET a publié en 2008 un avis concernant les Valeurs Guides de Qualité de l'Air Intérieur pour ce polluant (voir paragraphe 2.4).

Les aldéhydes mesurés sont les suivants :

Composés	Sources spécifiques	Effets sur la santé
Formaldéhyde	Photochimie, photocopieurs, panneaux de particules, de fibres et bois brut, livres neufs, peintures phase solvants, fumée de cigarettes	Cancérigène (Groupe 1 du CIRC), Irritant Nez, gorge, yeux
Acétaldéhyde	Photochimie, Fumée de cigarettes, Panneaux de particules et bois brut,	Irritant des yeux et voies respiratoires supérieures
Propionaldéhyde	Fumée de cigarettes	
Butyraldéhyde	Photocopieurs	
Benzaldéhyde	Peintures phase solvants, Photocopieurs, Parquets traités	Irritant des yeux et voies respiratoires supérieures, Incidence accrue de maladies respiratoires
Isovaléraldéhyde	Parquets traités, Panneaux de particules	
Valéraldéhyde	Livres neufs, Peintures phase solvants, Panneaux de particules	

Tableau 3 : Les aldéhydes mesurés

5. Température, humidité relative et dioxyde de carbone (CO₂) :

A l'intérieur, le CO₂ est produit par l'activité humaine (respiration) et lors d'une combustion à partir de combustibles fossiles (fuel, gaz, charbon ...). Dans les salles de classe c'est essentiellement les rejets de gaz carbonique et de vapeur d'eau par les occupants lorsqu'ils respirent qui est à l'origine de l'augmentation des niveaux de CO₂ et de l'humidité relative. Les niveaux peuvent augmenter très rapidement si l'air de la pièce n'est pas suffisamment renouvelé.

Le gaz carbonique et l'humidité relative sont donc indicateurs du taux de renouvellement d'air pour l'air intérieur. Ils peuvent permettre de mettre en évidence une mauvaise aération pouvant provoquer une accumulation des polluants. L'étude de la décroissance des niveaux de CO₂ en absence de sources (occupants en particulier) permet de vérifier le taux de renouvellement- d'air de la pièce concernée (décroissance lente => taux faible de renouvellement d'air)

Dans un local, une teneur en CO₂ supérieure à 1000 ppm est signe d'un confinement.

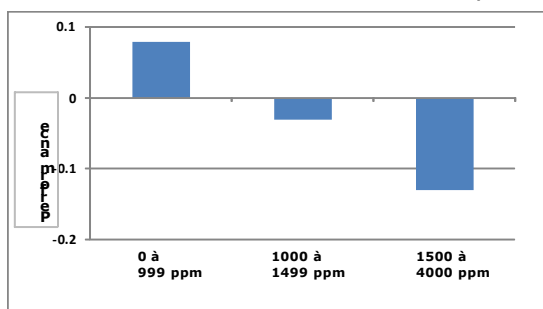


Figure 4 : CO₂ et test de performance (Myhrvold, 1995)

L'augmentation des teneurs en CO₂ dans une salle de classe entraîne une diminution notable des performances des élèves. La figure ci-contre montre une diminution de compréhension d'un texte par les élèves. Cette diminution peut être supérieure à 10% pour les gammes de concentration en CO₂ les plus élevées. Elle débute dès que les niveaux atteignent 1000 ppm.

2. Matériel

1. Mesures par tubes à diffusion passive :

Cette méthode a été utilisée pour la mesure du dioxyde d'azote, des BTEX et des aldéhydes. Dans chaque salle investiguée et à l'extérieur de l'établissement, un tube a été exposé du lundi matin au vendredi soir de chaque campagne. Les concentrations mesurées sont donc des moyennes sur 4,5 jours.

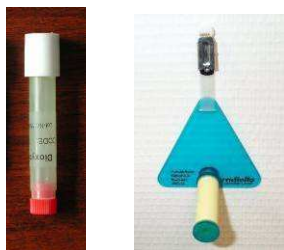


Figure 5: Tubes à diffusion passive (NO₂ et BTEX)

Les tubes utilisés sont :

BTEX : code 145 de la société Radiello®

Aldéhydes : code 165 de la société Radiello®

NO₂ : tubes NO₂ standard de la société PASSAM ag®.

Les analyses ont été effectuées par :

BTEX et aldéhydes : le Laboratoire Inter régional de Chimie (LIC) du Grand Est à l'ASPA (association de surveillance de la qualité de l'air en Alsace).

NO₂ : Société PASSAM ag®⁸.

Les caractéristiques relatives aux techniques d'analyses, précision et limites de détection pour ces mesures sont décrites dans les documents fournis par les différents fournisseurs.

2. Mesures en continu :



Figure 6: mesure du CO₂ et de la température.

Les mesures du CO₂, de la température et de l'humidité relative ont été réalisées en continu au moyen d'un analyseur de type Q-Trak 8552 permettant des mesures sur un pas de temps de 1 minute. Cet appareil est identique à celui utilisé lors des études réalisées dans les écoles et les crèches par les AASQA Rhône-Alpes et lors de l'enquête nationale logements effectuée par l'OQAI.

Par ailleurs, un suivi de la température a été effectué pendant toute la période de mesure sur chaque site des établissements visités à l'aide de thermomètres enregistreur de type Radiello®. Ce suivi a permis d'estimer la température moyenne de chaque salle étudiée (extérieur y compris) sur la période et d'observer dans chaque classe l'effet des périodes d'ouverture et de fermeture des fenêtres sur la température.

3. Mesures par canister :



Figure 7: Canister

Les canisters d'une contenance de 5 litres sont au préalable mis sous vide. Lors de leur ouverture, ils aspirent l'air extérieur à travers une tête de prélèvement permettant de réguler le débit d'aspiration. L'aspiration cesse lorsque la pression à l'intérieur du canister est égale à la pression extérieure. Selon la tête de prélèvement, il est possible de remplir le canister soit en 8 heures, soit en 24 heures.

Des prélèvements par canister ont été effectués sur une période de 8h et 24h dans 1 classe de chaque établissement (de préférence celle recevant les élèves les plus jeunes). Ces prélèvements permettent l'analyse de plusieurs Composés Organiques Volatils.

Après prélèvement, le contenu des canisters est analysé par le laboratoire du GIE Atmo Rhône-Alpes.

⁸ Passam Ag® – CH-8708 Männedorf – Suisse - <http://www.passam.ch>

3. Période de mesures :

Afin d'avoir une bonne représentativité des différentes conditions climatiques (et donc potentiellement d'appréhender la variabilité des températures à l'intérieur des locaux et des taux de ventilation notamment), trois périodes de mesures réparties dans l'année sont retenues.

4. Valeurs guides et valeurs de gestion de qualité de l'air intérieur :

L'Agence française de Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a déterminé en 2007 des Valeurs Guides en Qualité de l'Air Intérieur (VGAI) pour 3 substances : le benzène, le formaldéhyde et le monoxyde de carbone. Ces valeurs guides de qualité de l'air intérieur ont pour principal objectif de fournir une base pour protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et d'éliminer, ou de réduire, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être. Elles serviront de base pour établir les valeurs de gestion de qualité de l'air intérieur qui devraient être définies au début de l'année 2009.

Pour le formaldéhyde, l'AFSSET propose une valeur guide court terme applicable sur 2 heures et une valeur guide applicable sur une exposition long terme fondées sur la prise en compte des irritations oculaires et nasales observées :

- 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 2 heures pour une exposition à court-terme ;
- 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition à long terme.

Ces valeurs sont fondées sur la prise en compte des irritations oculaires et nasales que l'on peut

Pour le benzène, trois valeurs guides correspondant respectivement à des expositions à court, terme, intermédiaire et chronique ont été déterminées :

- VGAI long terme :
 - 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition > 1 an (effets hématologiques non cancérogènes)
 - 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition vie entière (effets hématologiques cancérogènes) ;
- VGAI intermédiaire :
 - 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur un an (effets hématologiques non cancérogènes)
- VGAI court terme :
 - 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 14 jours (effets hématologiques non cancérogènes)

Pour le monoxyde de carbone, 4 valeurs guides permettant de ne pas dépasser le seuil de 2,5% de carboxyhémoglobine dans le sang (niveau à ne pas dépasser pour protéger l'ensemble de la population) ont été définies :

- 10 mg.m^{-3} pour une exposition de 8 heures
- 30 mg.m^{-3} pour une exposition de 1 heure
- 60 mg.m^{-3} pour une exposition de 30 minutes
- 100 mg.m^{-3} pour une exposition de 15 minutes

Les valeurs de gestion de la qualité de l'air concernent essentiellement les établissements recevant du public (ERP) dont font partie les établissements scolaires. Ces valeurs fixeront les seuils à respecter et au dessus desquels des actions correctives devront être prévues.

Elles seront certainement amenées à évoluer dans le temps afin d'atteindre ou de s'approcher progressivement des valeurs guides de l'AFSSET.

Un décret fixant ces valeurs et précisant les actions à mener devrait être publié prochainement.

3. Résultats

1. Les visites des établissements :

Chaque visite a fait l'objet d'un compte rendu individuel (annexes 4 à 7).

1. L'environnement extérieur :

Il peut influencer fortement sur les niveaux de polluants que l'on peut retrouver à l'intérieur dans les salles de classe. La proximité d'un axe de circulation important, d'un site industriel, d'une chaufferie ou d'une installation même de moindre taille susceptible d'émettre des polluants telle que pressing, station d'essence, imprimerie peut contribuer à une augmentation significative des niveaux de pollution à l'intérieur de l'établissement.



Figure 8 : L'école de La Rampe située sur un parking "silo".

Deux sites sont potentiellement sous l'influence de sources éventuelles : L'école Jean Moulin située au nord de la plate forme chimique du Pont de Claix et l'école de la rampe située au dessus d'un parking type "silo".

L'école Louis Armand ainsi que la crèche Léa Blain semblent moins concernées par des sources de pollution de proximité.

L'environnement extérieur peut influencer la qualité de l'air à l'intérieur des classes.

2. Les aspects généraux du bâtiment :

Ces aspects concernent aussi bien l'extérieur que l'intérieur du bâtiment. Les phases d'entretien (isolation, peinture ...), les réaménagements (modifications de destination des salles) ou les agrandissements sont souvent à l'origine de modifications importantes dans le principe de fonctionnement général du bâtiment.



Figure 9 : Rehaussement de toit d'un bâtiment.

Le fait le plus marquant que nous ayons rencontré au cours de nos visites concerne l'école Louis Armand dont le toit qui se présentait à l'origine sous la forme d'une terrasse a été surélevé. La cheminée de la chaufferie jouxtant le bâtiment n'a quant à elle pas subi de modification. Elle ne dépasse donc pas le faitage du toit comme le prévoit la réglementation (40 cm)^L.

Une bonne qualité de l'air nécessite une vision globale de la construction.

Ces aspects sont fréquemment rencontrés dans de nombreuses constructions, qu'elles soient à gestion publique ou privée. Ils montrent bien la nécessité d'une vision globale de la construction dans laquelle chaque élément a des contraintes et est dépendant d'autres facteurs.

3. Le renouvellement d'air :

Au cours de ces visites, nous avons pu présenter aux Directeurs d'établissement et au responsable des services techniques municipaux en charge de ces établissements les points qui pouvaient être améliorés. Les principales observations concernent essentiellement les systèmes de renouvellement d'air.

Ceux-ci peuvent se présenter sous différentes formes :

1. ventilation naturelle :

C'est le cas dans les établissements les plus anciens. L'apport d'air neuf provenant de l'extérieur est assuré par la perméabilité du bâtiment (fenêtres non hermétiques, perméabilité des murs ...). Ce dispositif peut être complété par des entrées d'air neuf situées en partie basse des salles de classe ou des locaux communs et des sorties d'air vicié situées en partie haute de ces mêmes pièces.



Figure 10: Humidité sur les fenêtres liée au manque d'aération.

Ce système est celui en place dans les écoles Jean Moulin et Louis Armand.

A l'école J. Moulin, les fenêtres des salles de classe ont été remplacées par des fenêtres beaucoup plus étanches par soucis d'économies d'énergie, ne permettant plus le passage de courant d'air nécessaire à une bonne ventilation.

Le calfeutrement des bâtiments dans le but d'économiser l'énergie est souvent à l'origine d'un défaut de renouvellement d'air.

2. Ventilation mécanique contrôlée (VMC) :

Ventilation simple flux :

Le principe de fonctionnement consiste à aspirer l'air neuf (propre) provenant de l'extérieur à travers des entrées d'air souvent situées sur les fenêtres des classes. Un extracteur d'air mécanique (VMC) placé dans les pièces dites humides (sanitaires) rejette l'air des salles de classe vers l'extérieur.

L'école de La Rampe est équipée par un système de ventilation mécanique simple flux. Dans cette école, les fenêtres et ouvertures donnant vers l'extérieur ne disposent pas d'ouverture permettant l'introduction d'air. De ce fait, alors que l'extraction d'air s'effectue correctement par le système de VMC, l'absence d'entrée d'air crée une dépression permanente dans les locaux.

Pour fonctionner correctement, une VMC nécessite des entrées et des extractions d'air libres de tous obstacles.

Ventilation double flux :

Basé sur le même principe que la VMC simple flux, l'air admis dans les salles de classe est au préalable réchauffé en passant dans un échangeur de chaleur. Les bouches d'admission d'air neuf ne sont plus situées sur les ouvrants extérieurs mais disposées (au plafond ou sur un mur) dans chaque salle de classe.

Ce système équipait à l'origine la crèche Léa Blain. Lors des travaux d'agrandissement de la crèche, les nouvelles salles ont été équipées d'une VMC simple flux qui fonctionnent apparemment correctement aujourd'hui mais l'ancien système de VMC n'a pas été raccordé au nouveau et est aujourd'hui complètement arrêté. Une partie des salles n'a donc plus de renouvellement d'air.

Dans le cas d'utilisation d'un système de renouvellement d'air par VMC (simple flux ou double flux), des débits d'extraction d'air doivent être appliqués (annexe 3)

3. L'aération des locaux par l'ouverture des fenêtres :

L'ouverture des fenêtres lors des interclasses et de la pratique d'activités "polluantes", peut être un palliatif efficace au manque de renouvellement d'air. A noter toutefois que l'aération par ouverture des fenêtres ne permet pas une ventilation correcte des locaux en toute circonstance. En effet, aucune maîtrise des débits de renouvellement d'air n'est possible avec un tel dispositif. Les exigences liées à la notion de "volume/occupant" du Code du Travail et du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSD TYPE) interdisent de fait l'aération par usage unique d'ouverture des fenêtres dans de nombreux locaux des bâtiments d'enseignement, notamment du fait de la réduction du volume des salles par occupant.

L'ouverture systématique des fenêtres lors des interclasses n'est pas pratiquée régulièrement par les enseignants.

4. Les matériaux de construction :

Le choix des matériaux de construction joue un rôle important sur la qualité de l'air intérieur. Certains d'entre eux peuvent émettre de nombreux polluants pendant des périodes très longues (peintures, colles, bois agglomérés ...), d'autres sont favorables à l'accumulation de polluants principalement d'origine animale (moquette).

Hormis à J. Moulin ou plusieurs dalles au sol sont abimées, ce qui selon leur composition risque d'entraîner un relargage d'amiante, nous n'avons pas rencontré lors de nos visites de matériaux particulièrement visés par ce genre d'émissions. Les bâtiments sont construits de façon traditionnelle avec des matériaux considérés comme inertes du point de vue des émissions (béton, carrelage ...). Les parois et les sols ne sont par recouverts de moquettes ou de matériaux susceptibles de jouer un rôle accumulateur de germes ou de biocontaminants.

[RSD TYPE]^f " La ventilation des locaux peut être soit mécanique ou naturelle par conduits, soit naturelle pour les locaux donnant sur l'extérieur, par ouverture de portes, fenêtres ou autres ouvrants ".

[Code du Travail] " L'aération exclusive par ouverture de fenêtres ou autres ouvrants donnant directement sur l'extérieur est autorisée si le volume par occupant est égal ou supérieur à :
- a) 15m³ pour les bureaux ainsi que pour les locaux où est effectué un travail physique léger,

RSD : Règlement Sanitaire Départemental.

Ouvrez les fenêtres pendant les récréations, à la fin de la classe et après avoir pratiqué des activités de dessin et de bricolage.

Evitez la moquette, le bois aggloméré dans les écoles.

Veillez au bon entretien du bâtiment.

5. Les salles de classe :

Les salles de classes jouent souvent plusieurs rôles :

- accueil des élèves,
- stockage de matériel,
- salle d'exposition pour les travaux réalisés par les élèves,
- atelier de peinture et de travail manuel.

Toutes ces activités peuvent être à l'origine d'émissions plus ou moins importantes de polluants. A ces polluants viennent s'ajouter ceux provenant de l'extérieur, du mobilier et des matériaux de construction.

Il n'est évidemment pas possible de supprimer l'ensemble de ces sources mais, quelques actions simples peuvent permettre d'en réduire les effets.

1. Le stockage :



Figure 11 : Le stockage dans les salles de classe.

Le stockage concerne essentiellement le matériel de peinture, la colle, les feutres et l'ensemble des produits qui peuvent être utilisés lors de la pratique d'activités manuelles.

Deux établissements disposent de placards de stockage à l'extérieur des classes (L. Blain et J. Moulin). Dans les deux autres établissements, le matériel est stocké pour l'un dans le couloir (L. Armand) et à La Rampe directement dans chaque classe.

Les produits stockés, même s'ils sont prévus pour être utilisés par des enfants, émettent en permanence des polluants susceptibles de présenter un risque pour la santé (éther de glycol par exemple). Il est donc fortement conseillé de les stocker à l'extérieur des salles de classe (si possible dans un lieu bien aéré), de vérifier régulièrement que les récipients sont bien fermés et de se débarrasser des produits usagés ou dont on n'a plus l'utilité.

2. Le mobilier :

Concernant le mobilier présent dans les classes, il est encore très

Classe	Méthode d'essai	
	NF EN 120 Teneur	NF ENV 717-1 Dégagement
E1	≤ 8 mg/ 100g de panneau sec	≤ 0,124 mg/ m ³ d'air.
E2	≥ 8 mg/ 100g de panneau sec et ≤ 30 mg / 100 g panneau sec	≥ 0,124 mg/ m ³ d'air.

Tableau 4 : Classes de dégagement / teneur en formaldéhyde - Norme NF EN 312

difficile de trouver des matériaux produisant moins d'émission de polluants^e. Des travaux sont actuellement en cours pour développer des critères de choix.

La norme NF EN 312 (février 2004) définit deux classes en termes de dégagement ou de teneur en formaldéhyde pour les panneaux de particules.

Les émanations de gaz polluants, dont le formaldéhyde, sont beaucoup plus importantes lorsque le mobilier est neuf (odeur caractéristique piquante) et les premiers jours lors de l'application de peintures ou produits divers.

Limitez le stockage du matériel de peinture et d'activités manuelles dans les salles de classe.

Bientôt de nouvelles normes sur les émissions de polluants par les matériaux.

L'équipement en nouveaux matériels des salles de classe (bureaux, chaises, placards) et les travaux de rénovation (peinture, revêtement de sol ...) doivent de préférence être effectués en début de congés scolaire afin de permettre une bonne aération des locaux avant que les élèves ne soient présents.

Prévoyez d'équiper les classes dès le début des vacances scolaires.

Le stockage de mobilier à l'air libre (préau) avant installation dans les classes permet d'éliminer une bonne partie de ces polluants.

3. L'exposition des travaux :



Figure 12 : Présentation des travaux dans une salle de classe.
 ~~suspendus au plafond~~
 ~~totalément~~
 ~~la~~

En règle générale, ces travaux sont exposés immédiatement après leur réalisation, c'est-à-dire au moment où ils sont susceptibles d'émettre le plus de polluants en raison de l'évaporation des composés utilisés.

Lors de nos visites, plusieurs salles de classe présentaient de nombreux travaux affichés sur les murs ou Il semble difficile de supprimer présence de dessins ou collages dans la salle de classe mais il paraît raisonnable d'en limiter le nombre.

Apprenez aux élèves à fermer feutres et pots de peinture quand ils ne sont pas utilisés.

Faites sécher les dessins en dehors de la salle de classe avant de les exposer et limitez-en le nombre.

Afin de diminuer les émanations, il est souhaitable, dans un premier temps de disposer pendant quelques heures (jours) les éléments à afficher dans un local aéré en dehors de la salle de classe.

6. Aspects par établissements

Sans présenter un caractère exhaustif, le tableau suivant reprend les principales observations que nous avons pu faire dans les établissements visités :

	La Rampe	J. Moulin	L. Blain	L. Armand
Environnement extérieur	Influence potentielle du parking	Influence potentielle de la zone industrielle	Parking en face de la porte d'entrée	Cheminée de la chaufferie accolée non conforme
Ventilation	Défaut d'entrées d'air	Ventilation naturelle rendu inefficace par le changement des fenêtres	Deux systèmes incompatibles	Ventilation naturelle. Nécessite une ouverture des fenêtres fréquente
Matériaux de construction	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique
Stockage	Dans les classes	Dans une salle spécifique	Dans un local spécifique	Dans le couloir
Salles de classes	Un peu d'humidité De nombreux dessins affichés	Des dalles de sol décollées (risque amiante?)	Pas de risque spécifique	Pas de risque spécifique

- Risque potentiel mais non observé
- Pas de risque identifié
- Respect des recommandation mais d'autres polluants peuvent être présents
- Gêne pouvant être ressentie sous certaines conditions
- Qualité de l'air pouvant présenter une gêne ou un risque pour la santé
- Qualité de l'air entraînant une gêne ou un risque réel.

Ce constat résulte des visites des établissements au cours desquelles seules des investigations visuelles ont été effectuées. Les résultats des campagnes de mesures permettront certainement d'affiner ce diagnostic.

D'autres contrôles, que nous ne pouvons effectuer, concernant la mesure des débits d'extraction d'air pour les écoles équipées d'une VMC, permettraient un diagnostic complet de ces systèmes.

2. Les campagnes de mesures :

1. Le dioxyde de carbone (CO₂):

1. Evolution journalière :

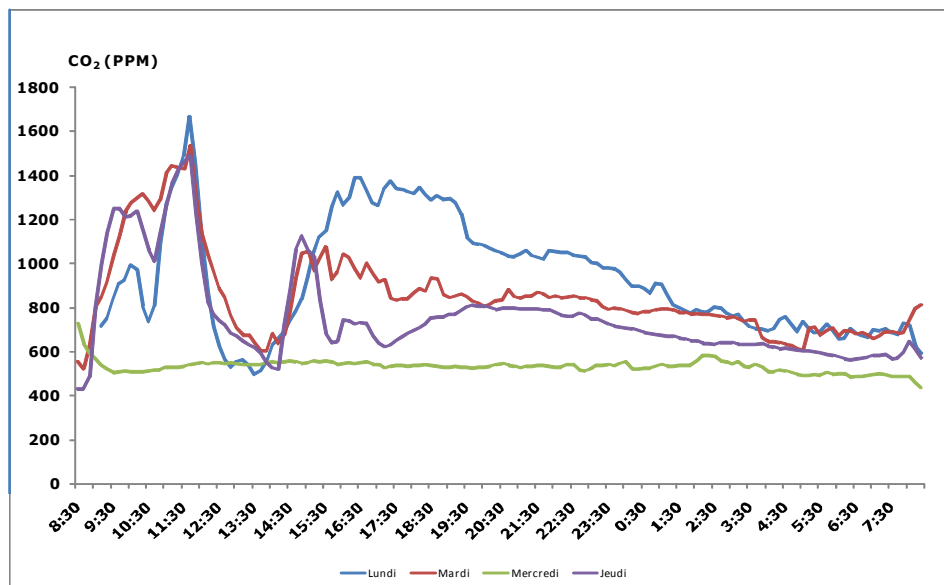


Figure 13 : Evolution des teneurs en CO₂ au cours de différentes journées dans une salle de classe.

Les courbes ci-dessus représentent l'évolution des concentrations en dioxyde de carbone dans une des classes étudiées pour différents jours de la semaine (lundi au jeudi).

Quelque soit l'établissement considéré, les courbes présentent les mêmes caractéristiques avec une augmentation très rapide des concentrations lorsque les élèves séjournent dans la classe et une diminution relativement lente lorsqu'ils quittent la salle.

La vitesse de décroissance des niveaux de CO₂ en fin de journée, en l'absence de toutes sources, est fortement liée au taux de renouvellement d'air de la classe étudiée.

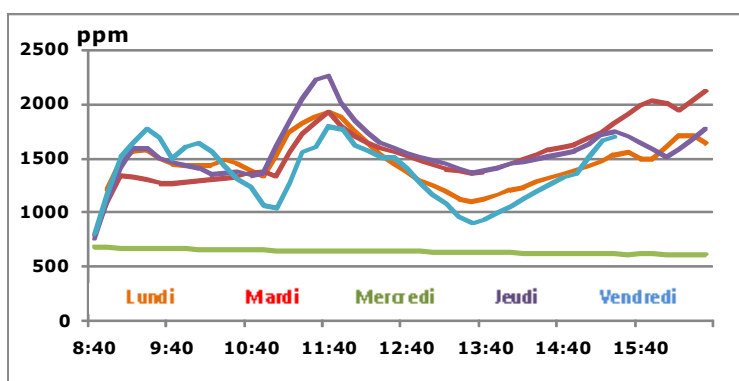
Si la tendance globale des courbes est similaire, on peut observer de grandes différences selon les établissements durant les périodes de classe.

L'ouverture des fenêtres, un complément indispensable à la ventilation des bâtiments ...

2. Les niveaux mesurés dans les différentes classes :

De façon à alléger la lecture des graphiques, nous n'avons présenté les résultats que d'une seule campagne de mesure pour chaque classe ayant fait l'objet d'un suivi en continu des concentrations en CO₂. On peut noter toutefois que pour un même établissement, les courbes sont très semblables quelque soit la saison.

Ecole Louis Armand :



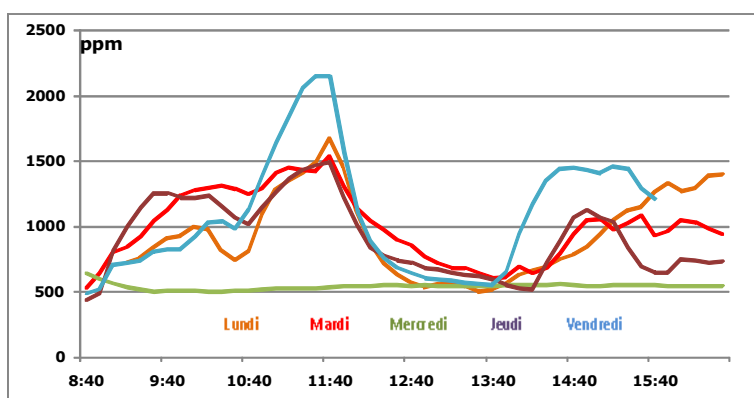
On observe une augmentation rapide des niveaux de CO₂ dès la rentrée des élèves dans la salle de classe à 8h30.

Lors de la récréation du matin, la faible diminution des niveaux de CO₂ montre que les fenêtres n'ont pas été ouvertes. On observe donc une nouvelle augmentation encore plus importante en fin de matinée.

La décroissance relevée entre 11h30 et 13h30 ne permet pas d'abaisser les niveaux de CO₂ en dessous de la valeur 1000 ppm, ce qui entraîne des niveaux encore plus importants dans l'après midi.

Cette situation est tout à fait typique d'un bâtiment ne possédant pas de renouvellement d'air et dont les classes ne sont pas aérées par ouverture des fenêtres.

Ecole Jean Moulin :



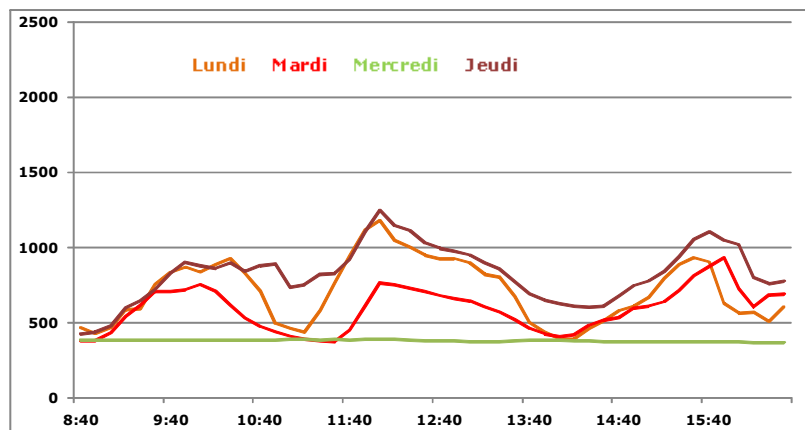
Dioxyde de carbone :

Des niveaux qui peuvent varier très rapidement.

Tout comme l'école Louis Armand, les niveaux de CO₂ augmentent rapidement en début de matinée pour se stabiliser vers 10h30 (heure de la récréation) et ensuite recommencer leur progression jusqu'à 11h30. On observe dans cette situation une décroissance très marquée des niveaux entre 11h30 et 13h30 qui peut être liée soit à l'ouverture des fenêtres pendant la pause de midi, soit à une perméabilité de l'enveloppe du bâtiment très importante. Vers 13h30, quand les élèves rentrent en classe,

les niveaux de CO₂ dans la salle sont équivalents à ceux mesurés à l'extérieur. En fin de journée, les niveaux maximums sont nettement moins élevés que ceux de l'école L. Armand.

Ecole de La Rampe :

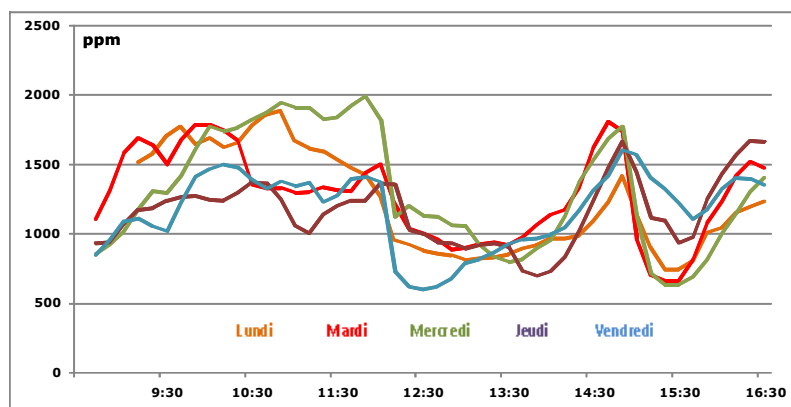


* vendredi, l'appareil de mesure a été déplacé, pas de valeurs disponibles.

Dans cet exemple, on constate que les fenêtres sont ouvertes très fréquemment à chaque inter classe. Les concentrations de CO₂ sont moindres. L'augmentation des niveaux entre 11h30 et 13h30 s'expliquent par le fait que cette école dispose d'une cantine et que de nombreux élèves sont présent durant cette période.

L'ouverture des fenêtres, un complément indispensable à la ventilation des bâtiments ...

Crèche Léa Blain :







La concentration en CO₂ de la classe est variable d'un jour à l'autre. Deux journées (lundi et mercredi dans cet exemple) présentent des niveaux plus élevés en matinée. Cela peut être lié à une différence d'emploi du temps au cours de ces matinées. L'après midi par contre, l'emploi du temps des enfants semble plus régulier avec deux périodes de présence dans la salle entrecoupées par une récréation plus longue que dans les écoles. Le retour à des concentrations proches de celles mesurées à l'extérieur lors des périodes d'absence des enfants montre que les portes et fenêtres sont ouvertes régulièrement.

3. L'exposition au CO₂ des élèves :

Comme nous l'avons déjà précisé dans les paragraphes précédents, la limite de concentration de 1000 ppm de CO₂ à ne pas dépasser est couramment admise pour définir les débits de renouvellement d'air réglementaires (RSDT, 1978).

Pour chaque classe équipées d'une mesure en continue du CO₂, nous avons calculé les pourcentages de temps durant lesquels les élèves étaient soumis à des teneurs supérieures à 1000 ppm. Ces temps sont calculés pour les journées de présence des élèves dans la classe (lundi, mardi, jeudi, vendredi pour les écoles primaires et du Lundi au vendredi pour la crèche Léa Blain. Les taux tiennent compte des trois campagnes de mesure.

Établissement	La Rampe	J. Moulin	L. Blain	L. Armand
% temps	27 %	42 %	59 %	94 %
Situation				




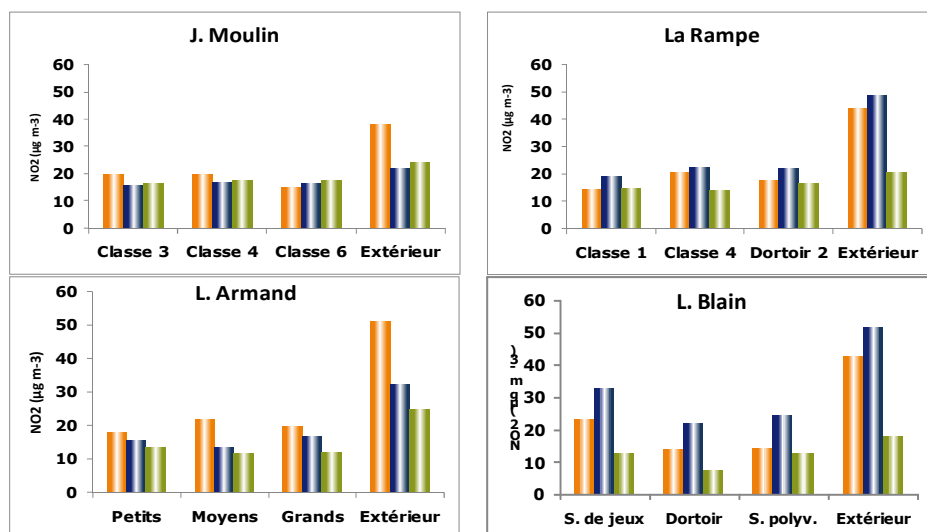
-  Gêne pouvant être ressentie sous certaines conditions
-  Qualité de l'air pouvant présenter une gêne ou un risque pour la santé
-  Qualité de l'air entraînant une gêne ou un risque réel.

Tableau 5 : Pourcentage de temps durant lesquels les élèves sont exposés à des teneurs > 1000 ppm.

Les résultats obtenus montrent des temps d'exposition très importants dans 3 classes sur les 4 étudiées. Dans une des classes, les élèves sont pratiquement toujours exposés à des concentrations de CO₂ > 1000 ppm.

Lors de nos différentes visites, nous avons mis en évidence les défauts de fonctionnement des systèmes de renouvellement d'air sur l'ensemble des sites visités. Ce constat est largement confirmé par les mesures de CO₂ que nous avons effectuées.

2. Le dioxyde d'azote :



Campagne 1	Novembre - Décembre 2007
Campagne 2	Février - Mars 2008
Campagne 3	Mai - Juin 2008

Figure 14 : Dioxyde d'azote - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison.

NO2 (µg m-3)		C1	C2	C3	Moyenne
J. Moulin	Classe 3	20.0	15.7	16.4	17.2
	Classe 4	19.9	16.8	17.5	
	Classe 6	14.8	16.5	17.5	
	Extérieur	38.4	21.9	24.5	
La Rampe	Classe 1	14.5	19.1	14.9	18.0
	Classe 4	20.5	22.4	14.1	
	Dortoir 2	17.9	22.2	16.5	
	Extérieur	44.0	48.8	20.4	
L. Blain	S. de jeux	23.2	32.6	12.5	18.1
	Dortoir	14.1	21.9	7.3	
	S. polyv.	14.4	24.5	12.6	
	Extérieur	42.8	51.6	18.1	
L. Armand	Petits	18.1	15.4	13.4	15.8
	Moyens	21.9	13.5	11.5	
	Grands	19.6	17.0	12.0	
	Extérieur	51.0	32.1	25.0	

Tableau 6 : NO₂ - Récapitulatif des résultats.

Taux de pénétration :

NO2 (µg m-3)	C1	C2	C3	moyenne
J. Moulin	0.47	0.75	0.70	0.61
La Rampe	0.40	0.44	0.74	0.48
L. Blain	0.40	0.51	0.60	0.48
L. Armand	0.39	0.48	0.49	0.44

Tableau 7 : NO₂ - Rapport C_{int} / C_{ext}

se distingue par un rapport plus élevés qui montre que cet établissement subit un peu moins l'influence de l'extérieur. La classe où ont été effectuées les mesures est éloignée de toute circulation automobile.

Ces résultats correspondent bien à ceux trouvés dans d'autres études qui mettent en évidence l'influence des concentrations relevées à l'extérieur sur les niveaux trouvés à l'intérieur^{g,h,i}.

Pour chaque établissement, les niveaux de dioxyde d'azote mesurés à l'intérieur sont toujours inférieurs à ceux mesurés à l'extérieur.

Au sein d'un même établissement, les niveaux sont bien corrélés aux niveaux extérieurs (0,89 > r > 0,99)⁹ et on observe très peu de variation entre les classes d'un même établissement.

3 établissements (L. Armand, L. Blain, La Rampe) présentent des rapports concentration intérieure / concentration extérieure (taux de pénétration) identiques. L'école J. Moulin

Dioxyde d'azote :

Un polluant qui provient de l'extérieur.

⁹ il ne s'agit que d'une estimation grossière en raison du très faible nombre d'échantillons.

3. Le Benzène :

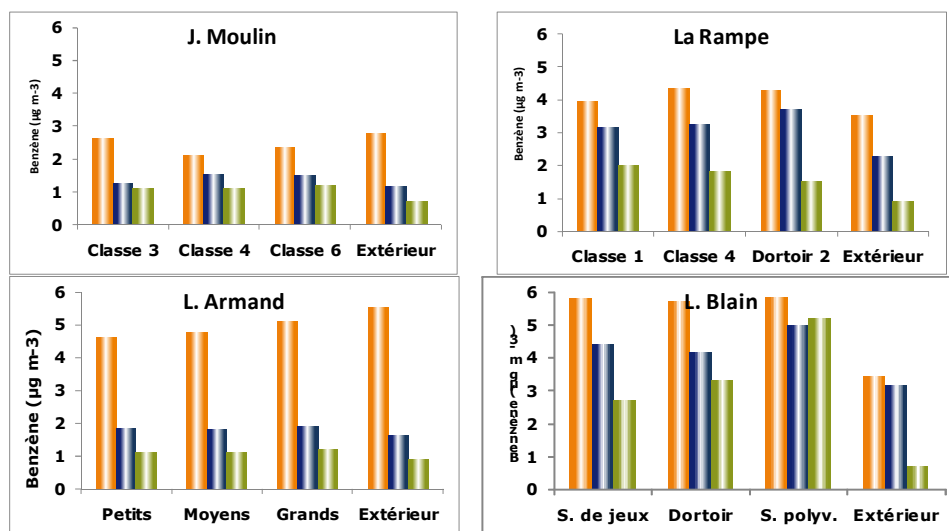


Figure 15 : Benzène - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison.

Campagne 1	Novembre - Décembre 2007
Campagne 2	Février - Mars 2008
Campagne 3	Mai - Juin 2008

Benzène (µg m ⁻³)		C1	C2	C3	Moyenne
J. Moulin	Classe 3	2.6	1.3	1.1	1.6
	Classe 4	2.1	1.5	1.1	
	Classe 6	2.3	1.5	1.2	
	Extérieur	2.8	1.2	0.7	
La Rampe	Classe 1	4.0	3.2	2	3.1
	Classe 4	4.3	3.3	1.8	
	Dortoir 2	4.3	3.7	1.5	
	Extérieur	3.5	2.3	0.9	
L. Blain	S. de jeux	5.8	4.4	2.7	4.7
	Dortoir	5.7	4.1	3.3	
	S. polyv.	5.8	5.0	5.2	
	Extérieur	3.4	3.2	0.7	
L. Armand	Petits	4.6	1.8	1.1	2.6
	Moyens	4.8	1.8	1.1	
	Grands	5.1	1.9	1.2	
	Extérieur	5.5	1.6	0.9	

Tableau 8 : Benzène - Récapitulatif des résultats.

Les résultats obtenus sont inférieurs aux valeurs guides fixées par l'AFSSET et devraient donc respecter les valeurs de gestion qui seront définis au début 2009 (voir page 7).

Les résultats obtenus dans les écoles de Bruxelles (projet PEOPLE^j) sont inférieurs à ceux que nous obtenons (moyenne 1,6 µg m⁻³) alors que les niveaux extérieurs sont semblables.

Taux de pénétration :

Benzène (µg m ⁻³)	C1	C2	C3	moyenne
J. Moulin	0.84	1.22	1.62	1.05
La Rampe	1.20	1.50	1.96	1.40
L. Blain	1.69	1.42	5.33	1.92
L. Armand	0.87	1.13	1.26	0.97

Tableau 9 : Benzène - Rapport C_{int} / C_{ext}

Les taux de pénétration varient d'un établissement à l'autre et présente des valeurs largement supérieures ou proches de 1. Ils confirment bien la présence de sources intrinsèques¹⁰ au moins pour les deux établissements présentant les valeurs les plus élevées.

Les niveaux de benzène mesurés dans les différentes salles de classe sont presque tous supérieurs à ceux mesurés à l'extérieur (sauf à Jean Moulin lors de la 1^{ère} campagne). Ils sont très bien corrélés aux niveaux extérieurs (0,84 > r > 1,00)⁹ ce qui tend à montrer une contribution non négligeable de l'extérieur. On observe très peu de variation entre les classes d'un même établissement.

Benzène :

Des niveaux plus élevés à l'intérieur qu'à l'extérieur, mais une contribution de l'extérieur non négligeable.

Les valeurs guides de l'AFSSET ne sont pas atteintes.

¹⁰ Le benzène ne devrait plus être présent dans les produits d'entretien de bricolage et de construction destinés au public, même si des traces peuvent encore être trouvées dans ces produits. Il s'agit, normalement d'impuretés. Sa présence reste autorisée pour les produits réservés aux professionnels, en particulier certains produits d'entretien, ce qui pourrait expliquer les niveaux mesurés dans les écoles.

4. Le toluène :

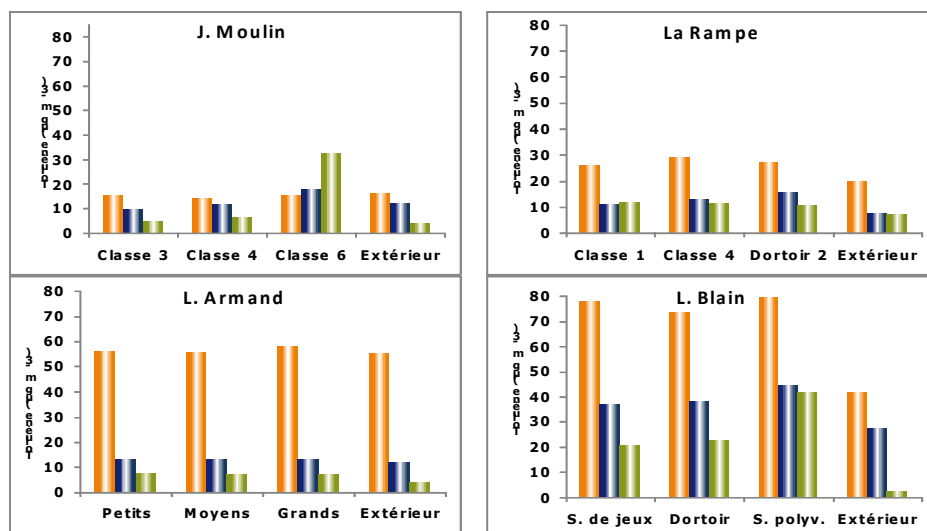


Figure 16 : Toluène - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison

Campagne 1	Novembre - Décembre 2007
Campagne 2	Février - Mars 2008
Campagne 3	Mai - Juin 2008

En général, les concentrations à l'intérieur et à l'extérieur sont semblables et suivent les mêmes variations entre les 3 campagnes. Seule la crèche Léa Blain présente des niveaux intérieurs très nettement supérieurs à ceux de l'extérieur.

Toluène (µg m ⁻³)		C1	C2	C3	Moyenne
J. Moulin	Classe 3	15,4	9,6	4,5	14,1
	Classe 4	13,8	11,6	6,1	
	Classe 6	15,5	17,5	32,4	
	Extérieur	16,0	12,0	3,4	
La Rampe	Classe 1	25,7	10,8	11,7	17,1
	Classe 4	28,8	12,8	11,2	
	Dortoir 2	27,1	15,1	10,5	
	Extérieur	19,6	7,5	6,9	
L. Blain	S. de jeux	77,9	36,9	20,4	48,2
	Dortoir	73,0	37,7	22,9	
	S. polyv.	79,2	44,5	41,3	
	Extérieur	41,8	27,3	2,5	
L. Armand	Petits	55,8	13,2	7,4	25,5
	Moyens	55,4	12,8	6,8	
	Grands	57,7	13,1	7	
	Extérieur	55,3	11,6	4,1	

Tableau 10 : Toluène - Récapitulatif des résultats

Tout comme pour le benzène, les valeurs relevées à l'intérieur sont bien corrélées à celles de l'extérieur ($0,90 < r < 1,00$) sauf à J. moulin où la valeur relevée au cours de la 3^{ème} campagne dans la classe 6 diverge des autres données sans que l'on puisse expliquer cet écart.

Toluène :

Des concentrations influencées par l'extérieur auxquelles peuvent s'ajouter des sources internes à l'établissement.

Les niveaux mesurés dans les classes d'un même établissement présentent peu de variation entre elles.

Les niveaux élevés relevés à Léa Blain peuvent être liés à un usage plus intensif de produits d'entretien du fait que cet établissement est une crèche et demande donc un suivi plus régulier. Des travaux de rénovation de façade sur un immeuble voisin de l'école Louis Armand pourraient expliquer les niveaux élevés relevés lors de la 1^{ère} campagne dans cet établissement.

Taux de pénétration :

Toluène (µg m ⁻³)	C1	C2	C3	moyenne
J. Moulin	0,93	1,07	4,22	1,34
La Rampe	1,39	1,73	1,61	1,51
L. Blain	1,84	1,46	11,28	2,02
L. Armand	1,02	1,12	1,72	1,08

Tableau 11 : Toluène - Rapport C_{int}/C_{ext}

Le tableau des taux de pénétration présente les mêmes caractéristiques que celui correspondant aux mesures de benzène (sauf L. Blain) et confirme la présence de sources intérieures.

5. Les xylènes :

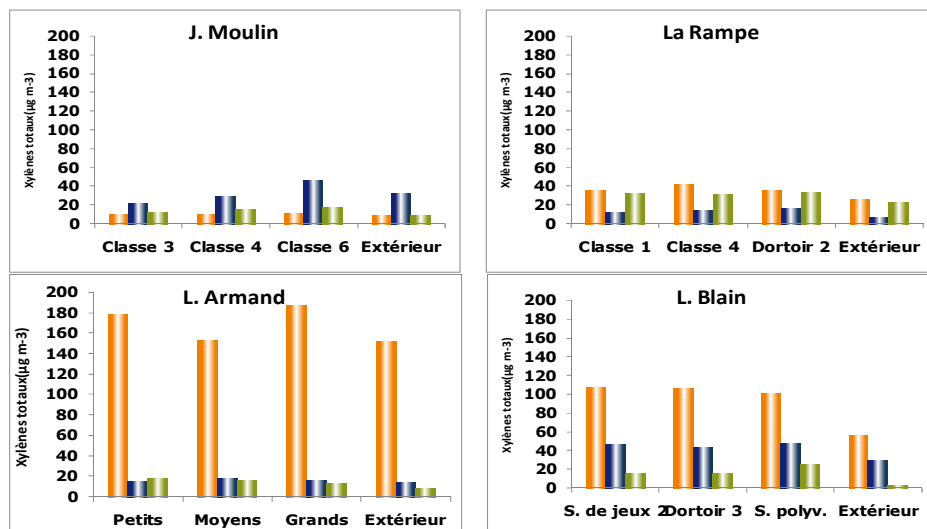


Figure 17 : Xylènes - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison

Campagne 1	Novembre - Décembre 2007
Campagne 2	Février - Mars 2008
Campagne 3	Mai - Juin 2008

Les concentrations à l'intérieur sont fortement liées à celles mesurées à l'extérieur ($0,98 < r < 1,00$)⁹. Elles sont légèrement plus élevées ce qui peut être lié soit à la présence d'une source à l'intérieur (source relativement faible), soit à un phénomène de concentration du polluant.

Xylènes totaux (µg m ⁻³)	C1	C2	C3	Moyenne	
J. Moulin	Classe 3	9,8	21,3	12,2	19,0
	Classe 4	9,7	29,4	14,7	
	Classe 6	11,1	46,0	16,8	
	Extérieur	9,1	31,9	9,1	
La Rampe	Classe 1	34,6	11,6	32,6	27,6
	Classe 4	41,4	13,7	30,8	
	Dortoir 2	35,2	16,0	32,7	
	Extérieur	25,1	7,0	23,0	
L. Blain	S. de jeux	107,1	46,3	15,5	56,6
	Dortoir	106,1	44,1	16,0	
	S. polyv.	100,7	47,9	25,9	
	Extérieur	56,2	29,7	2,5	
L. Armand	Petits	178,7	14,4	18,4	68,1
	Moyens	152,9	17,0	15,4	
	Grands	187,2	15,9	12,9	
	Extérieur	151,9	13,5	8,2	

Tableau 12 : Xylènes - Récapitulatif des résultats

Taux de pénétration :

Xylènes totaux (µg m ⁻³)	C1	C2	C3	moyenne
J. Moulin	1,11	1,01	1,60	1,14
La Rampe	1,47	1,96	1,39	1,50
L. Blain	1,86	1,55	7,65	1,92
L. Armand	1,14	1,17	1,90	1,18

Tableau 13 : Xylènes - Rapport C_{int}/C_{ext}

la présence de source (relativement faibles quand même) de composés organiques volatils à l'intérieur des établissements.

A noter les niveaux nettement plus élevés à Louis Armand lors de la 1^{ère} campagne. Cette différence ne peut pas être expliquée par l'utilisation de peintures ou produits de bricolage dans la mesure où les niveaux extérieurs sont eux aussi plus élevés. Ils pourraient être liés à des travaux effectués dans le voisinage proche.

Xylènes :

Une forte influence des niveaux extérieurs et une forte variabilité entre les saisons et les établissements.

6. Le formaldéhyde :

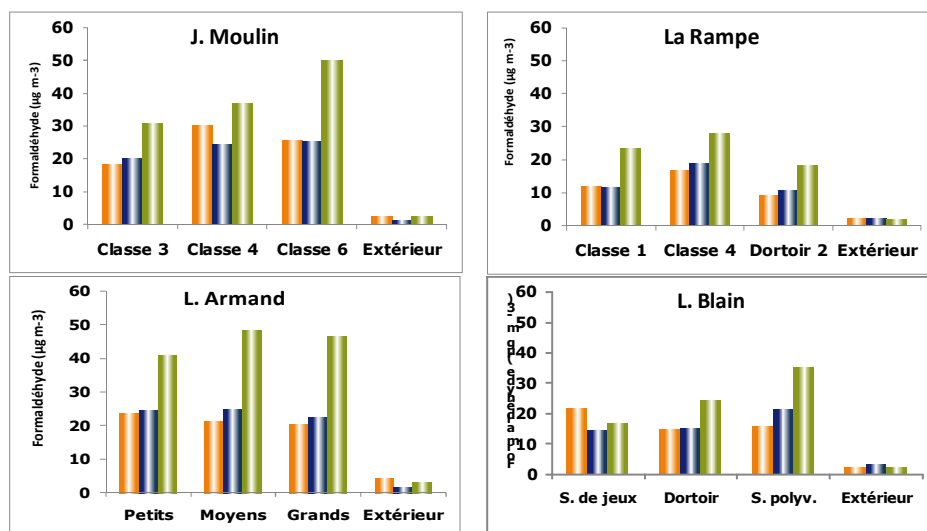


Figure 18 : Formaldéhyde - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison

Campagne 1	Novembre - Décembre 2007
Campagne 2	Février - Mars 2008
Campagne 3	Mai - Juin 2008

Quel que soit l'établissement surveillé, les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les classes sont très largement supérieures à celles mesurées à l'extérieur.

Formaldéhyde (µg m ⁻³)		C1	C2	C3	Moyenne
J. Moulin	Classe 3	18,1	20,2	30,7	29,0
	Classe 4	30,0	24,3	36,8	
	Classe 6	25,6	25,1	49,9	
	Extérieur	2,4	0,9	2,5	
La Rampe	Classe 1	11,9	11,5	23,2	16,4
	Classe 4	16,7	18,7	27,9	
	Dortoir 2	9,0	10,7	18	
	Extérieur	2,3	2,3	1,5	
L. Blain	S. de jeux	21,4	14,3	16,9	19,7
	Dortoir	14,6	14,9	24	
	S. polyv.	15,4	21,2	34,8	
	Extérieur	2,2	3,1	2,3	
L. Armand	Petits	23,6	24,4	40,7	30,3
	Moyens	21,2	24,8	48,4	
	Grands	20,2	22,4	46,6	
	Extérieur	4,4	1,4	3	

Tableau 14 : Formaldéhyde - Récapitulatif des résultats.

campagnes mais certaines salles présentent des niveaux proches de cette valeur. Les salles présentant les valeurs les plus élevées devront être surveillées avec attention afin de vérifier le respect des valeurs de gestion qui devraient être publiées au début de l'année 2009.

Taux de pénétration :

Les concentrations relevées à l'extérieur sont très faibles par rapport à celles de l'intérieur. Le tableau des taux de pénétration met bien en évidence l'origine interne du formaldéhyde quelque soit l'établissement considéré.

Formaldéhyde (µg m ⁻³)	C1	C2	C3	moyenne
J. Moulin	10,30	24,92	15,65	14,94
La Rampe	5,51	5,94	15,36	8,10
L. Blain	7,73	5,36	10,97	7,74
L. Armand	4,92	16,91	15,08	10,30

Tableau 15 : Formaldéhyde - Rapport C_{int}/C_{ext}

On observe aussi une plus grande variabilité des résultats au sein d'un même établissement ainsi que des niveaux plus élevés lors de la période la plus chaude (campagne 3).

Dans toutes les classes, la valeur guide d'exposition à court terme de l'AFSSET fixée à 10 µg.m⁻³ est dépassée. La valeur guide à long terme (50µg m⁻³) ne l'a pas été au cours de ces

Formaldéhyde :

Des concentrations intérieures très nettement supérieures à celles de l'extérieur.

Des valeurs limites de gestion qui risquent d'être dépassées.

Comparaisons aux autres études :

Plusieurs études concernant le suivi du formaldéhyde dans les écoles et crèches ont déjà été réalisées par les AASQA^{a,b} au cours de ces deux dernières années.

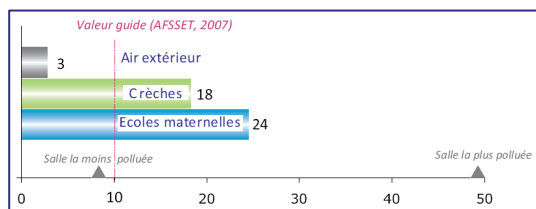


Figure 19 : Résultats de l'étude réalisée par les AASQA rhônalpines en 2007.

Les résultats obtenus lors de l'étude effectuée dans les écoles et crèches de la région Rhône-Alpes^a sont synthétisés dans le graphique ci contre. Les niveaux moyens de concentration en formaldéhyde que nous avons relevés dans les 4 classes que nous avons investiguées sont bien conformes à ceux relevés lors de l'étude rhônalpine. On observe aussi que les niveaux relevés dans la crèche L. Blain sont inférieurs à ceux relevés dans les 3 salles de classes.

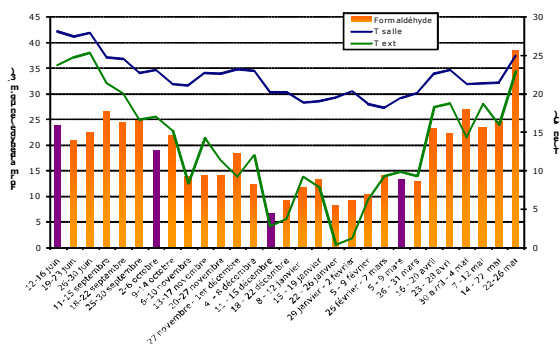


Figure 20 : Formaldéhyde - Evolution des concentrations au cours de l'année.

Nous constatons aussi la même augmentation des niveaux de formaldéhyde lors des périodes les plus chaudes (campagne 3 dans notre étude) que celle que nous avons relevée à l'école de Claix lors de l'étude rhônalpine.

Formaldéhyde :

Des résultats confirmés par d'autres études.

La température et l'humidité : Deux paramètres qui influencent fortement les niveaux de formaldéhyde dans les classes.

L'école de La Rampe :

Cette école ayant déjà fait l'objet d'un suivi lors de l'étude rhônalpine, nous reprenons dans ce graphique les données issues de cette étude et celles que nous présentons dans ce rapport.

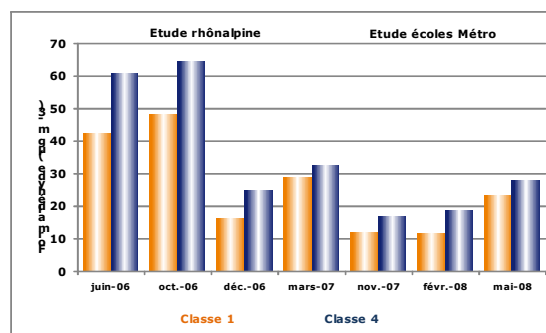


Figure 21 : Evolution des concentrations en formaldéhyde à l'école de la Rampe.

Même si une tendance à la diminution des concentrations en formaldéhyde semble se dessiner, ces résultats ne nous permettent pas d'affirmer définitivement cette hypothèse dans la mesure où les concentrations intérieures en formaldéhyde sont très dépendantes de la température. Les résultats obtenus lors de la campagne réalisée en mai 2008 sont en augmentation et laissent présager une augmentation que nous ne pouvons encore estimer.

7. L'acétaldéhyde

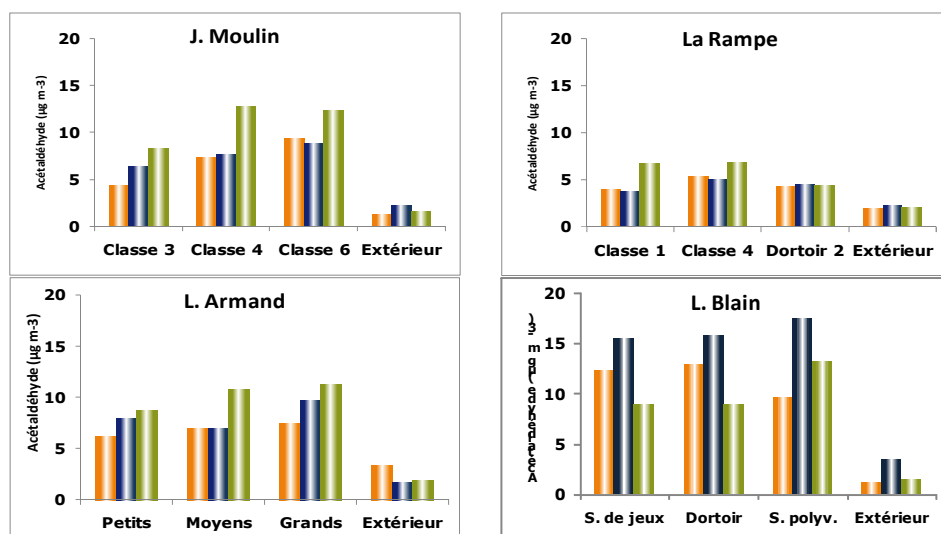


Figure 22 : Acétaldéhyde - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison

Campagne 1	Novembre - Décembre 2007
Campagne 2	Février - Mars 2008
Campagne 3	Mai - Juin 2008

Comme pour le formaldéhyde, les concentrations relevées à l'intérieur lors des 3 campagnes sont nettement supérieures aux mesures effectuées à l'extérieur.

Acétaldéhyde (µg m ⁻³)		C1	C2	C3	Moyenne
J. Moulin	Classe 3	4,3	6,4	8,4	8,6
	Classe 4	7,4	7,6	12,8	
	Classe 6	9,3	8,9	12,4	
	Extérieur	1,3	2,2	1,6	
La Rampe	Classe 1	4,0	3,8	6,7	5,0
	Classe 4	5,4	5,1	6,8	
	Dortoir 2	4,3	4,5	4,4	
	Extérieur	2,0	2,2	2	
L. Blain	S. de jeux	12,3	15,5	9	12,7
	Dortoir	12,9	15,7	9	
	S. polyv.	9,6	17,5	13,2	
	Extérieur	1,2	3,5	1,5	
L. Armand	Petits	6,1	7,9	8,7	8,4
	Moyens	7,0	7,0	10,8	
	Grands	7,5	9,7	11,2	
	Extérieur	3,4	1,6	1,8	

Les concentrations d'acétaldéhyde subissent les mêmes variations que celles des aldéhydes, c'est-à-dire : Une plus grande variabilité des résultats au sein d'un même établissement, - des niveaux plus élevés lors de la période la plus chaude.

**Acétaldéhyde :
Une origine interne
à l'établissement.**

Taux de pénétration :

Acétaldéhyde (µg m ⁻³)	C1	C2	C3	moyenne
J. Moulin	5,41	3,45	7,00	5,06
La Rampe	2,32	2,02	2,98	2,43
L. Blain	9,52	4,69	6,93	6,19
L. Armand	2,02	5,01	5,69	3,70

Tableau 16: Acétaldéhyde - Rapport Cint/Cext

Les taux de pénétration confirment l'origine intérieure de ce polluant. Les valeurs moins importantes que celles du formaldéhyde proviennent essentiellement du fait que les teneurs à l'intérieur sont moins élevées alors qu'à l'extérieur elles sont du même ordre de grandeur.

2. Résultats sur les prélèvements 8 heures :

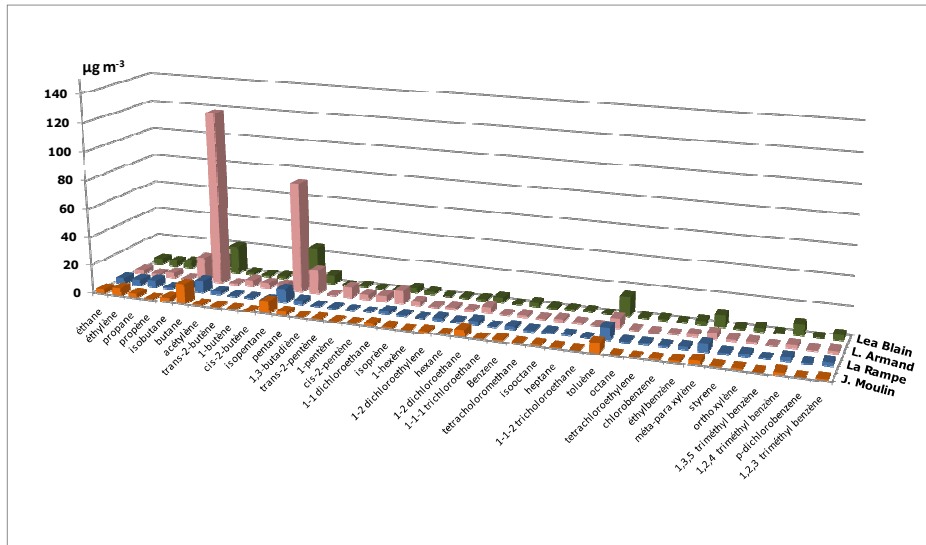


Figure 24 : COV - mesures réalisées lors de la 2^{ème} campagne sur 8 heures.

Pour les composés cités précédemment, les niveaux relevés lors de cette deuxième campagne sont moins importants que ceux trouvés lors de la première. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette décroissance :

- La moindre utilisation de produits d'entretien (absence du personnel chargé du nettoyage pendant les heures de classe),
- L'accumulation des polluants pendant la nuit, période où les portes et fenêtres ne sont pas ouvertes.

Aérez les classes après avoir fait le ménage.

Lors de la 3^{ème} campagne, suite à différents incidents techniques (panne de programmeur et débranchement accidentels des systèmes de prélèvements par les enseignants), seules les mesures effectuées à l'école L. Armand ont put être prises en compte :

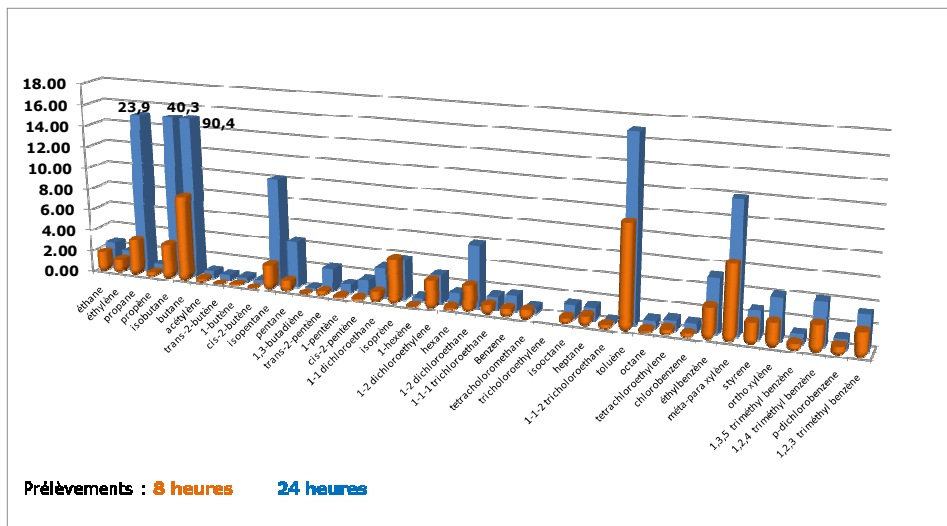


Figure 25 : COV - Mesures réalisées à Seyssins lors de la 3^{ème} campagne sur des périodes de 24 et 8 heures.

Les concentrations sont du même ordre de grandeur que celles obtenues dans les mêmes conditions lors de la deuxième campagne avec des niveaux élevés de butane et propane sur le prélèvement 24h et moindre sur le prélèvement 8h.










Les concentrations de certains COV sont donc fortement liées à l'utilisation de produits d'entretien qui sont normalement utilisés en dehors de la période de présence des élèves.




En ce qui concerne le butane et le propane, ces deux gaz n'ont, aux concentrations mesurées dans les écoles, pas d'impact sanitaire tant sur les personnes chargées de l'entretien que sur les élèves¹¹ et ne présentent, à ces concentrations, pas de risque d'explosion.

9.Aspects par établissements :

Hormis en ce qui concerne le dioxyde d'azote, les concentrations de polluants retrouvés à l'intérieur des salles de classe sont toujours supérieures à celles mesurées à l'extérieur. Cette différence est peu marquée pour le benzène, toluène et xylènes mais s'accroît fortement pour les composés de la famille des aldéhydes.

La valeur guide de 10 µg m⁻³ déterminée par l'AFSSET comme permettant de protéger les populations des effets sanitaires délétères liés à la pollution de l'air est dépassée dans l'ensemble des classes investiguées et cela lors de chaque campagne de mesures.

	La Rampe	J. Moulin	L. Blain	L. Armand
Dioxyde d'azote	Pas de risque spécifique 	Pas de risque spécifique 	Pas de risque spécifique 	Pas de risque spécifique 
BTEX	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées 	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées 	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées mais des niveaux un peu élevés en toluène et xylène. 	Benzène : valeurs guides de l'AFSSET respectées mais des niveaux un peu élevés en toluène et xylène. 
Aldéhydes	Valeur guide de l'AFSSET dépassée 	Valeur guide de l'AFSSET dépassée 	Valeur guide de l'AFSSET dépassée 	Valeur guide de l'AFSSET dépassée 
COV	Pas de valeurs extrêmes. 	Pas de valeurs extrêmes. 	Attention à l'utilisation des produits d'entretien. 	Pas de valeurs extrêmes. 

-  Pas de risque identifié
-  Respect des recommandations mais d'autres polluants peuvent être présents
-  Qualité de l'air pouvant présenter une gêne ou un risque pour la santé

¹¹ www.furetox.fr - Fiches internationales de sécurité chimique – n°CAS : 106-97-8 et 74-98-6

4. Conclusion :

L'étude que nous avons effectuée concernait 4 établissements répartis sur le territoire de la METRO et devait permettre de vérifier que de telles investigations étaient réalisables dans les établissements scolaires, tant en ce qui concerne la visite préalable de l'école que la réalisation des mesures de polluants dans les salles de classe.

Elle devait aussi permettre d'établir un diagnostic vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur dans ces 4 établissements et de mettre en évidence les différents points susceptibles de contribuer à la détérioration de la qualité de l'air dans les salles de classe.

Nous présentons dans les paragraphes ci-dessous les observations relatives à chaque étape de cette étude.

1. Le déroulement de l'étude :

1. Les visites :

Toutes les visites se sont déroulées en présence du Directeur de l'établissement et du Responsable en charge de l'entretien des bâtiments scolaires des communes concernées. Elles ont permis de mettre en évidence les points susceptibles de contribuer à une dégradation de la qualité de l'air dans les locaux.

Ces visites ont été bien perçues même si plusieurs participants ont précisé qu'ils auraient certainement des difficultés à appliquer l'ensemble des recommandations qui ont été évoquées (aération, affichages divers, mise en place du mobilier ...).

2. Les campagnes de mesures :

Bien que la réalisation des prélèvements nécessaires à la mesure des polluants puisse présenter une gêne pour les enseignants en raison des temps nécessaires à la mise en place du matériel et de l'encombrement généré, nous avons toujours été bien accueillis.

3. La présentation des résultats :

Une seule présentation des résultats a eu lieu. Elle s'est déroulée à l'école de La Rampe en présence des enseignants et des représentants des parents d'élèves, le 20 juin 2008. Cette présentation n'a pas suscité de crainte particulière vis-à-vis du risque pour la santé des élèves, les participants ont par contre apprécié que cette étude ait été réalisée et surtout que les résultats leur aient été présentés.

2. Les résultats :

Les résultats que nous avons obtenus, même s'ils ne sont pas représentatifs de l'ensemble des écoles de l'agglomération sont conformes à ceux retrouvés dans les autres études qui se sont déroulées en France^{a,b,g,h}.

1. Le renouvellement d'air :

La principale observation que nous pouvons retirer de ce travail concerne le défaut de renouvellement d'air que nous avons constaté dans les 4 établissements. Ces dysfonctionnements sont liés à des réaménagements pour lesquels l'aspect global du bâtiment n'a pas été pris en compte.

Pour les établissements ne disposant pas de système actif d'extraction d'air (VMC), le calfeutrement du bâtiment est principalement à l'origine du défaut constaté (Jean Moulin, Louis Armand). Pour les établissements disposant d'un tel dispositif, le rajout d'équipement sans prise en compte du système existant (extension du bâtiment à Léa Blain) et l'absence d'entrée d'air (La Rampe) sont à l'origine du mauvais fonctionnement du système.

Dans les 4 établissements visités, il semble fort probable que les taux de renouvellement d'air minimaux à appliquer d'après le règlement sanitaire départemental ne soient pas respectés.

2. Les polluants :

Les résultats obtenus montrent que lorsque les niveaux mesurés à l'extérieur sont élevés, ils peuvent influencer sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments mais, pour la majorité des polluants (sauf NO₂), les niveaux à l'intérieur restent toujours plus élevés que les niveaux extérieurs. Cet état peut être lié, soit à une source intérieure qui vient s'ajouter à la pénétration de l'air extérieur, soit à un phénomène de concentration des polluants dans le bâtiment.

Les concentrations les plus élevées sont relevées pour les composés de la famille des aldéhydes (formaldéhyde en particulier). La présence de ces composés est fortement liée à la présence de sources à l'intérieur du bâtiment (mobilier, livres ...). Elles sont fortement liées à la température et au taux d'humidité dans la classe.

L'aération reste donc un moyen efficace de diminuer les niveaux de pollution à l'intérieur.

Les mesures effectuées dans les classes sont assez homogènes au sein d'un même établissement et pour une même campagne mais on observe des différences importantes entre les différentes campagnes. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette différence :

- des niveaux de pollution variables à l'extérieur,
- des émissions à l'intérieur variables en fonction des saisons :
 - émissions des matériaux et mobiliers en fonction de la température et de l'humidité
 - émissions liées aux activités des élèves (plus de dessins et travaux manuels en période de fêtes par exemple).

Dans le cadre de la caractérisation d'un établissement vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur, il semble donc préférable de privilégier la réalisation de plusieurs campagnes de mesures sur des saisons différentes plutôt que de multiplier le nombre de points de mesures au sein d'un même établissement.

3. La faisabilité :

Cette étude de faisabilité a mis en évidence que la démarche que nous avons choisi de mener était bien acceptée par l'ensemble des acteurs concernés et que les différentes étapes constituant ce travail apportaient pour chacune d'entre elles des compléments d'information quant à l'état du bâtiment scolaire vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur.

Nous n'avons pas pu vérifier si les recommandations et les conseils que nous avons évoqués étaient bien repris par les différents acteurs concernés. Il semble toutefois que ceux-ci aient bien noté l'importance de la qualité de l'air à l'intérieur des locaux et que souvent, quelques gestes simples suffisaient pour l'améliorer.

Nous n'avons pas rencontré de difficultés pour la réalisation des différentes étapes de cette étude et, la poursuite de ces diagnostics à d'autres établissements semble tout à fait réalisable. Elle serait à même de développer l'information auprès des acteurs concernés et ainsi de sensibiliser à cette thématique un plus grand nombre d'intervenants.

ASCOPARG participe au groupe de travail national mis en place pour l'élaboration des protocoles de surveillance de qualité de l'air intérieur dans les lieux clos ouverts au public. Ces protocoles seront utilisés pour effectuer les mesures de polluants visés par les futures Valeurs de Gestion de Qualité de l'Air Intérieur qui devraient être publiées prochainement. Le travail réalisé au cours de cette étude devrait contribuer à l'élaboration de ces protocoles en apportant des exemples concrets de réalisation de telles études.

Bibliographie

- a** Mesure des aldéhydes dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches de la région Rhône-Alpes – Décembre 2007 – AASQA de la région Rhône-Alpes.
- b** Campagne de mesures du formaldéhyde dans les établissements scolaires et petite enfance de la ville de Strasbourg – Juillet 2005 – www.atmo-alsace.net.
- c** Qualité de l'air intérieur dans les écoles primaires et maternelles : spécificité de la problématique et implications en terme d'évaluation et de gestion des risques sanitaires - Béatrice JEDOR - Mémoire de stage - ENSP - 2005
- d** CETIAT (2001), Ventilation performante dans les écoles, Guide de Conception, 29p.
- e** Le formaldéhyde, un poison domestique ? - Sources intérieures - Exemples de normes et labels environnementaux - ASP - 07082301-ID - Août 2007
- f** RSDT (1978), Règlement Sanitaire Départemental Type, Circulaire du 9 août 1978 relative à la révision du règlement sanitaire départemental type, J. O. du 13 septembre 1978.
- g** Bilan de la qualité de l'air dans 10 écoles de la région parisienne - A. M. Laurent - LHVP - Journée RSEIN - Juillet 2005
- h** Laurent AM, Person A, Petit-Coviaux F, Le Moullec Y, Festy B. (1993), Chemical characterization of indoor air quality inside schools in Paris. Proceedings of Indoor Air'93. Helsinki, Finlande, juillet 1993; vol 3 : 23-28.
- i** Recherche des déterminants du dioxyde d'azote et du formaldéhyde dans 96 logements de la ville de Québec (Canada) - Gilbert N.L., Gauvin D., Guay M. et al. ; Housing characteristics and indoor concentrations of nitrogen dioxide and formaldehyde in Quebec City, Canada ; Environmental Research, 102(1) [2006]: 1-8
- j** Exposition de la Population aux Polluants atmosphériques en Europe - Projet PEOPLE à Bruxelles
- k** Impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires – OQAI - Séverine KIRCHNER¹, Olivier RAMALHO¹, Jacques RIBERON¹, Claire SEGALA², Patrick O'KELLY¹, Eric PILCH¹ - Novembre 2004.
- l** Installations de gaz – Conception, réalisation des installations domestiques de gaz individuelles ou collectives. – CSTB – Collection Sécurité des bâtiments – Juin 2005.

Annexes

- Annexe 1 : Liste des composés organiques volatils mesurés par les AASQA Rhône-Alpes
- Annexe 2 : Liste des composés organiques volatils classés prioritaire par l'OQAI
- Annexe 3 : Tableau : renouvellement d'air dans les salles de classe.
- Annexe 4 : Compte rendu de la visite effectuée à l'Ecole de la Rampe
- Annexe 5 : Compte rendu de la visite effectuée à l'Ecole Jean Moulin
- Annexe 6 : Compte rendu de la visite effectuée à l'Ecole Louis Armand
- Annexe 7 : Compte rendu de la visite effectuée à la crèche Léa Blain

Annexe 1

Composés organiques volatils mesurés par les AASQA Rhône-Alpes.

Directive 2002/3/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 février 2002 relative à l'ozone dans l'air ambiant. - *Journal officiel n° L 067 du 09/03/2002 p. 0014 - 0030*

éthane
éthylène
propane
propène ou propylène
isobutane
butane
acétylène
trans-2-butène
1-butène
cis-2-butène
isopentane
pentane
1,3-butadiène
trans-2-pentène
1-pentène
cis-2-pentène
1-1 dichloroethane
isoprène
1-hexène
1-2 dichloroethylene
hexane
1-2 dichloroethane
1-1-1 trichloroethane
Benzene
tetracholoromethane
isooctane
heptane
1-1-2 tricholoroethane
toluène
octane
tetrachloroethylene
chlorobenzene
éthylbenzène
méta-para xylène
styrene
ortho xylène

Annexe 2

Composés organiques volatils classés prioritaire par l'OQAI

alpha pinène	Désodorisant, parfum d'intérieur, produit d'entretien
1,4 dichlorobenzène	Anti-mite, désodorisant, taupicide
111-trichloroéthane	Formulations de colle, feutres, marqueurs
124-triméthylbenzène	Solvant pétrolier, carburants, goudrons, vernis
1-methoxy-2- propanol	Laques, peintures, vernis, savons, cosmétiques, feutres, marqueurs (ether de glycol parmi les plus rencontrés)
2-butoxyéthanol (Butylglycol)	Peintures, vernis, fongicides, herbicides, traitement du bois, calfatage siliconé (ether de glycol parmi les plus rencontrés)
2-ethoxyéthanol (ethylglycol)	Peintures, laques, vernis (ether de glycol)
2-éthoxyéthyl acétate (acétate d'ethylglycol)	Sources non connues -éthers de glycol
2-éthyl-1-hexanol	Solvants aqueux
Benzène	Carburants, fumée de cigarette, produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration
Butyl acétate	Parquet, solvants
cyclohexane	Peintures, vernis, colles
Décane	White-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, sol, moquettes, tapis
Ethyl benzène	Automobile, cires
Isopropyl acétate	Sources non connues
Limonène	Désodorisant, parfum d'intérieur, cires, nettoyeurs sol
m/p-xylène	Peintures ; vernis, colles, insecticides
O-xylène	Peintures ; vernis, colles, insecticides
Styrène	Matières plastiques, matériaux isolants, automobile, fumée de cigarette
Tétrachloroéthylène	Nettoyage à sec, moquettes, tapis
Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence, feutres, marqueurs
Trichloroéthylène	Peintures, vernis, colles, dégraissant métaux
Undécane	White-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, nettoyeurs sol
acétone	Feutres, marqueurs
4 - methyl2 pentanone	Feutres, marqueurs
Acétate de butyl (acétate de 2-butoxyéthyle - à vérifier) (acétate de butylglycol ?)	Feutres, marqueurs, colles
méthyl butanone	colles
Benzaldéhyde	colles
Nonanol	colles

Annexe 3

Renouvellement d'air dans les établissements scolaires

Local	Débit d'air neuf à introduire [RSDT]	Catégorie de pollution	Occupation	
			Taux	Fréquence
Salle de classe de maternelle, primaire, collège (sauf ateliers)	15 m ³ /h/pers	NS	Max	***
Salle de classe de lycée (sauf ateliers)	18 m ³ /h/pers	NS	Max	***
Bibliothèque, CDI	18 m ³ /h/pers	NS	Faible	**
Bureaux	25 m ³ /h/pers	NS	Max	***
Salle de réunions, professeurs	18 m ³ /h/pers	NS	Var.	**
Salle d'enseignement pratique,	45 m ³ /h/pers	S	Max	**
Infirmierie	18 m ³ /h/pers	S	Faible	**
Cabinet d'aisance isolé	30 m ³ /h/local	S	Var.	**
Cabinets d'aisances groupés (N)	30+(15xN) m ³ /h	S	Var.	**
Salle à manger	22 m ³ /h/pers	NS	Max	*
Cuisine : moins de 150 repas	25 m ³ /h/repas	S	Max	*
Cuisine : de 150 à 500 repas	20 m ³ /h/repas	S	Max	*
Archives, dépôts,...	*	NS	Faible	**
Couloirs, circulations	*	NS	Var	**

* pas d'exigence de débit mais ces locaux doivent être ventilés par l'intermédiaire des locaux adjacents sur lesquels ils ouvrent.

La catégorie de pollution : Locaux à pollution spécifique (S) ou non spécifique (NS).

Le type d'occupation (utile pour la régulation et la gestion) est précisé à l'aide de deux paramètres :

- le taux d'occupation : variable, nominal (maximal), faible;
- la fréquence d'occupation : pratiquement tout le temps (***) , de temps en temps (**), pendant un temps donné (*)

Source : Ventilation performante dans les écoles - Guide de conception - CETIAT^d - 2001

DIAGNOSTIC QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES DU TERRITOIRE DE LA METRO

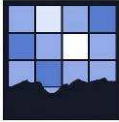
Annexe 3 : Compte rendu de la visite de l'école maternelle de la Rampe à Grenoble

Destinataires :

- Mairie de Grenoble – Service environnement
- Directrice de l'Ecole maternelle de la Rampe - Grenoble

Visite effectuée par :

Monsieur SOL – Service Bâtiments – Vie scolaire – Ville de Grenoble
Madame ROMPION – Directrice – Ecole Maternelle de la Rampe - Grenoble
Madame Briec - Service Hygiène Salubrité Environnement – Grenoble
Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble



1. Objet

Cette visite s'inscrit dans le programme de réalisation de diagnostic "qualité de l'air intérieur" dans les établissements scolaires qu'ASCOPARG réalise pour la METRO.

Elle n'a pas pour but de répondre à quelque réglementation que ce soit mais a pour objectif de permettre de mieux cerner les problèmes éventuels qui pourront se présenter et de sensibiliser le personnel (enseignant et administratif) des écoles à une meilleure prise en compte de leur environnement.

La visite s'est déroulée le jeudi 5 octobre dans la matinée, en présence de :

- Monsieur SOL – Servie Bâtiments – Vie scolaire – Ville de Grenoble
- Madame ROMPION – Directrice – Ecole Maternelle de la Rampe - Grenoble
- Madame BRIEUC - Service Hygiène Salubrité Environnement – Grenoble
- Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG – Grenoble

2. Etat des lieux



Photo n°1
Vue du quartier



Photo n°2
Vue de l'école

2.1. Les abords :

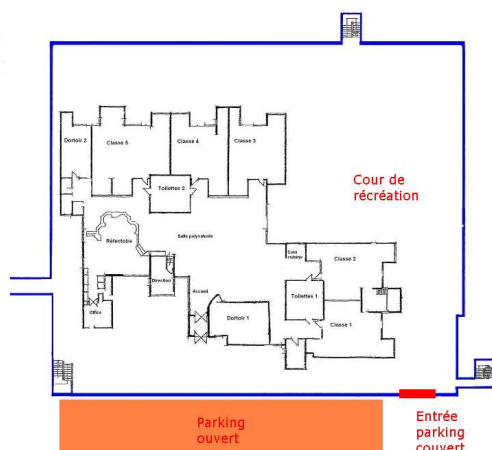
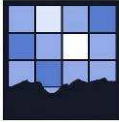


Photo n°3 : Abords de l'école

L'école se trouve dans un quartier résidentiel à forte densité de population. Plusieurs parkings ouverts sont situés à proximité. Elle est construite sur le toit d'un ensemble "silo parking" à trois étages. La circulation est uniquement liée à la présence des parkings. Elle est donc la plus importante aux heures d'entrée et de sortie de l'école.



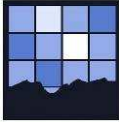
L'établissement est constitué d'un bâtiment de construction traditionnelle (béton préfabriqué).

Le chauffage est assuré par le chauffage urbain. Aucun rejet de cheminée de chauffage n'est visible à l'extérieur (quartier entièrement connecté au réseau de chauffage urbain).



Photos 4, 5 et 6 : Vues des extractions d'air du parking.

Lors de la visite effectuée à l'extérieur du bâtiment, nous avons pu constater que plusieurs grilles d'extraction d'air vicié du parking situé sous l'école pouvaient émettre directement sur les ouvertures et grilles d'aération permettant une entrée d'air dans l'école [salle servant d'office (emplacement 1 - photo 6) et fenêtre du dortoir (emplacement 2 - photo 5)]. Une autre aération du parking est située sur le côté opposé du bâtiment (emplacement 3) et donne sur la partie la plus étroite de la cour de récréation. Au niveau de ces extractions, on peut observer d'importantes traces noires (photo 4), ce qui met en évidence des émissions de polluants, notamment particulaires, liées à ces extractions.



2.2. Le bâtiment :

L'école est constituée de 5 classes et deux dortoirs répartis autour d'un hall central utilisé comme salle polyvalente. Une partie de ce dernier est utilisée comme réfectoire.

Les salles de classe comportent chacune plusieurs fenêtres ouvrant directement vers l'extérieur et une porte d'entrée donnant sur le hall central qui comporte lui aussi une porte ouvrant vers l'extérieur. Les ouvrants ne comportent aucune entrée d'air neuf et sont parfaitement étanches.

Le passage sous les portes communicantes n'est pas adapté pour permettre une circulation d'air suffisante pour assurer un bon renouvellement d'air.



Les toilettes 1 et 2 sont équipées de bouches d'extraction d'air adaptées aux besoins de l'ensemble du bâtiment. Les autres pièces "humides" (office et coin cuisine) sont elles aussi équipées de bouche d'extraction d'air. En raison de la grande dimension de ces bouches, nous ne pouvons pas techniquement réaliser une mesure des débits d'extraction d'air. Toutefois, compte tenu de ce que nous avons pu observer (bruit en particulier), le système d'extraction semble fonctionner correctement avec un débit assez important.

Photo 7 : extraction d'air dans les toilettes

2.3. Les classes :

Ce sont des pièces d'environ 50 m² réparties autour du hall central. Chacune dispose d'une porte fenêtre donnant directement sur la cour extérieure. Il n'y a pas d'entrée d'air sur ces portes-fenêtres.

De nombreux dessins et collages divers sont accrochés sur les murs.

Un stock important de fournitures utilisées par les élèves (feutres, colle, peinture...) est stocké dans les salles de classe.

Une partie des murs est recouverte de dalles isolantes (antibruit) collées sur les murs.

Quelques traces d'humidité sur les murs extérieurs et sur le plafond sont visibles.



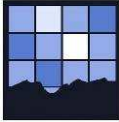
Photo 8 : stockage dans les classes

2.4. Le hall central :

Il s'agit d'une pièce aménagée (100m² environ). Cette pièce comporte une baie vitrée donnant sur l'extérieur. Il n'y a aucune d'entrée d'air neuf ni de système d'extraction d'air dans cette pièce. Quelques tâches d'humidité (déjà anciennes) sont visibles sur le plafond.

2.5. Le réfectoire :

Cette partie du bâtiment est contiguë au hall central. Elle est constituée de deux pièces communicantes (une salle réfectoire et un espace cuisine). Seul l'espace cuisine est équipé d'un système de renouvellement d'air (extraction et entrée d'air). Le réfectoire est prévu pour recevoir une soixantaine d'enfants. Il sert en outre pour certaines activités lors des périodes de classe. Il n'y a pas d'entrées d'air sur les ouvrants.



2.6. Les dortoirs :



Photo 9 : Un dortoir

Il s'agit de pièces de 50 m² pouvant environ recevoir une vingtaine de couchages.

Ces deux pièces ne sont pas équipées de bouches d'entrée d'air.

3. Constat de la visite :

3.1. Le défaut de renouvellement d'air :

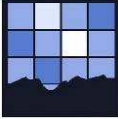
Le défaut de système de ventilation est un élément important dans la survenue de problèmes sanitaires liés à la qualité de l'air. L'absence d'entrées d'air neuf dans les différents espaces rend le système de ventilation inefficace et doit engendrer une dépression permanente dans l'établissement.

Pour réaliser un balayage correct des pièces traversées par l'air neuf provenant de l'extérieur, un passage d'au minimum 40 cm² entre le sol et le bas des portes doit être prévu. C'est particulièrement le cas pour les salles de petit volume telles que les dortoirs accueillant de nombreux enfants et dont la porte est fermée pendant la sieste.

Le Règlement Sanitaire Départemental précise que le débit d'air neuf à introduire dans les salles de classe (maternelles, primaire) doit être au minimum de 15 m³/h/personne.

Il est par conséquent important de remédier au défaut de conception du système de renouvellement d'air dans le bâtiment et les salles de classe afin d'agir directement sur la qualité de l'air à l'intérieur des locaux.

L'aération régulière d'une dizaine de minutes (début et milieu de matinée et après midi) permet de renouveler l'air intérieur de façon très efficace. Compte tenu de l'absence d'efficacité de la ventilation mécanique, cette mesure semble s'imposer lors de la réalisation de travaux de peinture et collage et il serait utile de la rappeler fréquemment aux enseignants.

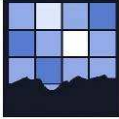


3.2. Les aspects généraux :

La présence de nombreux dessins et collages affichés dans les salles de classe peut influencer fortement la qualité de l'air de celles-ci (émissions de solvants, COV, aldéhydes sur des périodes assez longues). Il semble difficile de supprimer complètement l'affichage des travaux réalisés par les élèves mais il paraît opportun d'en limiter le nombre.

Le stockage des fournitures dans un local indépendant des salles de classes est une précaution à prendre pour limiter les émissions potentielles liées aux produits de bricolage. Il serait utile de prévoir une réserve spécifique à cet usage et de limiter ainsi la quantité de produits stockés dans les salles de classe.

La position de l'école au dessus d'un parking dont certaines grilles de ventilation sont susceptibles de propager des émissions polluantes dans l'enceinte de l'établissement peut être une source importante de polluants à l'intérieur de l'établissement. Les mesures de polluants que nous devons réaliser au cours de cette année scolaire, nous permettrons de vérifier cet impact.



DIAGNOSTIC QUALITE DE L'AIR INTERIEUR
DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES
DU TERRITOIRE DE LA METRO

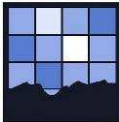
**Annexe 4 : Compte rendu de la visite de l'école
primaire Jean Moulin à Pont de Claix**

Destinataires :

- Mairie de Pont de Claix – Services Techniques
- Directeur du Groupe scolaire Jean Moulin – Pont de Claix

Visite effectuée par :

Monsieur TISON – Directeur – Groupe scolaire Jean Moulin – Pont de Claix
Monsieur CLAUVEL – Ingénieur Chef des Services Techniques – Mairie de Pont de Claix
Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble



1. Objet

Cette visite s'inscrit dans le programme de réalisation de diagnostic "qualité de l'air intérieur" dans les établissements scolaires qu'ASCOPARG réalise pour la METRO.

Elle n'a pas pour but de répondre à quelque réglementation que ce soit mais a pour objectif de permettre de mieux cerner les problèmes éventuels qui pourront se présenter et de sensibiliser le personnel (enseignant et administratif) des écoles à une meilleure prise en compte de leur environnement.

La visite s'est déroulée le jeudi 15 novembre dans l'après midi, en présence de :

Monsieur TISON – Directeur – Groupe scolaire Jean Moulin – Pont de Claix
 Monsieur CLAUVEL – Ingénieur Chef des Services Techniques
 Mairie de Pont de Claix

Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble

2. Etat des lieux

2.1. Les abords :

L'école se trouve dans un quartier résidentiel à forte densité de population. La plate forme chimique du Pont de Claix se situe à moins de 1Km au sud de l'école. Cet établissement est donc soumis à un plan de mise à l'abri en cas d'accident industriel sur le site.

La circulation est uniquement liée à la présence des parkings du groupe d'habitation voisin et au trafic rencontré aux heures d'entrée et de sortie de l'école.



Photo n°1: Vue de l'école

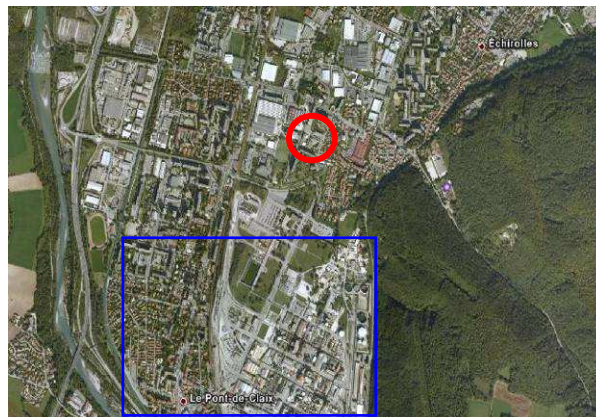
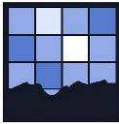


Photo n°2 : Vue du quartier. Au sud de l'école et de la Plate forme chimique du Pont de Claix

2.2. Les bâtiments :

L'établissement est constitué de deux bâtiments distincts ayant chacun deux étages. Plusieurs salles de ces bâtiments sont utilisées par des activités extra scolaires. Aucune de ces activités n'est susceptible d'émettre une pollution.



Le chauffage est assuré par le chauffage urbain. Aucun rejet de cheminée de chauffage n'est visible à l'extérieur (quartier entièrement connecté au réseau de chauffage urbain).



Photo n° 3 : Bâtiment recevant les élèves des petites classes (2 classes de CP).



Photo n° 4 : Bâtiment recevant les des grandes classes. Vue du côté des salles de classe

Les deux bâtiments sont de construction traditionnelle (béton). Ils comptent deux étages sur lesquels se répartissent les salles de classe. Le rez de chaussée est occupé par des préaux qui ont été réaménagés et fermés. La cantine se situe dans un de ces préaux dans le bâtiment des grandes classes.

Les salles de classe sont situées du côté cour de l'école. Un couloir longe la totalité du bâtiment sur le côté opposé. Des fenêtres donnant sur l'extérieur sont présentes tout le long du couloir.



plan d'un étage.

Le sol des deux bâtiments est recouvert de dalles plastiques collées. Ce type de revêtement de sol est susceptible de contenir de l'amiante. Il est important de vérifier régulièrement son état et en cas de dégradation, d'effectuer des réparations selon les principes retenus dans le cas de présence d'amiante.

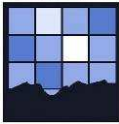
2.3. Les salles de classe :

Les salles de classe, comportent chacune plusieurs fenêtres ouvrant directement vers l'extérieur et une porte d'entrée donnant sur le couloir. Il n'y a pas d'entrées d'air sur les fenêtres donnant vers l'extérieur.

Le nombre de dessins et collages affichés est beaucoup plus important dans les petites classes de CP.



Photo n° 6 : Une salle de classe



3. Constat de la visite :

3.1. Le défaut de renouvellement d'air :

Les deux bâtiments construits dans les années 60 ont été conçus afin que le renouvellement d'air dans les classes s'effectue par convection naturelle (entrée d'air frais par les fenêtres plus ou moins étanches des salles de classe et extraction d'air vicié par les fenêtres du couloir). Le remplacement des fenêtres des salles de classe par des fenêtres beaucoup plus étanches (économies d'énergie) ne permet plus à ce mode de renouvellement d'air de fonctionner correctement. A ce jour, le renouvellement d'air dans les salles de classe est donc inexistant.

On peut particulièrement visualiser ce phénomène dans la salle de classe n°6 (CM) où de la condensation est visible sur les fenêtres.

Photo n° 7 : condensation sur les fenêtres de la salle de classe.



Le Règlement Sanitaire Départemental précise que le débit d'air neuf à introduire dans les salles de classe (maternelles, primaire) doit être au minimum de 15 m³/h/personne.

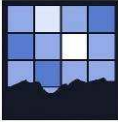
Il est par conséquent important de remédier au défaut de conception du système de renouvellement d'air dans le bâtiment et les salles de classe afin d'agir directement sur la qualité de l'air à l'intérieur des locaux.

L'aération régulière d'une dizaine de minutes (début et milieu de matinée et après midi) permet de renouveler l'air intérieur de façon très efficace. Compte tenu de l'absence de ventilation mécanique dans l'ensemble des bâtiments, cette mesure semble s'imposer et il serait utile de la rappeler fréquemment aux enseignants.

3.2. Les aspects généraux :

Une grande partie des fournitures de dessin et d'activités manuelles est stockée dans des placards situés dans une salle réservée à la pratique de ces activités. Les placards utilisés sont en bois et aucune aération spécifique n'est prévue.





DIAGNOSTIC QUALITE DE L'AIR INTERIEUR
DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES
DU TERRITOIRE DE LA METRO

**Annexe 5 : Compte rendu de la visite de l'école
maternelle Louis Armand - Seyssins**

Destinataires :

- Mairie de Seyssins – Services Techniques
- Directeur du Groupe scolaire Louis Armand - Seyssins

Visite effectuée par :

Madame VIOLETTE – Directrice – Groupe scolaire Louis Armand - Seyssins
Monsieur LOUVAT – Directeur des Services Techniques – Mairie de Seyssins
Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble

1. Objet

Cette visite s'inscrit dans le programme de réalisation de diagnostic "qualité de l'air intérieur" dans les établissements scolaires qu'ASCOPARG réalise pour la METRO.

Elle n'a pas pour but de répondre à quelque réglementation que ce soit mais a pour objectif de permettre de mieux cerner les problèmes éventuels qui pourront se présenter et de sensibiliser le personnel (enseignant et administratif) des écoles à une meilleure prise en compte de leur environnement.

La visite s'est déroulée le vendredi 23 novembre en fin de matinée, en présence de :

Madame VIOLETTE – Directrice – Groupe scolaire Louis Armand - Seyssins
Monsieur LOUVAT – Directeur des Services Techniques – Mairie de Seyssins
Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble

2. Etat des lieux

2.1. Les abords :

L'école se trouve le long d'un axe de circulation desservant un quartier résidentiel à forte densité de population. Plusieurs parkings entourent l'enceinte de l'établissement.

L'axe de circulation passant devant l'école a une densité de trafic égale à 6000 véhicules/jour.

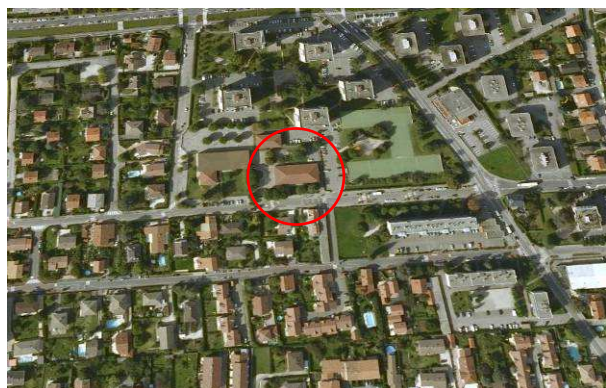


Photo n°1 : Vue du quartier.



Photo n°2 : Vue de l'école.

2.2. Le bâtiment :

L'établissement est constitué d'un bâtiment de construction traditionnelle (béton préfabriqué) en rez de chaussée. Le toit, qui se présentait sous forme d'une terrasse à l'origine a été surélevé. La cheminée de la chaufferie jouxtant le bâtiment n'a quant à elle pas été surélevée. Elle ne dépasse donc plus le faitage du toit comme le prévoit la réglementation (40 cm au minimum).



Photo n° 4 : la cheminée

Le sol est recouvert de dalles plastiques collées. Ce type de revêtement de sol est susceptible de contenir de l'amiante. Il est important de vérifier régulièrement son état et en cas de dégradation, d'effectuer des réparations selon les principes retenus dans le cas de présence d'amiante.

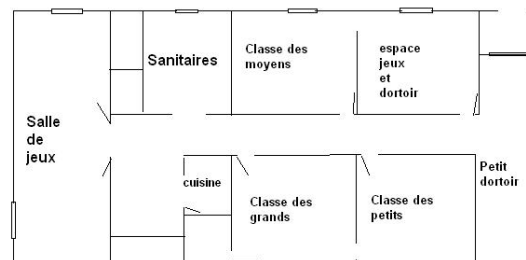


Photo n° 5 : plan d'un étage.

Le bâtiment ne possède pas de système de renouvellement d'air (par tirage naturel ou VMC). Lors de notre visite, la Directrice nous a précisé qu'elle n'ouvrait pas fréquemment les fenêtres des classes de façon à ne pas les refroidir.

2.3. Les salles de classe :

Les salles de classe, comportent chacune plusieurs fenêtres ouvrant directement vers l'extérieur et une porte d'entrée donnant sur le couloir. Il n'y a pas d'entrées d'air sur les fenêtres donnant vers l'extérieur.

A l'heure de la pause de midi, toutes les fenêtres étaient fermées.



2.4. Les espaces communs :



Une grande partie des fournitures de dessin et d'activités manuelles est stockée dans une armoire en bois entreposée dans le couloir central. Aucune aération spécifique n'est prévue. Bien que ces produits soient adaptés à une utilisation par les enfants, ils ne devraient pas présenter une toxicité importante, il serait utile de prévoir une réserve mieux adaptée et surtout mieux ventilée.

Photo n° 8 : L'armoire utilisée pour le stockage des fournitures.

Phot

3. Constat de la visite :

3.1. Le défaut de renouvellement d'air :

Aucun système de renouvellement d'air n'existe dans ce bâtiment. De plus, les enseignants n'aèrent pas les classes au cours des pauses (récréation, début et fin de journée).

Le défaut de système de ventilation est un élément important dans la survenue de problèmes sanitaires liés à la qualité de l'air. Le Règlement Sanitaire Départemental précise que le débit d'air neuf à introduire dans les salles de classe (maternelles, primaire) doit être au minimum de 15 m³/h/personne.

Il est par conséquent important de remédier à ce défaut afin d'agir directement sur la qualité de l'air à l'intérieur des locaux.

L'aération régulière d'une dizaine de minutes (début et milieu de matinée et après midi) permet de renouveler l'air intérieur de façon très efficace. Compte tenu de l'absence de ventilation mécanique dans l'ensemble des bâtiments, cette mesure doit être imposée et il serait utile de la rappeler fréquemment aux enseignants.

3.2. Les aspects généraux

Le non respect de la réglementation concernant la hauteur de la cheminée de la chaufferie contigüe à l'école peut être à l'origine d'un risque important d'introduction des fumées de combustion dans les salles de classe et les dortoirs. Il est donc urgent de remédier à cette situation en surélevant cette cheminée.

DIAGNOSTIC QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES DU TERRITOIRE DE LA METRO

Annexe 4 : Compte rendu de la visite de la crèche "Léa Blain" à Fontaine

Destinataires :

- Mairie de Fontaine – Services Techniques
- Directrice de la crèche "Léa Blain" - Fontaine

Visite effectuée par :

Madame SACKSTEDER – Directrice de la crèche – Fontaine
Monsieur BART - Services techniques – Ville de Fontaine
Monsieur CHARDON – Services techniques – Ville de Fontaine
Madame BERGEY - Service Hygiène et Santé – Fontaine
Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble

1. Objet

Cette visite s'inscrit dans le programme de réalisation de diagnostic "qualité de l'air intérieur" dans les établissements scolaires et recevant des enfants qu'ASCOPARG réalise pour la METRO.

La visite s'est déroulée le jeudi 12 octobre 2007 dans l'après midi, en présence de :
Madame SACKSTEDER – Directrice de la crèche – Fontaine
Monsieur BART - Services techniques – Ville de Fontaine
Monsieur CHARDON – Services techniques – Ville de Fontaine
Madame BORGEY - Service Hygiène et Santé – Fontaine
Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG - Grenoble

2. Etat des lieux

2.1. Les abords :

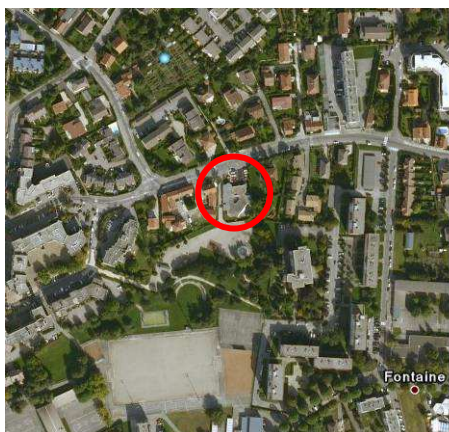


Photo 1 : Vue du quartier



Photo 2 : Vue de la crèche

L'école se trouve dans un quartier résidentiel à forte densité de population le long d'un axe à faible circulation.



Photo 3 : Vue extérieure de la crèche

Un local dédié à la chaufferie (2 chaudières gaz) est mitoyen à l'école. Deux cheminées dépassent d'environ 1,5 mètre du toit de l'école.

Un parking d'une dizaine de places de stationnement est situé face à l'entrée de la crèche.

2.2. Le bâtiment :

L'établissement est constitué d'un bâtiment de construction traditionnelle (béton préfabriqué). Il a été construit en deux étapes. Une première partie date d'une vingtaine d'années, une deuxième partie a été rajoutée plus tard.



Schéma 1 : plan de l'école

Les salles de jeux (salles les plus occupées en cours de journée) comportent chacune une porte fenêtre ouvrant directement vers l'extérieur et une porte d'entrée donnant sur le hall central. Les ouvrants de l'ensemble des salles ne comportent aucune entrée d'air neuf et sont parfaitement étanches.

Les salles de change sont équipées d'une bouche d'extraction d'air. Les dortoirs quant à eux n'en sont pas équipés.

Le bâtiment est en bon état apparent (peintures, revêtement de sol ...). Quelques traces d'humidité sont visibles mais restent peu nombreuses.



Photo 4 : traces d'humidité

On note toutefois une odeur persistante d'humidité dans le dortoir n° 4 depuis le lessivage des murs extérieurs du patio. Ce lessivage a été rendu nécessaire en raison de la présence de mousse sur les murs de cette cour intérieure.

2.3. Le système de renouvellement d'air :

Lors des différentes mesures indicatives de débit d'air réalisées lors de la visite, il est apparu qu'un certain nombre de bouches d'extraction d'air ne fonctionnaient pas ou avaient un débit d'extraction très faible ($< 5 \text{ m}^3/\text{h}$).

Selon Monsieur BART et Madame SACKSTEDER, la crèche disposait d'un système de ventilation mécanique double flux qui a été démonté il y a environ deux ans. Une partie du bâtiment est équipée d'une VMC simple flux (partie la plus récente ?), tandis que l'autre n'a pas été raccordée à ce système. Des bouches d'entrée d'air faisant partie de l'ancien système double flux sont encore présentes dans certaines pièces.



Photo 5 : bouche d'entrée d'air

3. Constat de la visite :

3.1. Le défaut de renouvellement d'air :

Le défaut de système de ventilation est un élément important dans la survenue de problèmes sanitaires liés à la qualité de l'air. L'absence d'entrées d'air neuf dans les différents espaces rend le système de ventilation inefficace et doit engendrer une dépression permanente dans l'établissement.

Le Règlement Sanitaire Départemental précise que le débit d'air neuf à introduire dans les salles de classe (maternelles, primaires) doit être au minimum de 15 m³/h/personne. Ce débit doit être égal à 18m³/h/personne dans les dortoirs recevant plus de trois enfants.

Il est par conséquent important de remédier au défaut de conception du système de renouvellement d'air dans le bâtiment afin d'agir directement sur la qualité de l'air à l'intérieur des locaux.

L'aération régulière des pièces par ouverture des portes et fenêtres donnant sur l'extérieur, permet de renouveler l'air intérieur de façon très efficace. Compte tenu de l'absence d'efficacité de la ventilation mécanique, cette mesure semble s'imposer et il serait utile de la rappeler fréquemment au personnel de la crèche.

3.2. Les aspects généraux :

Le parking situé devant la porte d'entrée de la crèche peut représenter aussi une source importante d'exposition des enfants aux polluants d'origine automobile. Il convient de s'assurer que les personnes stationnant sur ce parking ne laissent pas tourner le moteur de leur voiture inutilement surtout lors de l'arrivée et du départ des enfants.

Une ventilation plus importante et régulée par un détecteur de présence est à prévoir dans les salles de change n° 2 et 3. Cette ventilation permettrait un renouvellement rapide de l'air lors des changes des enfants et pourrait éviter la présence d'odeurs.

Le stockage des fournitures dans un local indépendant (rangement) situé dans un angle du bâtiment contribue à une moindre exposition des enfants aux polluants issus de ces fournitures. Une aération de ce local est toutefois nécessaire afin d'éviter que les émanations ne circulent au travers de la salle de change n°1 et de la salle de jeux n°1.