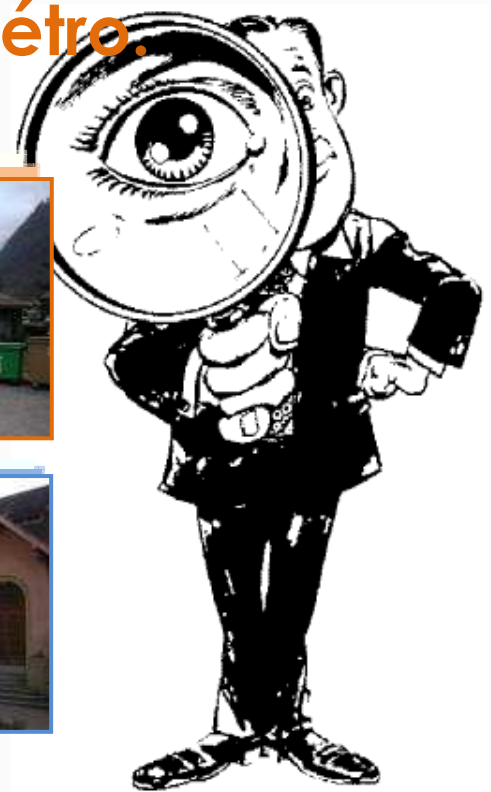




Diagnostic Qualité de l'air intérieur dans 4 établissements scolaires du territoire de La Métro.



Avec la participation financière de Grenoble Alpes Métropole.

Janvier 2010



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 (2010) 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 4 établissements scolaires du territoire de l'agglomération grenobloise. Année scolaire 2008 – 2009

Résumé de l'étude

Cette étude consistait en la réalisation d'un diagnostic de la qualité de l'air intérieur de 4 écoles de l'agglomération grenobloise. Elle fait suite à l'étude de faisabilité réalisée dans 4 établissements scolaires au cours de l'année scolaire 2007–2008. Elle fait suite à la demande d'Elus de la Communauté d'Agglomération qui, suite à la présentation des résultats de la première étude, ont souhaité appliquer un protocole identique à une des écoles de leur commune.

La méthode retenue pour réaliser ce travail a repris le même protocole que celui utilisé lors de la 1^{ère} étude et s'est déroulée en deux phases distinctes :

- Une visite préalable de l'établissement effectuée en présence du Responsable technique de l'entretien et du Directeur de l'établissement.
- Trois campagnes de mesures des polluants réalisées au cours de l'année scolaire (une par trimestre).

Les résultats obtenus permettent de compléter les données relatives à la qualité de l'air à l'intérieur des classes. Ils devraient contribuer à l'élaboration des protocoles qui seront utilisés pour effectuer les mesures de polluants visés par les futures Valeurs de Gestions de Qualité de l'Air dans les établissements recevant de jeunes publics (crèches, écoles) qui devraient être publiées prochainement.

Ils permettront aussi aux Elus qui ont souhaité participer à cette étude d'avoir un diagnostic précis de la qualité de l'air intérieur de l'établissement investigué et, le cas échéant, de leur fournir des indications utiles sur les modifications nécessaires à apporter à cet établissement afin de garder un air de bonne qualité dans les classes.

Les visites des établissements :

Quatre municipalités appartenant à la Communauté Urbaine de Grenoble ont participé à cette étude en proposant chacune un établissement scolaire.

Les écoles retenues sont :

- Ecole maternelle de Veurey-Voroise,
- Ecole maternelle de Poisat,
- Ecole primaire Montfleury à Corenc,
- Ecole primaire "la Carronnerie" à La Tronche.

Les visites se sont déroulées au cours du mois de mars 2009. Au cours de celles-ci, 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.

Compte tenu des constats effectués lors de l'étude précédente, une attention toute particulière a été portée aux aspects concernant le renouvellement d'air à l'intérieur des classes et au stockage de matériaux ou produits susceptibles d'émettre des polluants.

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 se sont déroulées durant l'année scolaire 2008 – 2009.

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 de chaque établissement était équipée d'une mesure de CO₂ en continu sur les 4,5 jours.

Les résultats :

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

Les visites :

| | La Tronche | Corenc | Veurey Voroise | Poisat |
|--|---|--|--|---|
| Environnement extérieur | Présence à proximité de l'UIOM et de voies de circulation importantes | Les rejets de l'UIOM sont-ils susceptibles d'influer la qualité de l'air ? | Influence potentielle de la cheminée de la chaufferie. | Pas de risque identifié |
| Ventilation | Ventilation naturelle Bâtiment perméable | Ventilation naturelle Beaucoup d'humidité et fenêtres étanches. | Encore quelques améliorations à apporter. | Ventilation inefficace ne fonctionnait pas. Humidité |
| Matériaux de construction et d'aménagement | Pas de risque identifié | Présence possible de peinture au plomb. Attention aux voilages dans la salle de lecture. | Pas de risque identifié | De nombreuses dégradations qui semblent liées à l'humidité. |
| Stockage | Dans une salle spécifique | Dans une salle spécifique | Dans un local spécifique | Dans les salles de classe. |
| Salles de classe | Un peu d'humidité. De nombreux dessins affichés. | Des dalles de sol décollées (risque amiante?) | Pas de risque spécifique | Pas de risque spécifique |

UIOM : Usine d'Incinération des Ordures Ménagères

Les polluants :

| | La Tronche | Corenc | Veurey Voroise | Poisat |
|-----------------|---|--|--|--|
| 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. |
| Formaldéhyde | Seuil d'information et recommandation du HCSP dépassée une fois dans une classe.. | Une seule mesure supérieure à la valeur repère (2009) du HCSP. | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée. | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée. |



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

La totalité des établissements visités présente des teneurs en CO₂ supérieures à 1000 ppm sur des périodes plus ou moins longues. On peut noter toutefois que les périodes de dépassement du seuil de 1000 ppm sont moins fréquentes que lors de la première étude réalisée au cours de l'année scolaire 2007 – 2008.

Toutefois, 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.

A noter pour les écoles de Veurey-Voroise et Poisat, présentent des teneurs relativement élevées de toluène et de xylènes. L'utilisation en quantité trop importante de produits d'entretien peut en être à l'origine. Dans ce contexte, il serait intéressant de revoir avec le personnel en charge du ménage au sein du bâtiment, les modalités d'utilisation des produits utilisés.

Concernant les teneurs en formaldéhyde, la valeur repère de 50 µg.m⁻³ proposée par le HCSP¹ comme déterminant un niveau de contamination ne devant pas être dépassé dans un local habité, a été dépassée une fois dans une classe de l'école de la Carronnerie à La Tronche. Le manque d'aération de cette salle de classe favorise certainement l'accumulation des polluants.

La valeur repère, considérée comme étant la teneur maximale acceptable pour une bonne qualité de l'air dans un local (30 µg.m⁻³ en 2009) est atteinte ou dépassée dans chaque établissement. Cette valeur étant appelée à décroître au fil des années, elle sera rapidement dépassée par 3 des 4 écoles (l'école de Corenc semble encore épargnée).

¹ HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique

Sommaire

| | |
|---|----|
| 1. Introduction | 8 |
| 2. Contexte et Méthodologie | 8 |
| 1. Visite de l'établissement | 8 |
| 2. Les campagnes de mesures | 9 |
| 3. Valeurs guides et valeurs de gestion de qualité de l'air intérieur | 12 |
| 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 |
| 4. Les matériaux de construction et d'ameublement | 18 |
| 5. Les salles de classe..... | 18 |
| 6. Aspects par établissements | 20 |
| 2. Les campagnes de mesures | 21 |
| 1. Le dioxyde de carbone | 21 |
| 1. Evolution journalière..... | 21 |
| 2. Le renouvellement d'air | 22 |
| 3. L'exposition au CO ₂ des élèves | 23 |
| 4. Aspects par établissements | 24 |
| 2. Les polluants..... | 21 |
| 1. Le dioxyde d'azote : | 25 |
| 2. Le Benzène : | 26 |
| 3. Le toluène : | 27 |
| 4. Les xylènes : | 28 |
| 5. Le formaldéhyde : | 29 |
| 6. L'acétaldéhyde..... | 30 |
| 7. Aspects par établissements | 31 |
| 4. Conclusion : | 32 |
| 5. Bibliographie | 34 |
| 6. Annexes | 35 |
| 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'école maternelle de Veurey Voroise | |
| Annexe 5 : Compte rendu de la visite effectuée à l'école maternelle de Poisat | |
| Annexe 6 : Compte rendu de la visite effectuée à l'école Montfleury à Corenc | |
| Annexe 7 : Compte rendu de la visite effectuée à l'école de la Carronnerie à La Tronche | |
| Annexe 8 : Formaldéhyde : Résultats des classes investiguées lors de l'étude réalisée en 2007 – 2008. | |

Figures et tableaux :

| | |
|---|----|
| Figure 1 : NO _x - Répartition des émissions par secteur d'activité dans l'environnement extérieur de l'agglomération grenobloise. | 9 |
| Figure 2 : CO ₂ et test de performance (Myhrvold, 1995)..... | 11 |
| Figure 3: Tubes à diffusion passive (NO ₂ et BTEX)..... | 11 |
| Figure 4: mesure du CO ₂ | 12 |
| Figure 5 : Décroissance de la valeur repère entre 2009 et 2019. | 13 |
| Figure 6 : Répartition régionale des établissements investigués lors de la campagne nationale de suivi de la qualité de l'air intérieur..... | 14 |
| Figure 7 : L'école de La Carronnerie à proximité d'un axe de circulation important et de l'usine d'incinération des O.M. | 15 |
| Figure 8 : Traces d'humidité | 15 |
| Figure 9 : Fenêtres non étanches et permettant l'entrée d'air neuf..... | 16 |
| Figure 10 : Tentures et moquette dans une salle de lecture. | 18 |
| Figure 11 : Installation de chauffage mal entretenue. | 18 |
| Figure 12 : Le stockage dans les salles de classe..... | 19 |
| Figure 13 : Présentation des travaux dans une salle de classe. | 20 |
| Figure 14 : Evolution des teneurs en CO ₂ au cours de différentes journées en fonction de la saison. | 21 |
| Figure 15 : Décroissance des niveaux de CO ₂ | 22 |
| Figure 16 : Décroissance du taux de CO ₂ et taux de renouvellement d'air..... | 23 |
| Figure 17 : Dioxyde d'azote - Concentrations moyennes en fonction de la saison. | 25 |
| Figure 18 : Benzène - Concentrations moyennes en fonction de la saison..... | 26 |
| Figure 19 : Toluène - Concentrations moyennes en fonction de la saison..... | 27 |
| Figure 20 : Xylènes - Concentrations moyennes en fonction de la saison..... | 28 |
| Figure 21 : Formaldéhyde - Concentrations moyennes en fonction de la saison..... | 29 |
| Figure 22 : Acétaldéhyde - Concentrations moyennes en fonction de la saison..... | 30 |
| | |
| Tableau 1 : Dates des campagnes de mesures. | 9 |
| Tableau 2: Origine des BTEX et effets sur la santé..... | 10 |
| Tableau 3 : Les aldéhydes mesurés..... | 10 |
| Tableau 4 : Valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur proposées par l'AFSSET..... | 12 |
| Tableau 5 : Valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur proposées..... | 13 |
| Tableau 6 : Classes de dégagement / teneur en formaldéhyde. | 19 |
| Tableau 7 : Taux de renouvellement d'air dans les classes..... | 23 |
| Tableau 8 : Temps d'exposition des élèves à des teneurs en CO ₂ > 1000 ppm. | 23 |
| Tableau 9 : Pourcentage de temps durant lesquels les élèves sont exposés à des teneurs > 1000 ppm..... | 24 |
| Tableau 10 : NO ₂ - Récapitulatif des résultats. | 25 |
| Tableau 11 : NO ₂ - Rapport C _{int} / C _{ext} | 25 |
| Tableau 12 : Benzène - Récapitulatif des résultats..... | 26 |
| Tableau 13 : Benzène - Rapport C _{int} / C _{ext} | 26 |
| Tableau 14 : Toluène - Récapitulatif des résultats..... | 27 |
| Tableau 15 : Toluène - Rapport C _{int} / C _{ext} | 27 |
| Tableau 16 : Xylènes - Récapitulatif des résultats..... | 28 |
| Tableau 17 : Xylènes - Rapport C _{int} /C _{ext} | 28 |
| Tableau 18 : Formaldéhyde - Récapitulatif des résultats..... | 29 |
| Tableau 19 : Formaldéhyde - Rapport C _{int} /C _{ext} | 29 |
| Tableau 20 : Acétaldéhyde - Récapitulatif des résultats..... | 30 |
| Tableau 21 : Acétaldéhyde - Rapport C _{int} /C _{ext} | 30 |

1.Introduction

Cette étude fait suite à l'étude de faisabilité réalisée dans 4 établissements scolaires de l'agglomération grenobloise au cours de l'année scolaire 2007 – 2008^a. Elle fait suite à la demande de plusieurs Elus de la Communauté d'Agglomération qui, suite à la présentation des résultats de la première étude, ont souhaité appliquer un protocole identique à une des écoles de leur commune.

Les résultats obtenus permettront de compléter les données relatives à la qualité de l'air à l'intérieur des classes. Ils contribueront à l'élaboration des protocoles qui seront utilisés pour effectuer les mesures de polluants visés par les futures Valeurs de Gestions de Qualité de l'Air dans les établissements recevant de jeunes publics (crèches, écoles) qui devraient être publiées prochainement (voir § 2.3.3).

Ils permettront aussi aux Elus qui ont souhaité participer à cette étude d'avoir un diagnostic précis de la qualité de l'air intérieur de l'établissement investigué et, le cas échéant, de leur fournir des indications utiles sur les modifications nécessaires à apporter à cet établissement afin de garder un air de bonne qualité dans les classes.

2.Contexte et Méthodologie

Le protocole utilisé reprend celui déjà testé lors de l'étude précédente^a et s'est donc déroulée en deux étapes distinctes :

- une visite de l'établissement scolaire en présence du Directeur et de la personne en charge des écoles au sein des services municipaux de la commune concernée,
- 3 campagnes de mesures des polluants à l'intérieur et dans l'environnement proche (cours de récréation) de l'école.

1. Visite de l'établissement :

L'objectif de la visite effectuée dans chaque établissement a consisté 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 concernée². 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.

Compte tenu des constats effectués lors de l'étude précédente, une attention toute particulière a été portée aux aspects concernant le renouvellement d'air à l'intérieur des classes et au stockage de matériaux ou produits susceptibles d'émettre des polluants. Les visites ont été effectuées le :

- 3 mars 2009 à l'école maternelle de Veurey Voroise,
- 4 mars 2009 à l'école maternelle de Poisat,
- 6 mars 2009 à l'école primaire de la Carronnerie de La Tronche,
- 6 mars 2009 à l'école primaire Montfleury de Corenc.

² A Corenc, seul le Directeur d'établissement était présent.

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 (voir annexes 4 à 7).

2. 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.

| Etablissement | Campagne | Début | Fin |
|---|----------|------------|------------|
| Ecole maternelle de Veurey Voroise | C1 | 16/03/2009 | 20/03/2009 |
| | C2 | 08/06/2009 | 12/06/2009 |
| | C3 | 05/10/2009 | 12/10/2009 |
| Ecole maternelle de Poisat | C1 | 16/03/2009 | 20/03/2009 |
| | C2 | 08/06/2009 | 12/06/2009 |
| | C3 | 05/10/2009 | 12/10/2009 |
| Ecole primaire Montfleury - Corenc | C1 | 23/03/2009 | 27/03/2009 |
| | C2 | 15/06/2009 | 19/06/2009 |
| | C3 | 12/10/2009 | 16/10/2009 |
| Ecole primaire de la Carronnerie - La Tronche | C1 | 23/03/2009 | 27/03/2009 |
| | C2 | 15/06/2009 | 19/06/2009 |
| | C3 | 12/10/2009 | 16/10/2009 |

Tableau 1 : Dates des campagnes de mesures.

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

1. Les polluants et paramètres mesurés :

1. Le dioxyde d'azote (NO₂) :

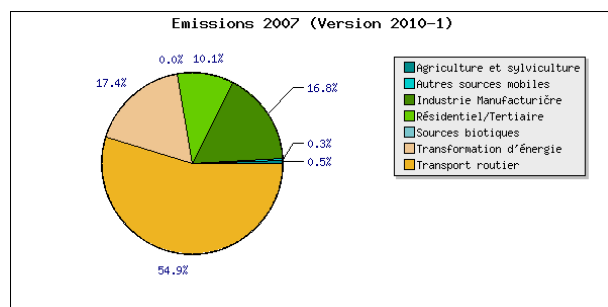


Figure 1 : NO_x - Répartition des émissions par secteur d'activité dans l'environnement extérieur de l'agglomération grenobloise.

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 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 CIRC³, est soumis à la réglementation européenne et française concernant l'air extérieur (valeur limite = 5µg.m⁻³ 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 (§ 2.3).

Pour le toluène, l'OMS⁴ 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 | Cancérigène (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 : OQAI⁵)

3. Les aldéhydes dont le formaldéhyde :

Cette famille de composés fait l'objet de nombreuses études^{b,c,d} concernant l'air intérieur et en particulier dans les établissements scolaires où ils peuvent présenter des niveaux élevés. Bien qu'ils soient présents dans l'environnement extérieur (émissions liées aux "biocarburants", photochimie), c'est essentiellement dans les environnements intérieurs qu'ils sont émis (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. L'AFSSET en 2008 et le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) en 2009 ont publié un avis concernant les Valeurs Guides de Qualité de l'Air Intérieur pour ce polluant (§ 2.3).

| 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

³ CIRC : Centre International de Recherche contre le Cancer

⁴ OMS : Organisation Mondiale de la Santé

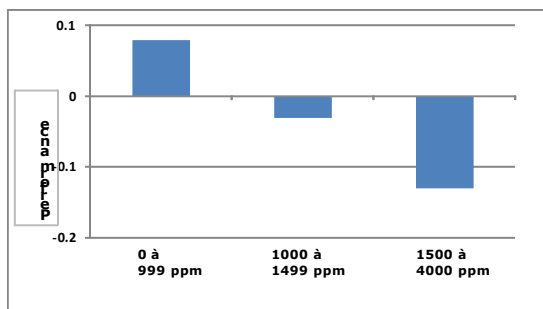
⁵ OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

4. 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 ce sont essentiellement les rejets de gaz carbonique et de vapeur d'eau par les occupants lorsqu'ils respirent qui sont 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 des 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 l'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.



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.

Figure 2 : CO₂ et test de performance (Myhrvold, 1996)ⁱ

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.



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 basé à l'ASPA (association de surveillance de la qualité de l'air en Alsace).
NO₂ : Société PASSAM ag®⁶.

Figure 3: Tubes à diffusion passive (NO₂ et BTEX)

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.

⁶ Passam Ag® – CH-8708 Männedorf – Suisse - <http://www.passam.ch>

2. Mesures en continu :



Figure 4: mesure du CO₂.

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®.

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

1. Les valeurs guides de l'AFSSET^J :

L'Agence française de Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a déterminé entre 2007 et 2009 des valeurs guides en qualité de l'air intérieur pour plusieurs substances (voir tableau ci-dessous). D'autres composés devraient faire l'objet de recommandations prochainement.

Ces valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) 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 seront préconisées dans le cadre de la surveillance des écoles et des crèches.

| Substances | Valeurs retenues | | Parution |
|---------------------|--|------------------------|----------|
| Formaldéhyde | VGAI court terme : | | 2007 |
| | pour une exposition de 2 heures | 50 µg.m ⁻³ | |
| | VGAI long terme : | | |
| | pour une exposition > 1 an | 10 µg.m ⁻³ | |
| Monoxyde de carbone | VGAI court terme | | 2007 |
| | pour une exposition de 8 heures | 10 mg.m ⁻³ | |
| | pour une exposition de 1 heures | 30 mg.m ⁻³ | |
| | pour une exposition de 30 mn | 60 mg.m ⁻³ | |
| | pour une exposition de 15 mn | 100 mg.m ⁻³ | |
| Benzène | VGAI Court terme : | | 2008 |
| | pour une exposition d'1 jour à 14 jours | 30 µg.m ⁻³ | |
| | VGAI intermédiaire : | | |
| | pour une exposition de plus de 2 semaines à 1 an | 20 µg.m ⁻³ | |
| | VGAI long terme : | | |
| | pour une exposition > 1 an | 10 µg.m ⁻³ | |
| | pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁶ | 0,2 µg.m ⁻³ | |
| | pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁵ | 2 µg.m ⁻³ | |
| Naphtalène | VGAI long terme : | | 2009 |
| | pour une exposition > 1 an | 10 µg.m ⁻³ | |

Tableau 4 : Valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur proposées par l'AFSSET (Mise à jour : décembre 2009).

2. Les valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur^e :

Des valeurs repères sont proposées par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP). Elles sont établies dans le but d'orienter l'action publique. Trois valeurs repères sont proposées pour tous les polluants qui feront l'objet d'une proposition. Elles permettront de définir les différents seuils à partir desquels des actions d'amélioration sont à entreprendre pour améliorer la qualité de l'air dans les lieux clos.

- une valeur repère de qualité de l'air :

C'est la valeur en dessous de laquelle il n'y a pas d'action spécifique à engager à court terme. Elle peut être considérée comme la teneur maximale acceptable pour une bonne qualité de l'air vis-à-vis du polluant considéré dans les conditions régulières d'occupation d'un local. Cette valeur est appelée à décroître linéairement au fil des années afin d'atteindre la valeur guide de l'AFSSET.

- Une valeur d'information et de recommandation (VIR) :

Elle détermine un niveau de contamination qui ne doit pas être dépassé dans un local habité. Si c'est le cas, il est nécessaire d'identifier les sources et de réduire dans les meilleurs délais (quelques mois) celles dont l'impact est le plus important. Cette valeur connaîtra également une décroissance linéaire afin d'atteindre à terme la valeur guide de l'AFSSET.

- Une valeur d'action rapide (VAR) :

Elle correspond à un niveau de concentration tel que des travaux et actions d'amélioration sont nécessaires à court terme afin d'identifier les sources de pollution et de les neutraliser. Les différentes valeurs proposées peuvent concerner soit des expositions dites "court terme" (quelques jours/mois) soit des expositions dites "long terme" (supérieur à 1 an, vie entière).

Si les niveaux extérieurs sont plus élevés que la valeur cible retenue à l'échéance, ce sont les niveaux extérieurs qui sont retenus comme valeur cible. Cette valeur sera qualifiée de valeur cible "ajustée à l'extérieur".

A ce jour, seul le formaldéhyde fait l'objet d'une proposition de la part du HCSP :

| | | Valeur cible (AFSSET) | Valeur repère (2009) | Valeur d'information et recommandation | Valeur d'action rapide |
|--------------|-----------------------|-------------------------|---|--|--------------------------|
| Formaldéhyde | Exposition long terme | 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ | 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en 2009 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en 2014 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en 2019 | 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ | 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ |

Tableau 5 : Valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur proposées par le HCSP.

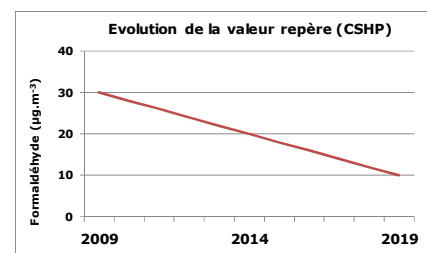


Figure 5 : Décroissance de la valeur repère entre 2009 et 2019.

Si les valeurs retenues par le HCSP sont supérieures aux valeurs guides proposées par l'AFSSET, il est important de noter que les valeurs guides sont en général construites à partir de critères strictement sanitaires et indiquent les taux en dessous desquels aucun effet sur la santé n'est attendu sur les personnes séjournant dans les locaux concernés. Elles n'ont pas de caractère contraignant et sont présentées souvent comme des objectifs à atteindre et deviennent alors des valeurs cibles. Dans quelques cas, les valeurs guides intègrent aussi des impératifs de gestion sans le préciser explicitement.

Les valeurs réglementaires sont de nature très différente puisqu'elles sont contraignantes et intègrent presque systématiquement des considérations de gestion.

On peut remarquer toutefois que le HCSP propose des valeurs repères et une valeur VIR qui devraient tendre vers la valeur guide proposée par l'AFSSET. Pour atteindre cet objectif, un travail important sur la réduction des émissions par les matériaux doit être entrepris. Le délai annoncé par le HCSP semble correspondre au temps nécessaire à ce travail.

3. Les textes réglementaires :

Le PNSE II (Action 9) préconise d'édicter des valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur dans les lieux clos ouverts au public, en commençant par les écoles et les crèches (déclinaison de l'engagement 152 du Grenelle de l'environnement).

Les futurs textes réglementaires devraient donc concerner dans un premier temps ces établissements.

Afin de valider les protocoles de suivi réglementaire et de mettre en place une réglementation adaptée aux écoles et crèches, des investigations sont en cours dans 300 écoles et crèches réparties sur l'ensemble du territoire. Celles-ci devraient se terminer à la fin de l'année scolaire 2010 - 2011. Les AASQA régionales sont fortement impliquées dans cette démarche et réalisent l'ensemble des campagnes de mesures dans les écoles concernées (18 établissements en Rhône-Alpes).

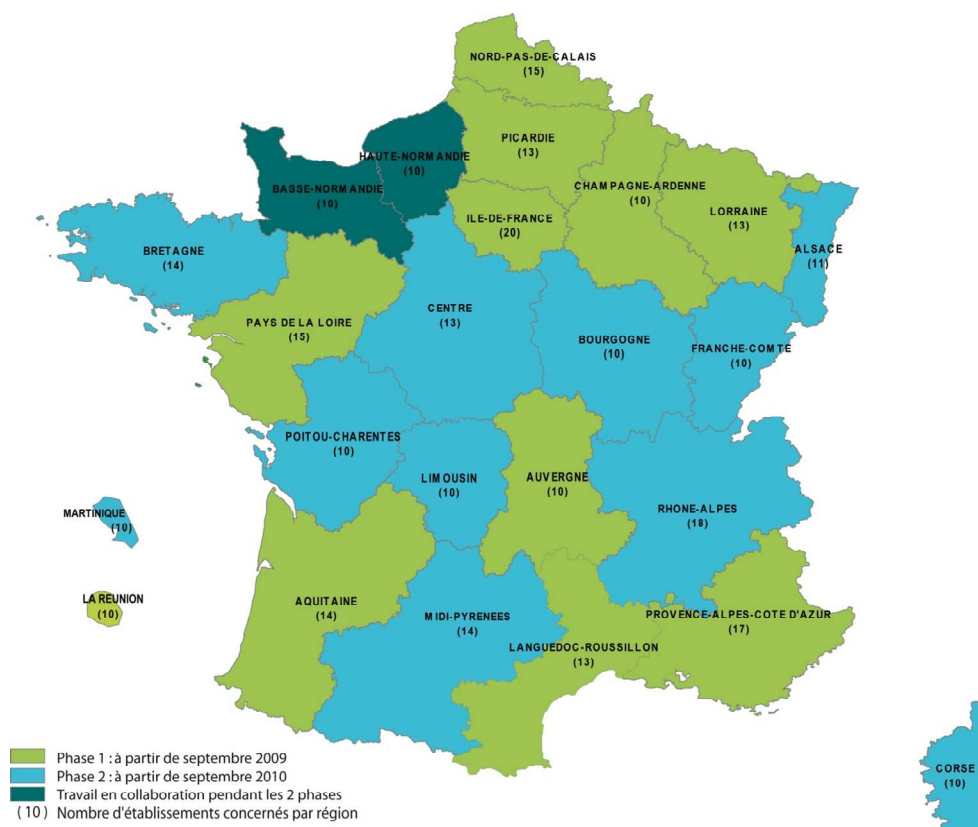


Figure 6 : Répartition régionale des établissements investigués lors de la campagne nationale de suivi de la qualité de l'air intérieur.

Les paramètres suivis lors de cette étude sont :

- le confinement (mesure du CO₂)
- le formaldéhyde
- Le benzène
- un indicateur fongique (moisissures) pourra éventuellement être déterminé lors de la deuxième campagne en 2010.

En parallèle de ces mesures, des tests de diagnostic rapide seront effectués. Ces derniers devraient permettre, en complément des mesures, d'orienter les démarches à entreprendre dans le cas de détection de niveaux de polluants élevés.

Le PNSE II prévoit une surveillance obligatoire des écoles et crèches pour 2012/2013. Des organismes seront accrédités pour effectuer ces contrôles.

3. Résultats

1. Les visites des établissements :

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

A noter que l'école de Veurey Voroise a déjà fait l'objet d'une première investigation⁷ en 2006 par l'Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (APPA). Celle-ci a été réalisée à la demande de la Mairie de Veurey Voroise suite à la plainte de l'agent en charge de l'entretien qui se plaignait d'irritations diverses (toux, démangeaisons ...). Cette investigation a mis en évidence le manque de renouvellement d'air dans les locaux en raison de l'absence d'entrées d'air et du défaut de fonctionnement du système d'extraction. Les niveaux de formaldéhyde mesurés étaient compris entre 21,3 et 22,9 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les prélèvements effectués sur une journée de classe et 23,7 et 30,0 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les prélèvements effectués sur 5 jours consécutifs.

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 7 : L'école de La Carronnerie à proximité d'un axe de circulation important et de l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM)

L'école primaire de la Carronnerie à La Tronche est susceptible de subir l'influence des axes de circulation situés à proximité (A41 et N 90) et, par vent faible, de l'usine d'incinération (ATHANOR). Bien que située dans le même secteur mais plus éloignée, l'école primaire de Corenc semble quant à elle moins exposée. Toutefois une influence possible de l'usine d'incinération en cas de mauvaises conditions de diffusion des fumées peut subvenir.

Les écoles de Poisat et de Veurey Voroise semblent moins sujettes à ce risque.

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 8 : Traces d'humidité

C'est particulièrement le cas à l'école Montfleury a Corenc qui a fait l'objet de nombreux aménagements :

- remplacement des huisseries extérieures par des fenêtres étanches à l'air,
- aménagement de salles en partie enterrées sans système de renouvellement d'air.

Dans cet établissement, on peut constater de nombreuses traces d'humidité et une dégradation importante des peintures

Les aménagements et modifications des bâtiments sont des opérations pouvant générer une mauvaise qualité de l'air à l'intérieur. Ces opérations nécessitent une vision globale de la construction.

⁷ Rapports APPA – compte rendu de la visite – compte rendu des prélèvements - 2006

A l'école de Veurey Voroise, la cheminée d'évacuation des gaz de combustion est placée sur le toit de l'école. La réglementation prévoit que celle-ci doit dépasser d'au moins 40 cm le faitage du toit si celui-ci est situé à moins de 8 mètres de la cheminée. Nous n'avons pas pu mesurer cette distance, il semble intéressant de faire vérifier la conformité de cette installation par un professionnel.



Photo 1 : La cheminée de la chaufferie (école de Veurey Voroise).

Le non respect de ces distances, peut entraîner, lors de conditions météorologiques stables particulièrement défavorables à la dispersion des polluants, un retour des gaz de combustion dans la cour, voire dans les salles de classe.

Le renouvellement d'air :

Le renouvellement d'air est un paramètre essentiel pour l'obtention d'une bonne qualité de l'air à l'intérieur. Au cours de nos visites, nous avons pu constater un nombre important de dysfonctionnements, voire de non fonctionnement, des systèmes mis en place.

Plusieurs techniques sont utilisées dans les établissements. Elles sont souvent liées à l'ancienneté du bâtiment.

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. Ce système est celui en place dans les écoles de Corenc et de La Tronche.



Figure 9: Fenêtres non étanches et permettant l'entrée d'air neuf à La Tronche.

A Corenc, par soucis d'économies d'énergie, les fenêtres des salles de classe ont été remplacées par des fenêtres beaucoup plus étanches ne permettant plus le passage d'un 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.

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

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.

Les écoles de Veurey Voroise et de Poisat sont équipées par un système de ventilation mécanique simple flux.

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.

Aucun établissement investigué lors de cette étude n'est équipé d'un tel système.

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)

Aucune des 4 écoles visitées ne répond de façon idéale aux exigences relatives au renouvellement d'air dans les classes.

Dans les écoles équipées d'une VMC, soit le débit d'extraction n'est pas suffisant (Veurey Voroise), soit il ne fonctionne pas (Poisat). A noter qu'à Veurey Voroise, des aménagements ont été réalisés suite à la visite effectuée par l'APPA⁸. La plus grande partie des recommandations faites à ce moment ont bien été prises en compte.

Dans les écoles non équipées d'une VMC, le remplacement des fenêtres par des modèles plus étanches à l'air (Corenc) est probablement à l'origine de l'apparition de moisissures et de concentrations de polluants élevés.

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 est rarement pratiquée par les enseignants. Plusieurs raisons sont évoquées quant à cette absence de pratique :

- des vols peuvent avoir lieu dans la classe si elle est située en rez de chaussée,
- les élèves peuvent chuter par la fenêtre si celle-ci se trouve en étage.

La mise en place de fenêtres adaptées à ces différentes situations peut être envisagée lors des travaux de rénovation ou de construction afin de remédier à ces inconvénients.

[RSD TYPE]⁹ " 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,
- b) 24m³ pour les autres locaux

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.

3. Les matériaux de construction et d'ameublement :

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, tentures ...).



Figure 10 : Tentures et moquette dans une salle de lecture (Corenc).

Nous n'avons pas rencontré lors de nos visites de matériaux de construction 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 ...).

Évitez la moquette, les tentures, le bois aggloméré dans les écoles.

Plusieurs points méritent toutefois une attention particulière à l'école de Corenc :

- l'ancienneté du bâtiment et de l'état de dégradation des peintures liée à la présence d'humidité peuvent laisser apparaître d'anciennes traces de peinture au plomb si celle-ci a été utilisée,
- la présence de moquette, de tentures et de sièges en tissu dans la salle de lecture de l'école est susceptible de jouer un rôle accumulateur de germes ou de biocontaminants.

Veillez au bon entretien du bâtiment et surveillez les dégradations qui peuvent générer des sources de pollution importantes.



Figure 11 : Installation de chauffage mal entretenue (Corenc).

Les installations de chauffage à air pulsé peuvent être source de contamination biologique si un nettoyage régulier des installations n'est pas effectué. Les écoles de Poisat et de Corenc, équipées par ce système de chauffage sont particulièrement exposées à ce risque.

4. 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 auxquels 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 de les réduire.

1. Le stockage :

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.



L'école de la Tronche dispose d'une classe spécialement dédiée aux activités d'arts plastiques. Le matériel correspondant est stocké dans cette classe. Les écoles de Veurey Voroise et de Corenc disposent d'une réserve indépendante des salles de classe pour le stockage. A l'école de Poisat, le matériel est stocké dans les différentes salles de classe et dans le couloir.

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

Figure 12 : Le stockage dans les salles de 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 difficile de trouver des matériaux produisant moins d'émission de polluants^h. Des travaux sont actuellement en cours pour développer des critères de choix.

| Classe | Méthode d'essai | |
|--------|--|----------------------------|
| | NF EN 120 Teneur | NF ENV 717-1 Dégagement |
| E1 | ≤ 8 mg/ 100g de panneau sec | ≤ 0,124 mg/ m3 d'air. |
| E2 | ≥ 8 mg/ 100g de panneau sec et ≤ 30 mg / 100 g panneau sec | ≥ 0,124 mg/ m3 d'air. |

Tableau 6 : Classes de dégagement / teneur en formaldéhyde.
Norme NF EN 312

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.

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 scolaires afin de permettre une bonne aération des locaux avant que les élèves ne soient présents.

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

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

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

3. L'exposition des travaux :

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.



Figure 13 : Présentation des travaux dans une salle de classe.

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

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.

5. 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 Tronche | Corenc | Veurey Voroise | Poisat |
|---|---|--|--|---|
| Environnement extérieur | Présence à proximité de l'UIOM et de voies de circulation importantes | Les rejets de l'UIOM sont-ils susceptibles d'influer la qualité de l'air ? | Influence potentielle de la cheminée de la chaufferie. | Pas de risque identifié |
| Ventilation | Ventilation naturelle Bâtiment perméable | Ventilation naturelle Beaucoup d'humidité et fenêtres étanches. | Encore quelques améliorations à apporter. | Ventilation inefficace ne fonctionnait pas. Humidité |
| Matériaux de construction et d'aménagement | Pas de risque identifié | Présence possible de peinture au plomb. Attention aux voilages dans la salle de lecture. | Pas de risque identifié | De nombreuses dégradations qui semblent liées à l'humidité. |
| Stockage | Dans une salle spécifique | Dans une salle spécifique | Dans un local spécifique | Dans les salles de classe. |
| Salles de classe | Un peu d'humidité. De nombreux dessins affichés. | Des dalles de sol décollées (risque amiante?) | Pas de risque spécifique | Pas de risque spécifique |

UIOM : Usine d'Incinération des Ordures Ménagères

- 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.

A noter, à l'école de Corenc, le manque total d'aération dans la salle d'activités périscolaire située au sous sol. Lors de notre visite, une odeur très forte de solvant était perceptible. Aux dires de la personne en charge du périscolaire, il est impossible d'aérer car les fenêtres ne fonctionnent pas.

2. Les campagnes de mesures :

1. Le dioxyde de carbone (CO₂) :

1. Evolution journalière :

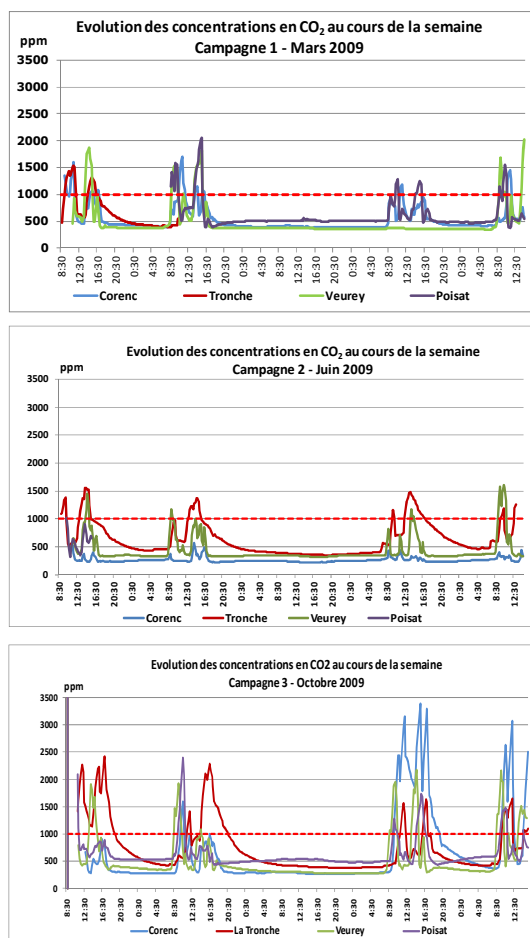


Figure 14 : Evolution des teneurs en CO₂ au cours de différentes journées en fonction de la saison.

Quelque soit l'établissement les courbes présentent les mêmes caractéristiques avec une augmentation rapide des concentrations lorsque les élèves rentrent dans la classe et une diminution plus ou moins rapide lorsqu'ils quittent la salle.

On peut remarquer les deux dernières journées de la campagne 3 à Corenc qui présentent des niveaux de CO₂ très élevés alors que toutes les autres mesures effectuées dans cet établissement sont parmi les plus faibles mesurées lors de cette étude. La baisse rapide des températures extérieures avec un passage d'une moyenne journalière avoisinant 13°C en début de semaine à une valeur proche de 8°C lors des deux derniers jours, peut expliquer cette augmentation (pas d'ouverture des fenêtres en raison du froid extérieur). Il est toutefois intéressant de noter que les mesures effectuées à La Tronche, lors de la même période, montrent un profil inverse.

Les niveaux relevés en période froide (mars et octobre) sont nettement plus élevés que ceux relevés au mois de juin. Une diminution des temps d'aération des salles de classe par ouverture des fenêtres en raison de températures extérieures plus faibles (ou par soucis d'économie de chauffage) peut expliquer cette différence.

2. Le renouvellement d'air :

Pour les établissements équipés d'une ventilation mécanique, le Règlement Sanitaire Départemental (RSD) prévoit un taux de renouvellement d'air minimum dans les salles de classe égal à 15 m³/ h / élève. En supposant que les classes comptent 30 élèves, le volume minimum d'air à extraire sera donc de 450 m³/h, ce qui correspond à environ 3 fois le volume de la classe (50 m² * 3 m de hauteur). Le volume d'air renouvelé, exprimé en volume / heure, devrait donc être égal ou supérieur à 3.

Pour réaliser la mesure du taux de renouvellement d'air dans une salle, il existe plusieurs méthodes⁸. Dans les estimations suivantes, nous avons choisi d'exploiter la méthode utilisant les périodes de décroissance des teneurs en CO₂ en l'absence de production de CO₂, après l'occupation d'une pièce et fermeture des ouvrants. Ce taux est donné par l'équation suivante :

$$Ci(t) - Ce = [Ci(0) - Ce] * \exp(-Nt)$$

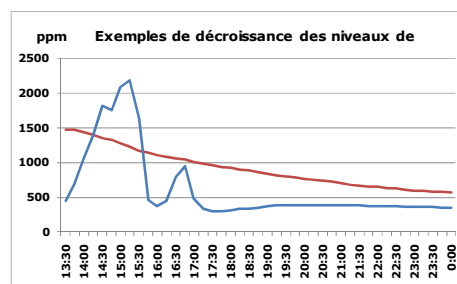
Ci(t) = concentration en CO₂ dans la pièce à l'instant t.

Ce = concentration en CO₂ à l'extérieur à l'instant initial (généralement voisin de 350 ppm)

N = taux de renouvellement d'air (vol/h)

Ces calculs ont été réalisés à l'aide d'un module développé en interne que nous avons intégré au logiciel MATLAB. Lors des périodes les plus chaudes (printemps, été), les fenêtres étaient souvent ouvertes, ce qui ne nous a pas permis d'effectuer les estimations pour les journées concernées.

Décroissance des taux de CO₂ :



Les courbes ci-dessus présentent deux types de décroissance des teneurs en CO₂ lorsque les élèves quittent la salle de classe.

En rouge (La Tronche – Campagne 2) : pour des niveaux moindres au départ, il faut attendre plusieurs heures pour revenir au niveau mesuré à l'extérieur.

Figure 15 : Décroissance des niveaux de CO₂.

En bleu (Veurey – Campagne 3) : la courbe décroît très rapidement pour atteindre le niveau de concentration mesuré à l'extérieur. Sur l'exemple on peut remarquer que les élèves sont sortis de la classe vers 15h30 et sont revenus vers 16h30 pour ressortir aussitôt (récupération des affaires).

Les taux de renouvellement d'air dans les salles de classe sont respectivement égaux à 0,16 Vol.h⁻¹ pour la courbe en rouge et 6,9 Vol.h⁻¹ pour la courbe en bleu.

Quel que soit le cas, la VMC seule ne suffit pas pour conserver des concentrations en CO₂ inférieures à 1000 ppm tout au long de la journée.

⁸ Méthodologie d'analyse des données pour l'évaluation du renouvellement d'air et des risques de condensation – CSTB - 2003

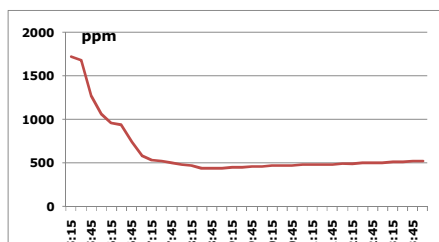


Figure 16 : Décroissance du taux de CO₂ et taux de renouvellement d'air.

La courbe ci-contre représente une décroissance des niveaux des teneurs en CO₂ permettant d'atteindre un taux de renouvellement d'air sensiblement égal à 3 vol.h⁻¹ (3,35).

Dans les classes ayant fait l'objet de suivi des taux de renouvellement d'air, les valeurs égales ou supérieures à 3 vol.h⁻¹ ne sont obtenues que lorsque les fenêtres et portes sont ouvertes.

En dehors de ces périodes, les taux sont inférieurs à 0,5 vol.h⁻¹, ce qui montre bien l'insuffisance des systèmes de renouvellement d'air pour respecter la valeurs du Règlement Sanitaire Départemental.

| Taux de renouvellement d'air (Vol.h ⁻¹) | | | | | |
|---|-------------|------|------------|-------------|------|
| Site | Date | Taux | Site | Date | Taux |
| Corenc | L 23/03/09 | 0,44 | Veurey | J 11/06/09 | 3,45 |
| Corenc | L 23/03/09 | 0,11 | Veurey | L 05/10/09 | 1,74 |
| Corenc | Ma 24/03/09 | 0,17 | Veurey | Ma 06/10/09 | 0,14 |
| Corenc | J 26/03/09 | 0,12 | Veurey | Ma 06/10/09 | 1,10 |
| Corenc | Ma 16/06/09 | 3,21 | Veurey | J 08/10/09 | 6,90 |
| Corenc | L 12/10/09 | 2,35 | Veurey | V 09/10/09 | 0,72 |
| Corenc | Ma 13/10/09 | 1,36 | La Tronche | L 23/03/09 | 0,22 |
| Corenc | J 15/10/09 | 0,25 | La Tronche | Ma 16/06/09 | 0,21 |
| Corenc | V 16/10/09 | 3,15 | La Tronche | J 18/06/09 | 0,16 |
| Poisat | Ma 17/03/09 | 0,43 | La Tronche | L 12/10/09 | 0,33 |
| Poisat | J 19/03/09 | 0,35 | La Tronche | Ma 13/10/09 | 0,26 |
| Poisat | Ma 06/10/09 | 3,35 | La Tronche | J 15/10/09 | 1,97 |
| Poisat | J 08/10/09 | 1,15 | La Tronche | J 15/10/09 | 0,21 |
| Poisat | V 09/10/09 | 0,99 | | | |

1^{ère} campagne 2^{ème} campagne 3^{ème} campagne

Quel que soit le type d'établissement, les taux de renouvellement d'air relevés sont largement inférieurs au taux préconisé par le RSD.

Tableau 7 : Taux de renouvellement d'air dans les classes.

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 (RSD, 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 à partir des moyennes quart horaires des mesures, pour les temps de présence des élèves dans la classe (lundi, mardi, jeudi, vendredi).

| | CO ₂ : % de temps > 1000 ppm | | | |
|---------|---|-----|-----|---------|
| | C1 | C2 | C3 | Moyenne |
| Corenc | 31% | 0% | 50% | 27% |
| Tronche | 50% | 46% | 61% | 53% |
| Veurey | 38% | 17% | 51% | 35% |
| Poisat | 29% | 6% | 31% | 28% |

Tableau 8 : Temps d'exposition des élèves à des teneurs en CO₂ > 1000 ppm.

L'école de la Tronche présente des pourcentages nettement supérieurs aux autres écoles. Cette tendance peut s'expliquer par le fait que l'enseignante en charge de la classe étudiée n'ouvre que très rarement les fenêtres par





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

crainte d'intrusion dans sa classe qui se situe au rez de chaussée du bâtiment scolaire.

Pour l'ensemble des établissements, on constate que les durées d'exposition aux valeurs les plus élevées sont toutes relevées lors de la 3^{ème} campagne, période où les températures extérieures étaient les plus basses, ce qui entraîne une réduction du temps d'ouverture des fenêtres par les enseignants (économies de chauffage, baisse de la température dans la classe). Réciproquement, les durées les plus courtes sont obtenues lors de la deuxième campagne, lorsque les températures sont chaudes et que la tendance est à l'ouverture des fenêtres.

4. Aspects par établissement :

La totalité des établissements visités présente des teneurs en CO₂ supérieures à 1000 ppm. On peut noter toutefois que les périodes de dépassement du seuil de 1000 ppm sont moins fréquentes que lors de la première étude que nous avons réalisée au cours de l'année scolaire 2007 – 2008 (valeurs comprises entre 27% et 94%).

| | La Tronche | Corenc | Veurey Voroise | Poisat |
|-----------|---|---|---|---|
| % temps | 53% | 27% | 35% | 28% |
| Situation |  |  |  |  |



 Gêne pouvant être ressentie sous certaines conditions
 Qualité de l'air pouvant présenter un risque pour la santé

Tableau 9 : Pourcentage de temps durant lesquels les élèves sont exposés à des teneurs > 1000 ppm.

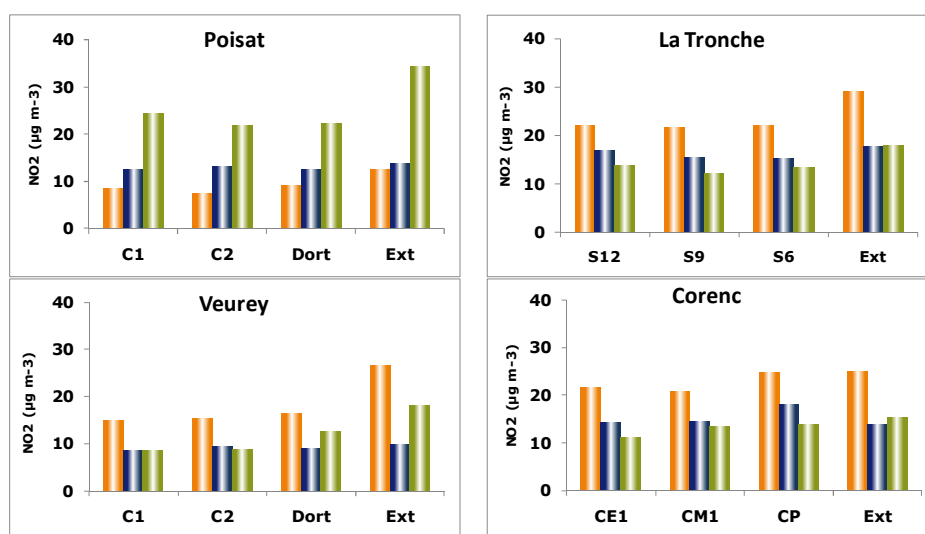
La mesure du taux de CO₂ et surtout de son évolution au cours de la journée permet d'estimer l'efficacité du taux de renouvellement d'air dans les salles investiguées.

Même s'il contribue largement à l'amélioration des conditions environnementales dans les enceintes closes, un bon taux de renouvellement d'air ne permet pas, à lui seul, d'affirmer que l'air dans la pièce investiguée est de bonne qualité. En effet, si des sources importantes de polluants sont présentes dans la salle (émission liées aux matériaux ou au mobilier, pratiques d'activités génératrices de polluants ...), le seul renouvellement d'air par le système de ventilation en place ne sera pas suffisant pour éliminer la totalité des polluants émis.

Dans ces situations, plusieurs actions complémentaires peuvent être suggérées

- Aération par l'ouverture des fenêtres : Celle-ci est préconisée lors de la pratique d'activités pouvant générer ponctuellement des sources importantes de polluants (arts plastiques, collages ...) et si possible durant les récréations et en fin de matinée ou d'après midi.
- Eviction de la source de pollution : L'affichage en trop grande quantité de dessins et collages peut générer une source continue de polluants.
- Limiter l'émission des matériaux neufs : L'émission de polluants est beaucoup plus importante lors des premiers jours qui suivent les travaux de peinture et aménagement. Le mobilier émet lui aussi beaucoup plus de polluants lorsqu'il est neuf. Il est donc important de prévoir la réalisation de travaux ou l'aménagement des salles de classe en début de vacances scolaires de façon à éviter la période où les émanations sont les plus fortes.
- Bien aérer les classes après l'utilisation de produits d'entretien.

2. Le dioxyde d'azote :



| | |
|-------------------|--------------|
| Campagne 1 | Mars 2009 |
| Campagne 2 | Juin 2009 |
| Campagne 3 | Octobre 2009 |

Figure 17 : Dioxyde d'azote - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison.

Dioxyde d'azote :

Un polluant qui provient de l'extérieur.

| NO ₂ (µg m ⁻³) | | C1 | C2 | C3 | Moyenne |
|---------------------------------------|------|------|------|------|---------|
| Poisat | C1 | 8,3 | 12,6 | 24,3 | 14,6 |
| | C2 | 7,5 | 13,3 | 21,9 | |
| | Dort | 9,1 | 12,5 | 22,3 | |
| | Ext | 12,5 | 13,7 | 34,2 | |
| Veurey | C1 | 14,9 | 8,7 | 8,8 | 11,6 |
| | C2 | 15,3 | 9,5 | 8,8 | |
| | Dort | 16,5 | 9,1 | 12,7 | |
| | Ext | 26,7 | 9,9 | 18,2 | |
| La Tronche | S12 | 22,2 | 16,8 | 13,8 | 17,0 |
| | S9 | 21,8 | 15,5 | 12,2 | |
| | S6 | 22,2 | 15,2 | 13,3 | |
| | Ext | 29,1 | 17,6 | 17,9 | |
| Corenc | CE1 | 21,7 | 14,4 | 11,2 | 17,0 |
| | CM1 | 20,9 | 14,5 | 13,5 | |
| | CP | 24,8 | 18,0 | 13,9 | |
| | Ext | 24,9 | 13,9 | 15,3 | |

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

Au sein d'un même établissement, on observe très peu de variation entre les classes.

L'école de Poisat se caractérise par des niveaux nettement plus élevés (à l'intérieur et l'extérieur) lors de la 3^{ème} campagne alors

Tableau 10 : NO₂ - Récapitulatif des résultats.

que pour les autres établissements, c'est lors de la 1^{ère} campagne que les niveaux les plus élevés sont relevés. Une source extérieure ponctuelle (lors de la 3^{ème} campagne) est certainement à l'origine de ce fait.

Taux de pénétration :

| NO ₂ (µg m ⁻³) | C1 | C2 | C3 | moyenne |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|---------|
| Poisat | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,7 |
| Veurey | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 0,6 |
| La Tronche | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,8 |
| Corenc | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 0,9 |

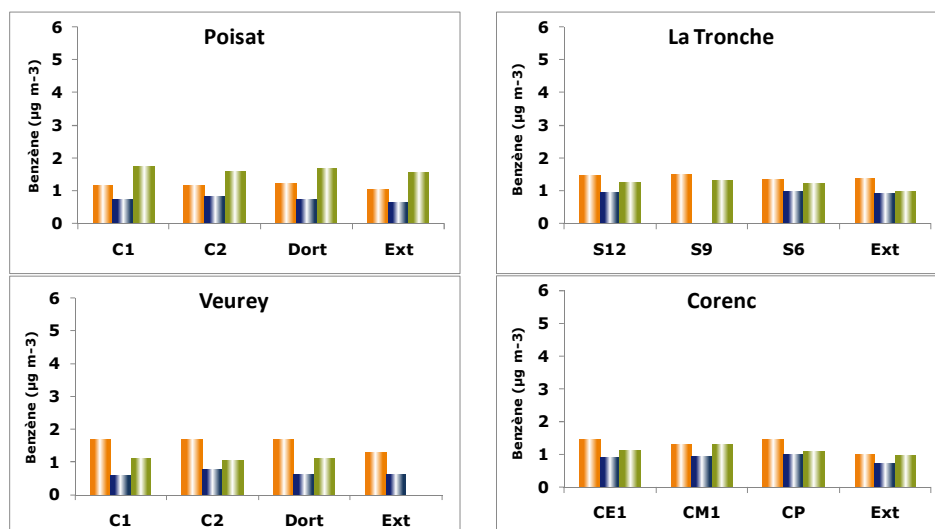
Les taux de pénétration⁹ sont tous inférieurs à 1, ce qui montre bien l'influence

Tableau 11 : NO₂ - Rapport C_{int} / C_{ext}

de la pollution extérieure sur les niveaux mesurés à l'intérieur. Seule l'école de Corenc présente des rapports proches de 1 (voire supérieur lors de la 2^{ème} campagne). Cet aspect peut s'expliquer par une source interne à l'établissement que nous n'avons pas pu mettre en évidence ou par un effet d'accumulation des polluants à l'intérieur, ce qui semble plus probable.

⁹ Taux de pénétration : Rapport concentration intérieure / concentration extérieure

3. Le Benzène :



| | |
|-------------------|--------------|
| Campagne 1 | Mars 2009 |
| Campagne 2 | Juin 2009 |
| Campagne 3 | Octobre 2009 |

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

| Benzène (µg m-3) | | C1 | C2 | C3 | Moyenne |
|------------------|------|-----|-----|-----|---------|
| Poizat | C1 | 1,2 | 0,7 | 1,7 | 1,2 |
| | C2 | 1,2 | 0,8 | 1,6 | |
| | Dort | 1,2 | 0,7 | 1,7 | |
| | Ext | 1,0 | 0,6 | 1,6 | |
| Veurey | C1 | 1,7 | 0,6 | 1,1 | 1,2 |
| | C2 | 1,7 | 0,8 | 1,1 | |
| | Dort | 1,7 | 0,6 | 1,1 | |
| | Ext | 1,3 | 0,6 | - | |
| La Tronche | S12 | 1,5 | 1,0 | 1,3 | 1,3 |
| | S9 | 1,5 | - | 1,3 | |
| | S6 | 1,4 | 1,0 | 1,2 | |
| | Ext | 1,4 | 0,9 | 1,0 | |
| Corenc | CE1 | 1,5 | 0,9 | 1,1 | 1,2 |
| | CM1 | 1,3 | 0,9 | 1,3 | |
| | CP | 1,5 | 1,0 | 1,1 | |
| | Ext | 1,0 | 0,7 | 1,0 | |

Tableau 12 : Benzène - Récapitulatif des résultats.

Les niveaux mesurés à l'intérieurs sont légèrement supérieurs à ceux mesurés à l'extérieur mais sont toutefois bien corrélés. L'origine extérieur du benzène semble donc bien établie même si des sources intérieures¹⁰ peuvent contribuer à une légère augmentation des niveaux mesurés. Cette différence peut aussi être expliquée par un effet d'accumulation des polluants provenant de l'extérieur.

Benzène :

Des niveaux légèrement supérieurs à l'intérieur mais la contribution de l'extérieur semble non négligeable.

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

Les résultats obtenus sont inférieurs aux valeurs guides fixées par l'AFSSET et devraient donc respecter les futures valeurs de gestion qui seront publiées prochainement (voir p. 15).

Taux de pénétration :

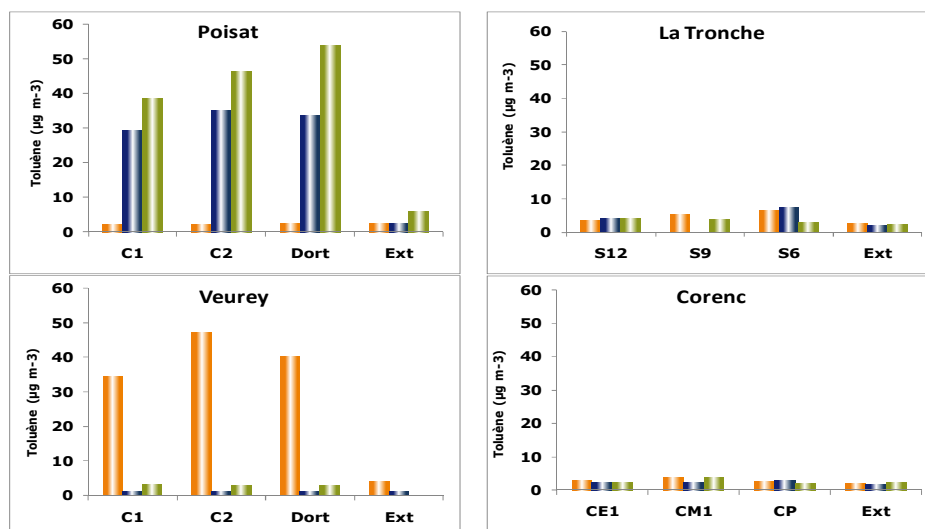
| Benzène (µg m-3) | C1 | C2 | C3 | moyenne |
|------------------|-----|-----|-----|---------|
| Poizat | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| Veurey | 1,3 | 1,1 | | 1,2 |
| La Tronche | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,1 |
| Corenc | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,3 |

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

Les taux de pénétration varient peu d'un établissement à l'autre. Les valeurs légèrement supérieures à 1 confirment l'origine extérieure du benzène.

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 :



| | |
|-------------------|--------------|
| Campagne 1 | Mars 2009 |
| Campagne 2 | Juin 2009 |
| Campagne 3 | Octobre 2009 |

Figure 19 : Toluène - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison

| Toluène ($\mu\text{g m}^{-3}$) | | C1 | C2 | C3 | Moyenne |
|----------------------------------|------|------|------|------|---------|
| Poisat | C1 | 2,0 | 29,3 | 38,5 | 27,0 |
| | C2 | 2,0 | 35,3 | 46,3 | |
| | Dort | 2,3 | 33,5 | 54,1 | |
| | Ext | 2,3 | 2,4 | 6,0 | |
| Veurey | C1 | 34,5 | 1,2 | 3,3 | 15,0 |
| | C2 | 47,3 | 1,2 | 3,0 | |
| | Dort | 40,3 | 1,1 | 2,7 | |
| | Ext | 3,9 | 1,2 | 0,0 | |
| La Tronche | S12 | 3,6 | 4,2 | 4,4 | 4,8 |
| | S9 | 5,2 | - | 3,8 | |
| | S6 | 6,5 | 7,6 | 3,0 | |
| | Ext | 2,6 | 2,1 | 2,4 | |
| Corenc | CE1 | 2,8 | 2,3 | 2,3 | 2,8 |
| | CM1 | 3,8 | 2,4 | 3,5 | |
| | CP | 2,6 | 3,0 | 2,1 | |
| | Ext | 1,8 | 1,7 | 2,5 | |

Tableau 14 : Toluène - Récapitulatif des résultats.

Le toluène est un composé que l'on retrouve fréquemment dans les produits d'entretien ou de construction. Les valeurs élevées relevées à plusieurs reprises lors de nos prélèvements peuvent donc correspondre à l'utilisation de produits contenant du toluène.

Afin d'éviter la présence de ce polluant, il est fortement conseillé d'aérer les classes lorsque l'on effectue le ménage.

Toluène :

Attention aux produits d'entretien qui contiennent souvent du toluène.

Dans le même objectif, la réalisation d'aménagement devrait s'effectuer en début de vacances scolaires afin de laisser un temps suffisamment long pour permettre l'évaporation des solvants utilisés avant que les élèves ne réintègrent les salles de classe.

Taux de pénétration :

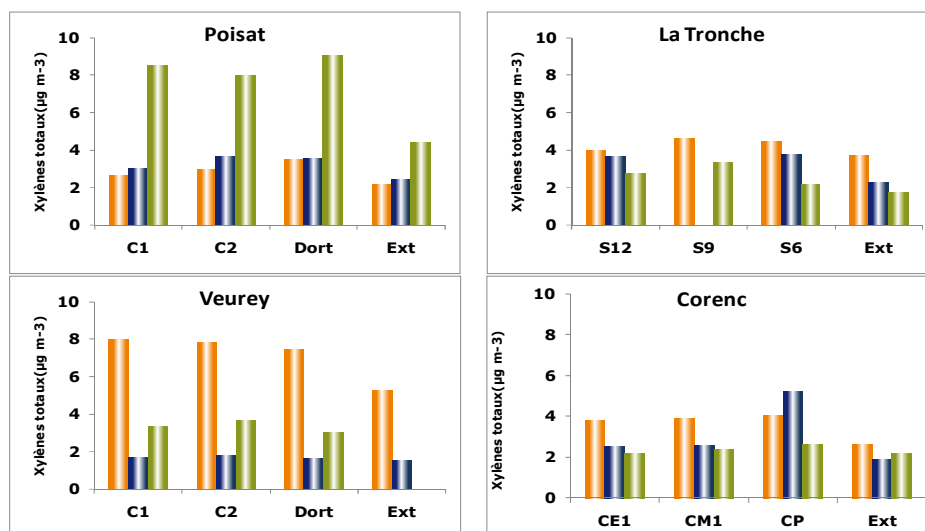
| Toluène ($\mu\text{g m}^{-3}$) | C1 | C2 | C3 | moyenne |
|----------------------------------|------|------|-----|---------|
| Poisat | 0,9 | 13,9 | 7,8 | 7,7 |
| Veurey | 10,5 | 1,0 | | 8,9 |
| La Tronche | 2,0 | 2,8 | 1,6 | 2,0 |
| Corenc | 1,7 | 1,5 | 1,1 | 1,4 |

Tableau 15 : Toluène - Rapport Cint / Cext

Le tableau des taux de pénétration présente des valeurs très variables y compris au sein d'un même établissement. Certains de ces taux de pénétration sont très élevés, ce qui montre bien que la présence de ce polluant est fortement dépendante de sources ponctuelles présentes à

l'intérieur de l'établissement.

5. Les xylènes¹¹ :



| | |
|-------------------|--------------|
| Campagne 1 | Mars 2009 |
| Campagne 2 | Juin 2009 |
| Campagne 3 | Octobre 2009 |

Figure 20 : Xylènes - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison

| Xylènes totaux (µg m ⁻³) | | C1 | C2 | C3 | Moyenne |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|---------|
| Poisat | C1 | 2,7 | 3,0 | 8,5 | 5,0 |
| | C2 | 2,9 | 3,7 | 8,0 | |
| | Dort | 3,5 | 3,6 | 9,0 | |
| | Ext | 2,2 | 2,4 | 4,4 | |
| Veurey | C1 | 8,0 | 1,7 | 3,3 | 4,3 |
| | C2 | 7,8 | 1,8 | 3,7 | |
| | Dort | 7,5 | 1,6 | 3,0 | |
| | Ext | 5,2 | 1,6 | 0,0 | |
| La Tronche | S12 | 3,9 | 3,7 | 2,7 | 3,6 |
| | S9 | 4,7 | | 3,4 | |
| | S6 | 4,4 | 3,8 | 2,2 | |
| | Ext | 3,7 | 2,3 | 1,7 | |
| Corenc | CE1 | 3,8 | 2,5 | 2,2 | 3,2 |
| | CM1 | 3,9 | 2,6 | 2,4 | |
| | CP | 4,0 | 5,2 | 2,6 | |
| | Ext | 2,6 | 1,9 | 2,2 | |

Tableau 16 : Xylènes - Récapitulatif des résultats.

Les concentrations de xylène mesurées à l'intérieur présentent des niveaux supérieurs aux niveaux extérieurs. Toutefois, comme pour le benzène, l'écart est peu important. On peut observer des variations relativement importantes (à l'intérieur et à l'extérieur) d'une saison à l'autre au sein d'un même établissement (Poisat, Veurey Voroise). La réalisation de travaux (traitement du bois par exemple) pourrait expliquer ces écarts.

Xylènes :

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

Taux de pénétration :

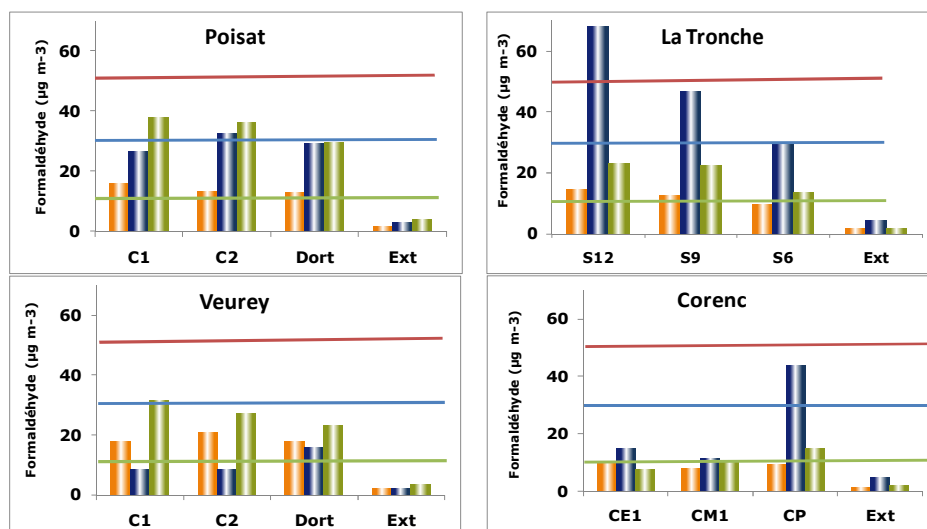
| Xylènes totaux (µg m ⁻³) | C1 | C2 | C3 | moyenne |
|--------------------------------------|------|------|------|---------|
| Poisat | 1,39 | 1,40 | 1,94 | 1,66 |
| Veurey | 1,48 | 1,10 | | 1,89 |
| La Tronche | 1,16 | 1,65 | 1,58 | 1,39 |
| Corenc | 1,49 | 1,81 | 1,09 | 1,45 |

Tableau 17 : Xylènes - Rapport C_{int}/C_{ext}

Le tableau des taux de pénétration présente les mêmes caractéristiques que celui correspondant aux mesures de benzène et du toluène, ce qui confirme bien la présence de source (relativement faibles quand même) de composés organiques volatils à l'intérieur.

¹¹ Les données correspondent au cumul de l'ortho, du méta et du para xylène

6. Le formaldéhyde :



| | |
|-------------------|--------------|
| Campagne 1 | Mars 2009 |
| Campagne 2 | Juin 2009 |
| Campagne 3 | Octobre 2009 |

| Valeurs de référence proposées par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique (CSHP) | |
|---|---|
| | Valeur guide à atteindre en 2019 |
| | Valeur repère à atteindre en 2009 |
| | Valeur d'information et de recommandation |

Figure 21 : Formaldéhyde - Concentrations moyennes sur 4,5 jours dans les classes en fonction de la saison.

| Formaldéhyde (µg m ⁻³) | C1 | C2 | C3 | Moyenne | |
|------------------------------------|------|------|------|---------|------|
| Poisat | C1 | 16,0 | 26,7 | 38,1 | 26,0 |
| | C2 | 13,5 | 32,4 | 35,9 | |
| | Dort | 12,9 | 29,0 | 29,4 | |
| | Ext | 1,7 | 2,7 | 4,0 | |
| Veurey | C1 | 17,7 | 8,8 | 31,5 | 19,0 |
| | C2 | 20,7 | 8,4 | 26,9 | |
| | Dort | 17,7 | 16,0 | 23,3 | |
| | Ext | 2,1 | 2,2 | 3,3 | |
| La Tronche | S12 | 14,7 | 68,1 | 23,2 | 26,8 |
| | S9 | 12,6 | 46,8 | 22,5 | |
| | S6 | 9,6 | 30,0 | 13,6 | |
| | Ext | 1,5 | 4,1 | 1,7 | |
| Corenc | CE1 | 10,0 | 15,1 | 7,8 | 14,5 |
| | CM1 | 8,0 | 11,2 | 10,7 | |
| | CP | 9,4 | 43,6 | 14,9 | |
| | Ext | 1,4 | 4,6 | 2,2 | |

Tableau 18 : Formaldéhyde - Récapitulatif des résultats.

(à l'exception d'une pointe dans la classe des CP lors de la 2^{ème} campagne). L'ancienneté du bâtiment peut expliquer cette observation (les émissions liées aux matériaux est moins importante).

La valeur d'information et recommandation ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) proposée par le HCSP est dépassée dans une classe à l'école de La Tronche lors de la 2^{ème} campagne (estivale). Ce dépassement semble lié à une activité particulière qui ne s'est pas renouvelée lors des autres campagnes. La valeur repère ($30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) proposée pour l'année 2009 est atteinte ou dépassée dans chaque établissement.

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 |
|------------------------------------|-----|------|------|---------|
| Poisat | 8,3 | 10,7 | 8,7 | 9,3 |
| Veurey | 9,1 | 5,1 | 8,2 | 7,6 |
| La Tronche | 7,9 | 11,7 | 11,4 | 10,9 |
| Corenc | 6,7 | 5,1 | 5,1 | 5,3 |

Tableau 19 : Formaldéhyde Rapport $C_{\text{int}} / C_{\text{ext}}$

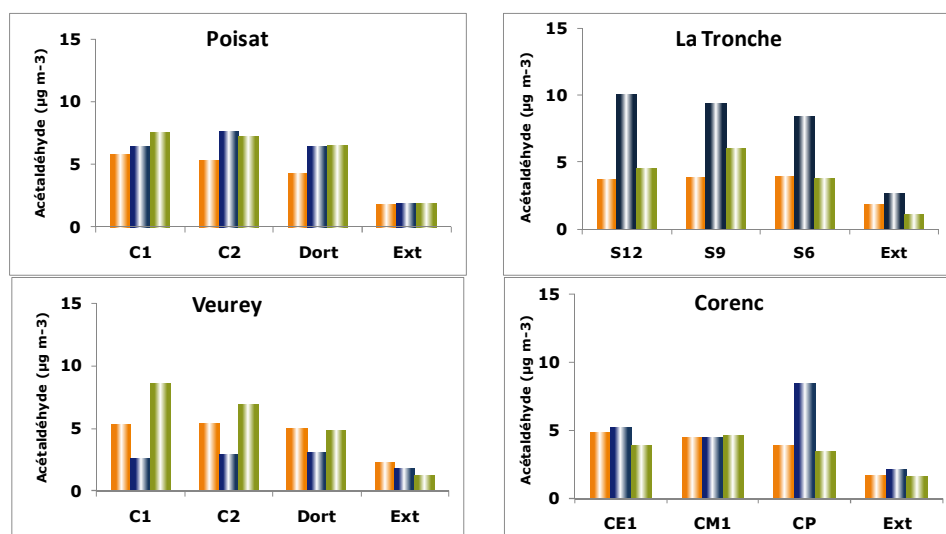
Quel que soit l'établissement surveillé, les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les classes sont très largement supérieures à celles mesurées à l'extérieur. A noter les niveaux particulièrement élevés mesurés à La Tronche et dans la classe des CP à Corenc, lors de la deuxième campagne.

Formaldéhyde :

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

La valeur d'information et recommandation est respectée mais la valeur repère est dépassée dans plusieurs écoles.

7. L'acétaldéhyde



| | |
|-------------------|--------------|
| Campagne 1 | Mars 2009 |
| Campagne 2 | Juin 2009 |
| Campagne 3 | Octobre 2009 |

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

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 |
|-----------------------|------|-----|------|-----|---------|
| Poisat | C1 | 5,8 | 6,4 | 7,5 | 6,3 |
| | C2 | 5,3 | 7,5 | 7,2 | |
| | Dort | 4,3 | 6,4 | 6,5 | |
| | Ext | 1,8 | 1,9 | 1,9 | |
| Veurey | C1 | 5,3 | 2,6 | 8,6 | 5,0 |
| | C2 | 5,4 | 2,9 | 6,9 | |
| | Dort | 5,0 | 3,1 | 4,8 | |
| | Ext | 2,3 | 1,8 | 1,3 | |
| La Tronche | S12 | 3,8 | 10,0 | 4,5 | 6,0 |
| | S9 | 3,9 | 9,4 | 6,0 | |
| | S6 | 3,9 | 8,4 | 3,8 | |
| | Ext | 1,9 | 2,7 | 1,0 | |
| Corenc | CE1 | 4,8 | 5,3 | 3,9 | 4,8 |
| | CM1 | 4,5 | 4,4 | 4,6 | |
| | CP | 3,9 | 8,4 | 3,4 | |
| | Ext | 1,7 | 2,1 | 1,6 | |

Tableau 20 : Acétaldéhyde - Récapitulatif des résultats.

Taux de pénétration :

| Acétaldéhyde (µg m-3) | C1 | C2 | C3 | moyenne |
|-----------------------|-----|-----|-----|---------|
| Poisat | 2,9 | 3,6 | 3,7 | 3,4 |
| Veurey | 2,2 | 1,6 | 5,2 | 2,7 |
| La Tronche | 2,1 | 3,4 | 4,6 | 3,2 |
| Corenc | 2,6 | 2,8 | 2,5 | 2,6 |

Tableau 21: Acétaldéhyde - Rapport Cint/Cext

Les concentrations d'acétaldéhyde subissent les mêmes variations que celles des aldéhydes, c'est-à-dire :

- Une 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.**

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.













8. Aspects par établissements :

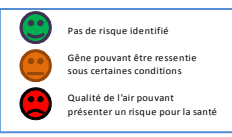
Sauf pour le dioxyde d'azote, les concentrations de polluants retrouvés à l'intérieur des salles de classe sont toujours supérieures à celles mesurées à l'extérieur. Cette différence est peu marquée pour le benzène, toluène et xylènes mais s'accroît fortement pour les composés de la famille des aldéhydes.

Des teneurs relativement élevées de toluène et de xylènes sont relevées pour les écoles de Veurey-Voroise et Poisat. L'utilisation importante de produits d'entretien peut être à l'origine de ces teneurs. Dans ce contexte, il serait intéressant de revoir avec le personnel en charge du ménage au sein du bâtiment, les modalités d'utilisation des produits utilisés.

Concernant les teneurs en formaldéhyde, la valeur repère de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ proposée par le HCSP comme déterminant un niveau de contamination ne devant pas être dépassé dans un local habité a été dépassée une fois dans une classe de l'école de la Carronnerie à La Tronche. Le manque d'aération de cette salle de classe (voir P23) favorise certainement ces teneurs.

La valeur repère, considérée comme étant la teneur maximale acceptable pour une bonne qualité de l'air dans un local est atteinte ou dépassée dans chaque établissement. Cette valeur étant appelée à décroître au fil des années, elle sera rapidement dépassée par l'ensemble des écoles (hormis pour l'école de Corenc qui semble encore épargnée).





| | La Tronche | Corenc | Veurey Voroise | Poisat |
|------------------------|---|--|--|--|
| 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.  |
| Formaldéhyde | Seuil d'information et recommandation du HCSP dépassée une fois dans une classe..  | Une seule mesure supérieure à la valeur repère (2009) du HCSP.  | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée.  | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée.  |



Les observations concernant le formaldéhyde présentées dans ce rapport font référence aux valeurs repères et à la valeur d'information et de recommandation proposées par le HCSP en octobre 2009. Or, ces valeurs de gestion de la qualité de l'air intérieur sont supérieures à celles qui sont proposées par l'AFSSET et qui étaient les seules disponibles lors de la réalisation de la 1^{ère} étude.

De ce fait, le constat que nous effectuons sur les 4 écoles investiguées lors de cette 2^{ème} étude semble moins contraignant que celui que nous avons présenté pour les écoles investiguées lors de la 1^{ère} étude¹².

En prenant les mêmes critères que ceux utilisés lors de la 2^{ème} étude, les écoles concernées auraient présenté le constat suivant :

| | Pont de Claix (Jean Moulin) | Seyssins (Louis Armand) | Grenoble (La Rampe) | Fontaine (Léa Blain) |
|---------------------|--|--|---|---|
| Formaldéhyde | Risque fort de dépassement du seuil d'information et recommandation du HCSP.  | Risque fort de dépassement du seuil d'information et recommandation du HCSP.  | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée.  | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée.  |

¹² Résultats complets en annexe 8

4. Conclusion :

Cette deuxième campagne d'investigation dans les écoles de l'agglomération grenobloise confirme bien les résultats obtenus lors de la première étude et met en évidence les mêmes facteurs que ceux déjà relevés précédemment.

La principale observation concerne les niveaux de CO₂ qui présentent des valeurs relativement élevées dès que les élèves pénètrent dans la salle de classe. La valeur de 1000 ppm, indicatrice d'un confinement de l'air de la pièce investiguée, est fréquemment dépassée. Ces niveaux sont fortement liés à un mauvais taux de renouvellement d'air dans les salles de classe.

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. Pour les établissements disposant d'un tel dispositif, le rajout d'équipement sans prise en compte du système existant, l'absence d'entrée d'air ou un dysfonctionnement du système utilisé peuvent en être à l'origine.

Dans l'ensemble des 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. L'ensemble des études menées en Rhône-Alpes montre que quelque soit le système de renouvellement d'air utilisé, l'aération des salles reste un complément indispensable à une bonne qualité de l'air à l'intérieur. Si l'ouverture des fenêtres semble difficile à réaliser pour certaines classes (risque de chute des élèves, vol, dégradation ...), une adaptation des ouvrants peut être envisagée lors des aménagements à venir.

En ce qui concerne le suivi des 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 (matériaux, mobilier, livres ...) et à l'utilisation de produits d'entretien en contenant.

Les valeurs de référence retenues dans ce rapport pour le benzène et le formaldéhyde ne sont encore que des propositions d'organismes et ne font donc pas encore l'objet d'une réglementation. Des études complémentaires auxquelles participe ASCOPARG sont en cours (§2.3.3) pour en définir les modalités précises d'application.

Les techniques et principes de mesures utilisés lors de ces deux études étant basés sur les mêmes principes que ceux prévus dans le cadre de la réglementation, il est possible d'extrapoler les résultats obtenus afin de déterminer la situation des établissements investigués vis-à-vis des propositions les plus récentes :

Pour le benzène, l'ensemble des établissements investigués devraient respecter les valeurs réglementaires.

Pour le formaldéhyde, plusieurs établissements ne devraient pas satisfaire aux exigences réglementaires et devront faire l'objet de travaux de mise en conformité. Compte tenu de la diminution progressive des seuils retenus (§ 2.3.2), la plupart des établissements seront concernés à plus ou moins long terme par les travaux de mise en conformité.

Les résultats obtenus au cours des deux études devraient contribuer à une meilleure connaissance des paramètres pouvant influencer sur la qualité de l'air dans les écoles et les lieux recevant de jeunes publics.

Bien qu'elles ne concernent que 8 établissements et ne soient donc pas le reflet exhaustif de l'ensemble des écoles et crèches de l'agglomération grenobloise, les deux études réalisées ont permis de mettre en évidence plusieurs paramètres pouvant être à l'origine de la dégradation de la qualité de l'air à l'intérieur des établissements recevant de jeunes publics.

Bibliographie

- a** Diagnostic Qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires du territoire de La Métro – Etude de faisabilité dans 4 établissements – ASCOPARG – Août 2008.
- b** 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.
- c** Campagne de mesures du formaldéhyde dans les établissements scolaires et petite enfance de la ville de Strasbourg – Juillet 2005 – www.atmo-alsace.net.
- d** 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
- e** Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : Le formaldéhyde. Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) - Groupe de travail de la commission spécialisée - Risques liés à l'environnement (CSRE) – Octobre 2009
- f** CETIAT (2001), Ventilation performante dans les écoles, Guide de Conception, 29p.
- g** 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.
- h** Le formaldéhyde, un poison domestique ? - Sources intérieures - Exemples de normes et labels environnementaux - ASP - 07082301-ID - Août 2007
- i** Myhrvold, AN, Olsen E., Luridsen O. (1996) . Indoor Environment in schools – Pupils Health and performance in regard to CO2 concentrations. Proceeding of the 7th international conference on indoor air quality and climate. Vol4. Nagoya, Japan, 369-74.
- J** AFSSET (2007) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Documents cadres et éléments méthodologiques
AFSSET (2007) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Le formaldéhyde.
AFSSET (2007) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Le monoxyde de carbone
AFSSET (2008) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Le benzène.
AFSSET (2009) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Le trichloroéthylène.
AFSSET (2009) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Le Naphtalène.

5. 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'école maternelle de Veurey Voroise

Annexe 5 : Compte rendu de la visite effectuée à l'école maternelle de Poisat

Annexe 6 : Compte rendu de la visite effectuée à l'école Montfleury à Corenc

Annexe 7 : Compte rendu de la visite effectuée à l'école de la Carronnerie à La Tronche

Annexe 8 : Formaldéhyde : Résultats des classes investiguées lors de l'étude réalisée en 2007 – 2008.

Annexe 1

Composés organiques volatils mesurés par les AASQA Rhône-Alpes.

| |
|------------------------|
| 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 |

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*

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-éthoxyéthanol (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^f - 2001

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

Annexe 4

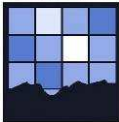
Compte rendu de la visite de l'école maternelle de Veurey Voroise

Destinataires :

- Mairie de Veurey Voroise – Services Techniques
- Directeur de l'école maternelle de Veurey Voroise

Visite effectuée par :

Monsieur RIZET – Adjoint au Maire en charge des travaux – Mairie de Veurey Voroise
Monsieur BRODER – Services Techniques – Mairie de Veurey Voroise
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 3 mars 2009 dans l'après midi, en présence de :

Monsieur RIZET – Adjoint au Maire en charge des travaux – Mairie de Veurey Voroise

Monsieur BRODER – Services Techniques – Mairie de Veurey Voroise

Monsieur DECHENAU – ASCOPARG - Grenoble

2. Etat des lieux

Cette école a déjà fait l'objet d'une première investigation¹³ le 19 janvier 2006 par l'Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (APPA). Celle-ci a été réalisée à la demande de la Mairie de Veurey Voroise suite à la plainte de l'agent en charge de l'entretien qui se plaignait d'irritations diverses (toux, démangeaisons ...).

Cette investigation a mis en évidence le manque de renouvellement d'air dans les locaux en raison de l'absence d'entrées d'air et du défaut de fonctionnement du système d'extraction. Les niveaux de formaldéhydes mesurés étaient compris entre 21,3 et 22,9 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les prélèvements effectués sur une journée et 23,7 et 30,0 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les prélèvements effectués sur 5 jours consécutifs.

2.1. Les abords :

L'école est éloignée de sources de pollution liées soit au trafic automobile, soit à la proximité d'industries. Lors de la visite effectuée par l'APPA, il avait été noté la présence d'une barrière empêchant toute circulation à proximité de l'entrée de l'école. Cette barrière a été endommagée et devrait être supprimée assez rapidement, ce qui risque d'augmenter significativement la circulation lors des entrées et sorties d'école, moment où les élèves sont le plus nombreux.

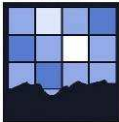


Photo 3 : vue de l'école



Photo 2 : Vue du quartier

¹³ Rapports APPA – compte rendu de la visite – compte rendu des prélèvements - 2006



2.2. Le bâtiment :



Photo 4 : Le bâtiment.

L'école est constituée d'un bâtiment de construction traditionnelle (béton) en rez de chaussée. Sa construction remonte à une trentaine d'année. Les deux salles de classe ainsi que la salle de jeux possèdent de grandes baies vitrées ouvrant sur l'extérieur (cour de récréation). Le chauffage est assuré par une chaudière gaz située dans une annexe accolée au bâtiment.

La chaufferie :

Il s'agit d'une chaudière à gaz mise en place récemment (quelques années) à la place d'une ancienne chaudière à fuel. La chaufferie est équipée d'une ouverture basse, visible sur la façade avant du local, mais nous n'avons pas vu d'ouverture haute permettant une circulation correcte de l'air.

La cheminée d'évacuation des gaz de combustion est placée sur le toit de l'école. La réglementation prévoit que la cheminée doit dépasser d'au moins 40 cm le faitage du toit si celui-ci est situé à moins de 8 mètres de la cheminée. Nous n'avons pas pu mesurer cette distance, il semble intéressant de faire vérifier la conformité de cette installation par un professionnel.



Photo 6 : La cheminée de la chaufferie.



Photo 5 : La chaufferie

Le non respect de ces distances, peut entraîner, lors de conditions météorologiques stables particulièrement défavorables à la dispersion des polluants, un retour des gaz de combustion dans la cour, voire dans les salles de classe.

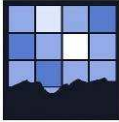
Le renouvellement d'air dans le bâtiment :

L'école est constituée de 2 classes, d'une salle de jeux et d'un dortoir. Trois petites salles annexes (bureau du Directeur, salle de repos des enseignants, sanitaires et petite pièce de stockage) complètent cet équipement.

Le renouvellement d'air est assuré par un système de ventilation mécanique contrôlé simple flux (VMC simple flux). Le principe du renouvellement d'air par la VMC est le suivant :

- de l'air neuf pénètre par les bouches situées sur les ouvrants extérieurs,
- il balaye ensuite la (les) salle(s) de classe,
- Il est enfin aspiré par les bouches d'extraction situées dans les sanitaires.

Pour permettre ce circuit, le passage de la salle de classe aux sanitaires doit être suffisamment important (40 cm² au minimum). Ce passage devrait se faire normalement sous les portes donnant dans le couloir, ce qui n'est pas possible dans le cas de l'école de Veurey compte tenu du faible passage prévu sous ces portes.



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 15m³/h/personne. Bien que nous n'ayons pas pu mesurer les débits d'extraction au niveau de chaque bouche, il semble qu'il ne soit pas suffisant pour permettre de respecter les débits minimums réglementaires dans chaque classe.

2.3. Les classes :



Photo 7 : Une salle de classe.

Ce sont des pièces d'environ 50m² possédant chacune un accès direct vers l'extérieur.

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 et 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.

2.4. La pièce de stockage des produits d'activités manuelles :

Cette pièce se situe vers l'entrée de l'école et est éloignée des salles de classe. Un stock important de matériel est entreposé (feutres, peinture, papier, produits et matériaux divers) dans cette pièce qui ne possède aucune aération.

Le dortoir :

Depuis la visite effectuée par l'APPA, cette pièce a été équipée de bouches d'entrée d'air sur les fenêtres et d'extraction situées au plafond. Cette installation semble très utile pour assurer une meilleure qualité de l'air dans le dortoir, par contre elle implique que cette pièce a un système "autonome" de fonctionnement qui risque d'interférer sur le fonctionnement global de la ventilation de l'ensemble du bâtiment.

Les pièces annexes :

Lors de notre visite, deux bouches d'extraction d'air (1 dans les sanitaires et une dans la salle de repos des enseignants) ne fonctionnaient pas. Une intervention est donc à prévoir.

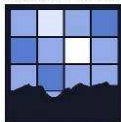
3. Constat de la visite :

Des aménagements et réparations concernant le système de renouvellement d'air ont bien été réalisés depuis la visite effectuée par l'APPA. Toutefois, ceux-ci ont été réalisés au coup par coup sans tenir compte de l'aspect global du bâtiment ce qui peut entraîner un fonctionnement aléatoire du système de renouvellement d'air.

Plusieurs aspects peuvent encore avoir un effet contradictoire avec un fonctionnement normal de ce système :

- ajout d'extractions d'air dans le dortoir,
- circulation d'air impossible entre les salles de classe et les bouches d'extraction d'air situées dans les sanitaires,
- débit d'extraction qui semble trop faible,
- défaut de fonctionnement de deux bouches d'extraction.

Un examen approfondi du système de ventilation par un professionnel, avec du matériel adapté, permettrait de vérifier ces différents points.



4. Les mesures de polluants :

Afin de compléter les informations obtenues lors de la visite de l'école, nous réaliserons une mesure des polluants les plus fréquemment rencontrés dans les établissements scolaires et susceptibles d'avoir un impact sur la santé. Ces mesures qui se dérouleront sur une semaine (lundi au vendredi) seront répétées à trois reprises au cours des 3 saisons correspondant aux trois trimestres de l'année scolaire.

Le dioxyde d'azote

Le terme « oxydes d'azote » ou NO_x désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles.

Les oxydes d'azote (NO_x) sont essentiellement des polluants d'origine automobile. Les émissions de NO_x sont donc concentrées dans les secteurs urbains et le long des voies routières importantes. La mesure du dioxyde d'azote devrait permettre de mieux estimer la qualité de l'air dans l'environnement proche de l'établissement.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est considéré comme toxique aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, si sa concentration dépasse le seuil d'information et de recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire), entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans les deux classes et dans le dortoir.

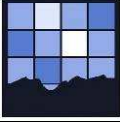
Aldéhydes : Les établissements scolaires peuvent présenter des niveaux élevés de formaldéhyde comme dans d'autres lieux clos tels que les logements. Les émissions sont liées entre autres à la présence de mobilier, de collages et de dessins dans les salles de classe. La température et l'humidité favorise les émissions. Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires. Il est classé cancérigène certain par la Centre International de Recherche sur le Cancer.

Benzène, Toluène, Xylène (BTX) : 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.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans les deux classes et dans le dortoir.

Gaz Carbonique, Température, Humidité : Ces paramètres sont de bons indicateurs de renouvellement d'air. Une augmentation des niveaux de gaz carbonique et d'humidité lors de la présence d'élèves reflète un manque d'aération.

Les mesures sont réalisées en continu (pas de temps 1 min.). Elles permettront de suivre l'évolution de ces paramètres au cours de la journée. La mesure se déroulera dans la salle de classe de Monsieur MONIER.



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

Annexe 5

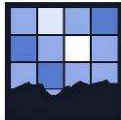
Compte rendu de la visite de l'école maternelle de Poisat

Destinataires :

- Mairie de Poisat – Services Techniques
- Directrice de l'école maternelle de Poisat

Visite effectuée par :

Madame MAHE – Directrice de l'école de Poisat
Monsieur LEJEUNE – Services Techniques – Mairie de Poisat
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 4 mars 2009 dans la matinée, en présence de :

Madame MAHE – Directrice de l'école de Poisat

Monsieur LEJEUNE – Services Techniques – Mairie de Poisat

Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG – Grenoble

2. Etat des lieux

2.1. Les abords :

L'école se situe au centre de Poisat sur un espace protégé de la circulation automobile de proximité. La présence de la Rocade Sud avec un trafic très dense à environ 500 mètres peut avoir une influence sur la qualité de l'air de cet établissement. Les mesures de NO₂ que nous devons effectuer lors des campagnes de mesures permettront de vérifier ce point.

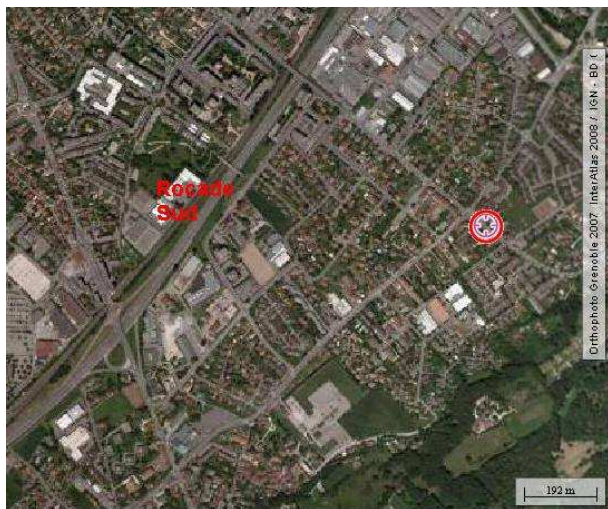
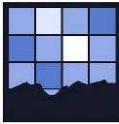


Photo 9 : Vue du quartier avec, à environ 500 m, la rocade sud.



Photo 8 : Vue du quartier.



2.2. Le bâtiment :

1. L'extérieur :



Photo 10 : L'école.

Le bâtiment est de construction traditionnelle. L'école occupe le rez de chaussée et est surmontée en partie d'appartements à usage d'habitation.

Sa construction remonte à une trentaine d'année. Il était équipé à l'origine de panneaux de chauffage solaire qui ne sont plus utilisés aujourd'hui. Le chauffage est assuré par une chaufferie au gaz commune à plusieurs bâtiments et située dans sur un autre site.

La cheminée d'évacuation des gaz de combustion placée sur le toit de l'école ne semble pas répondre à la réglementation qui prévoit que celle-ci doit dépasser d'au moins 40 cm le faitage du

toit si celui-ci est situé à moins de 8 mètres de la cheminée. Il semble intéressant de faire vérifier la conformité de cette installation par un professionnel.

Le non respect de ces distances, peut entraîner, lors de conditions météorologiques stables particulièrement défavorables à la dispersion des polluants, un retour des gaz de combustion dans la cour, voire dans les salles de classe.

2. L'état général :



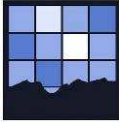
Photo 11 : Humidité sur les murs.

Dés l'entrée dans le bâtiment on peut ressentir une forte odeur dont nous n'avons pas pu déterminer l'origine exacte. Il s'agit certainement d'un mélange lié à la présence de différents produits utilisés par les élèves, de produits ménagers mais aussi des sanitaires qui sont ouverts et peuvent diffuser leurs émanations dans l'ensemble de l'école.

Cette odeur perçue le mercredi matin en dehors de la présence des élèves met en évidence un défaut de renouvellement d'air dans le bâtiment.

On peut observer de **nombreuses dégradations liées à l'humidité** tant dans le couloir que dans le dortoir et les salles de classe. A noter que des travaux doivent être effectués très rapidement ce qui peut entraîner une augmentation significative des niveaux de pollution à l'intérieur. Les émanations de gaz polluants étant beaucoup plus importantes les premiers jours lors de l'application de peintures ou produits divers, il est important de réaliser les différents travaux le plus

rapidement possibles en début de congés scolaire afin de permettre une bonne aération des locaux avant que les élèves ne soient présents.



3. Le système de renouvellement d'air :

Lors de notre visite, le système de renouvellement d'air ne fonctionnait pas, ce qui peut expliquer la forte odeur ressentie en entrant. Le règlement sanitaire départemental précise que le débit d'air neuf à introduire dans les salles de classe (maternelles, primaire) équipées d'une ventilation mécanique (VMC) doit être au minimum de 15m³/h/personne. Il semble donc indispensable de remédier au défaut de fonctionnement de cet équipement.

4. Le chauffage :

Les radiateurs utilisés pour assurer le chauffage dans les différentes salles sont équipés de filtres qui sont relativement encrassés ainsi que les grilles de protection. Un entretien plus fréquent que celui pratiqué actuellement semble nécessaire.



Photo 12 : Radiateur.

5. Les classes :



Photo 13 : Une salle de classe.

La présence de 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. De plus, si cela est possible, il serait préférable de laisser sécher les dessins et collages à l'extérieur de la classe pendant 1 ou 2 jours avant de les afficher.

6. Le stockage des produits d'activités manuelles :

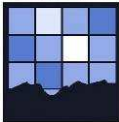
Les produits et matériaux utilisés pour les activités de dessin et arts plastiques sont stockés soit dans les salles de classe, soit dans le couloir de l'école. L'aménagement d'un local spécifique à cet usage et non fréquenté par les enfants éviterait une exposition élevée à ces polluants.

3. Constat de la visite :

L'école maternelle de Poisat doit faire l'objet de travaux d'entretien assez rapidement. Ces travaux concernent essentiellement la remise en état des dégâts causés par les infiltrations d'eau. Les moisissures qui peuvent résulter de la présence d'humidité sont très allergisantes et peuvent déclencher des crises d'asthme et d'allergie chez les jeunes enfants en particulier. Lors des travaux d'entretien une partie de celles-ci sera remis en suspension dans l'air et ira se déposer dans l'ensemble de l'école. Un nettoyage complet de l'établissement sera donc nécessaire afin d'éviter toute contamination (y compris les différents filtres des radiateurs).

La remise en état de la VMC reste aussi une priorité. Pour cela, des bouches d'entrée d'air frais doivent être présentes dans les classes et salles dites "propres" et le système d'extraction d'air doit fonctionner correctement. Une révision du système de renouvellement d'air peut être effectuée par un professionnel.

L'ensemble de ces travaux devrait permettre d'améliorer notablement la qualité de l'air à l'intérieur de l'école.



4. Les mesures de polluants :

Afin de compléter les informations obtenues lors de la visite de l'école, nous réaliserons une mesure des polluants les plus fréquemment rencontrés dans les établissements scolaires et susceptibles d'avoir un impact sur la santé. Ces mesures qui se dérouleront sur une semaine (lundi au vendredi) seront répétées à trois reprises au cours des 3 saisons correspondant aux trois trimestres de l'année scolaire.

Le dioxyde d'azote

Le terme « oxydes d'azote » ou NO_x désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles.

Les oxydes d'azote (NO_x) sont essentiellement des polluants d'origine automobile. Les émissions de NO_x sont donc concentrées dans les secteurs urbains et le long des voies routières importantes. La mesure du dioxyde d'azote devrait permettre de mieux estimer la qualité de l'air dans l'environnement proche de l'établissement.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est considéré comme toxique aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, si sa concentration dépasse le seuil d'information et de recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire), entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans deux classes, le dortoir et à l'extérieur.

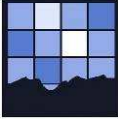
Aldéhydes : Les établissements scolaires peuvent présenter des niveaux élevés de formaldéhyde comme dans d'autres lieux clos tels que les logements. Les émissions sont liées entre autres à la présence de mobilier, de collages et de dessins dans les salles de classe. La température et l'humidité favorise les émissions. Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires. Il est classé cancérigène certain par la Centre International de Recherche sur le Cancer.

Benzène, Toluène, Xylène (BTX) : 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.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans deux classes, le dortoir et à l'extérieur.

Gaz Carbonique, Température, Humidité : Ces paramètres sont de bons indicateurs de renouvellement d'air. Une augmentation des niveaux de gaz carbonique et d'humidité lors de la présence d'élèves reflète un manque d'aération.

Les mesures sont réalisées en continu (pas de temps 1 min.). Elles permettront de suivre l'évolution de ces paramètres au cours de la journée. La mesure se déroulera dans la salle de classe de Madame Mahé.



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

Annexe 6

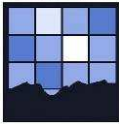
Compte rendu de la visite de l'école primaire Montfleury à Corenc

Destinataires :

- Mairie de Corenc – Services Techniques
- Directeur de l'école maternelle de Veurey Voroise

Visite effectuée par :

Monsieur Gay – Directeur – Ecole primaire Montfleury - Corenc
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 6 mars 2009 dans la matinée, en présence de :

Monsieur Gay – Directeur – Ecole primaire Montfleury - Corenc

Monsieur DECHENAUX – ASCOPARG – Grenoble

2. Etat des lieux

2.3. Les abords :

L'école se situe au centre du village de Corenc sur les flancs de la Chartreuse et le long d'une voie de circulation à trafic moyen. Elle se trouve à environ 1,5 km de l'usine d'incinération située dans la partie basse de la vallée. Les rejets de cette usine peuvent avoir une influence sur la qualité de l'air intérieur de cette école, surtout lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion des polluants (périodes d'inversions de température).



Photo 15 : Vue du quartier.



Photo n°2 : Vue du quartier.

Photo 14 : Vue de l'école.

2.4. Le bâtiment :



Photo 16 : L'école.

L'école est constituée d'un bâtiment ancien (construit il y a 70 ans environ). Les salles de classe sont réparties sur deux niveaux. Un niveau se trouve en rez de chaussée sur l'avenue principale de Corenc, l'autre est semi-enterré et donne sur la cour de récréation située en contre bas, à l'arrière du bâtiment.

Le sol du rez de chaussée est constitué de parquet tandis que celui de la partie semi enterrée est soit en béton brut ou peint soit recouvert d'un revêtement plastic.

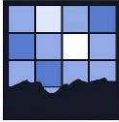


Photo 17 : Humidité sur les murs.

Les murs sont peints et présentent de nombreuses dégradations liées à l'humidité. **Compte tenu de l'ancienneté de ce bâtiment, il serait intéressant de vérifier que les peintures ne contiennent pas de plomb.**

Le bâtiment ne possède aucun système de renouvellement d'air mécanique (VMC). A l'origine, l'aération était assurée par la perméabilité du bâtiment et les courants d'air au niveau des portes et fenêtres ouvrant vers l'extérieur. 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. Le renouvellement d'air dans les salles de classe est donc actuellement inexistant. Cet aspect peut expliquer en partie la présence d'humidité.

2.5. Les classes :



Photo 18 : Une salle de classe au rez de chaussée.

Au rez de chaussée :

Ce sont des pièces d'environ 50m² possédant chacune des fenêtres ou des ouvrants donnant vers l'extérieur. Les plafonds sont relativement hauts (4m environ), ce qui donne un espace relativement important.

En partie semi-enterrée :

Il s'agit d'un ancien gymnase qui a été réaménagé en salle de classe. La surface de la classe est donc importante (100 m²) et le plafond est très haut (>4m). De grandes baies vitrées donnent directement sur la cour de récréation.



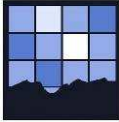
Photo 19 : Le gymnase transformé en salle de classe.

La dimension relativement importante des salles de classe peut être un atout non négligeable pour une meilleure qualité de l'air (dilution des polluants dans un espace important).

2.6. Les pièces annexes :

L'école dispose d'un local aménagé pour stocker les produits et matériaux utilisés lors des activités de dessin et d'art plastique. L'espace réservé à ce stockage se situe dans un des couloirs de l'école et ne dispose d'aucune aération donnant vers l'extérieur.

La petite salle (15 m² environ) utilisée pour les activités qui se déroulent pendant la pause de midi (périscolaire) est quant à elle surchargée en produits de tous genres (colles, peinture ...) et lors de notre visite, nous avons perçu une très forte odeur émanant de ces produits. Cette salle ne dispose que de tous petits fenestrons situés en partie haute de la pièce et qui ne sont jamais ouverts. Les enfants qui restent dans cette pièce pendant la pause de midi sont donc soumis à une exposition très importante de polluants pouvant présenter un risque sérieux pour leur santé. **Un réaménagement de cette pièce est donc fortement conseillé.**



La salle "d'italien" consiste en une petite pièce située en sous sol qui, comme la salle précédente, ne possède que des fenestrons situés en partie haute de la pièce. De nombreuses traces d'humidité sont visibles.

La bibliothèque est située dans la partie basse du bâtiment. Des portes vitrées donnent directement vers l'extérieur.



On peut noter la présence de tentures le long des fenêtres, de sièges en tissu et de moquette au sol. L'ensemble de ces tissus est susceptible de retenir les poussières et les acariens. Afin de limiter les effets néfastes qui peuvent en résulter, il est nécessaire de prévoir un entretien régulier de ces éléments et d'aérer fréquemment cette pièce.

Photo 20 : La bibliothèque.

Les radiateurs utilisés pour assurer le chauffage dans les différentes salles sont équipés de filtres qui sont relativement encrassés ainsi que les grilles de protection. Un entretien plus fréquent que celui pratiqué actuellement semble nécessaire.



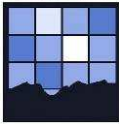
Photo 21 : Un radiateur de chauffage.

3. Constat de la visite :

La visite que nous avons effectuée dans cette école montre plusieurs sources de contamination possibles dont l'humidité que nous avons pu constater dans différentes salles de ce bâtiment.

Les salles "annexes" (salle d'italien, salle utilisée en périscolaire) sont apparemment des salles qui n'étaient pas prévues pour l'usage qui leur est donné actuellement. Il serait souhaitable d'effectuer des aménagements adéquats pour que ces salles puissent être utilisées sans risque de gêne pour les élèves.

Le défaut de renouvellement d'air dans les salles de classe est aussi un facteur important de nuisance et de gêne pour les élèves (fatigue, perte de concentration ...). Le calfeutrement des classes par la mise en place de fenêtres étanches empêche tout renouvellement d'air, ce qui contribue à l'augmentation des niveaux de CO₂ et de l'humidité dès que les élèves entrent dans la salle de classe. L'ouverture régulière des fenêtres (lors des récréations et interours) devrait permettre de limiter cette augmentation.



4. Les mesures de polluants :

Afin de compléter les informations obtenues lors de la visite de l'école, nous réaliserons une mesure des polluants les plus fréquemment rencontrés dans les établissements scolaires et susceptibles d'avoir un impact sur la santé. Ces mesures qui se dérouleront sur une semaine (lundi au vendredi) seront répétées à trois reprises au cours des 3 saisons correspondant aux trois trimestres de l'année scolaire.

Le dioxyde d'azote

Le terme « oxydes d'azote » ou NO_x désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles. Les oxydes d'azote (NO_x) sont essentiellement des polluants d'origine automobile. Les émissions de NO_x sont donc concentrées dans les secteurs urbains et le long des voies routières importantes. La mesure du dioxyde d'azote devrait permettre de mieux estimer la qualité de l'air dans l'environnement proche de l'établissement.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est considéré comme toxique aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, si sa concentration dépasse le seuil d'information et de recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire), entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans trois classes et à l'extérieur.

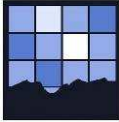
Aldéhydes : Les établissements scolaires peuvent présenter des niveaux élevés de formaldéhyde comme dans d'autres lieux clos tels que les logements. Les émissions sont liées entre autres à la présence de mobilier, de collages et de dessins dans les salles de classe. La température et l'humidité favorise les émissions. Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires. Il est classé cancérigène certain par la Centre International de Recherche sur le Cancer.

Benzène, Toluène, Xylène (BTX) : 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.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans trois classes et à l'extérieur.

Gaz Carbonique, Température, Humidité : Ces paramètres sont de bons indicateurs de renouvellement d'air. Une augmentation des niveaux de gaz carbonique et d'humidité lors de la présence d'élèves reflète un manque d'aération.

Les mesures sont réalisées en continu (pas de temps 1 min.). Elles permettront de suivre l'évolution de ces paramètres au cours de la journée. La mesure se déroulera dans la salle de classe des CE1.



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

Annexe 7

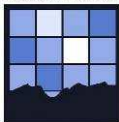
Compte rendu de la visite de l'école primaire de la Carronnerie à La Tronche.

Destinataires :

- Mairie de La Tronche – Services Techniques
- Directrice de l'école primaire de la Carronnerie – La Tronche

Visite effectuée par :

- Madame Quaresemin – Directrice de l'école de la Carronnerie – La Tronche
- Monsieur Pagano – Services Techniques – Mairie de La Tronche
- 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 6 mars 2009 dans la matinée, en présence de :

Madame Quaresemin – Directrice de l'école primaire de la Carronnerie – La Tronche
 Monsieur Pagano – Services Techniques – Mairie de La Tronche
 Monsieur Dechenaux – ASCOPARG – Grenoble

2. Etat des lieux

2.1. Les abords :

L'école se situe dans une zone d'habitation assez dense en périphérie de Grenoble. La proximité de l'autoroute A43 ainsi que de l'usine d'incinération peut influencer la qualité de l'air dans l'environnement ainsi que dans les salles de classe.

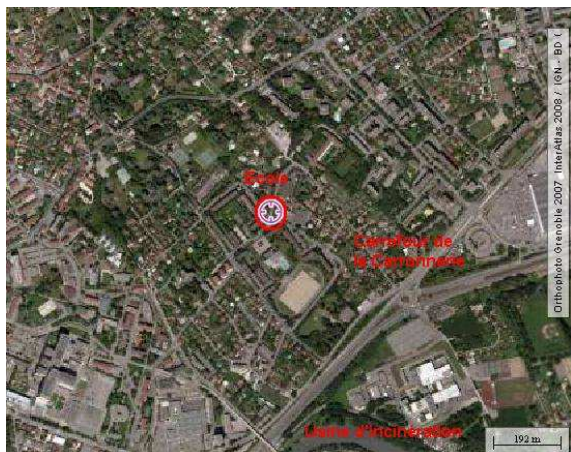


Photo 23 : Vue du quartier.



Photo 22 : Vue de l'école

2.2. Le bâtiment :

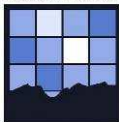
1. L'extérieur :



Photo 24 : L'école.

L'école est constituée d'un bâtiment de construction traditionnelle. Les classes, au nombre de 10, sont réparties sur deux étages. Le préau situé au rez de chaussée sert de lieu de confinement dans le cadre du Plan Particulier de Mise en Sécurité (PPMS) de l'établissement.

La construction du bâtiment remonte à une trentaine d'années. Le chauffage est assuré par une chaufferie au gaz commune à plusieurs bâtiments et est située sur un autre site.



2. Les aspects généraux :

Le bâtiment a été conçu pour que le renouvellement d'air dans les classes s'effectue par convection naturelle. L'ancienneté du bâtiment et les fenêtres plus ou moins étanches à l'air permettent ce type de ventilation.

Le bâtiment ne présente pas de dégradations importantes (peinture écaillée, traces d'humidité, moisissures ...).

A noter toutefois que la salle de restauration, réaménagée récemment, ne dispose d'aucun système de renouvellement d'air. Seules des hottes aspirantes sont installées dans la salle de préparation des repas mais aucune entrée d'air n'est prévue.



Photo 25 : Les fenêtres ne sont pas étanches.

3. Le stockage des produits d'activités manuelles :



Photo 26 : La salle d'arts plastiques.

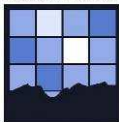
L'espace disponible dans l'école permet de pratiquer les activités de dessin et d'art plastique dans une pièce spécifique, ce qui limite de façon significative le temps d'exposition des enfants aux polluants éventuellement émis par les produits et matériaux utilisés. Par contre, une quantité importante de produits, matériels et papiers est présente dans cette pièce. Même si ces produits sont adaptés à une utilisation par les enfants, ils émettent des polluants en permanence et les enfants présents dans cette salle subissent une exposition assez importante. Il serait souhaitable de séparer complètement l'espace réservé au stockage des produits et matériaux de la salle de pratique des activités.

3. Constat de la visite :

La visite que nous avons effectuée n'a pas mis en évidence de source importante de pollution de l'air intérieur, hormis dans la salle où se déroulent les activités d'art plastique. Les mesures de polluants que nous devons effectuer au cours de l'année scolaire permettront de vérifier cette première approche.

Malgré les difficultés que cela peut présenter¹⁴, l'ouverture des fenêtres lors des interclasses et de la pratique d'activités "polluantes" permettrait un renouvellement d'air propice à une meilleure qualité de l'air dans les salles de classe surtout en fin de matinée ou d'après midi. La séparation du lieu de stockage des produits et matériaux utilisés pour les activités d'art plastique serait aussi un bon élément afin de diminuer l'exposition des élèves aux polluants émis par ces produits.

¹⁴ Fenêtres au rez de chaussée avec risque d'intrusion et en étage avec risque de chute d'un élève.



4. Les mesures de polluants :

Afin de compléter les informations obtenues lors de la visite de l'école, nous réaliserons une mesure des polluants les plus fréquemment rencontrés dans les établissements scolaires et susceptibles d'avoir un impact sur la santé. Ces mesures qui se dérouleront sur une semaine (lundi au vendredi) seront répétées à trois reprises au cours des 3 saisons correspondant aux trois trimestres de l'année scolaire.

Le dioxyde d'azote

Le terme « oxydes d'azote » ou NO_x désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles.

Les oxydes d'azote (NO_x) sont essentiellement des polluants d'origine automobile. Les émissions de NO_x sont donc concentrées dans les secteurs urbains et le long des voies routières importantes. La mesure du dioxyde d'azote devrait permettre de mieux estimer la qualité de l'air dans l'environnement proche de l'établissement.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est considéré comme toxique aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, si sa concentration dépasse le seuil d'information et de recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire), entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans trois classes et à l'extérieur.

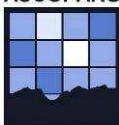
Aldéhydes : Les établissements scolaires peuvent présenter des niveaux élevés de formaldéhyde comme dans d'autres lieux clos tels que les logements. Les émissions sont liées entre autres à la présence de mobilier, de collages et de dessins dans les salles de classe. La température et l'humidité favorise les émissions. Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires. Il est classé cancérigène certain par la Centre International de Recherche sur le Cancer.

Benzène, Toluène, Xylène (BTX) : 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.

Ces mesures peuvent être réalisées au moyen de tubes à diffusion passive permettant d'obtenir des valeurs moyennes hebdomadaires de concentrations. Elles auront lieu dans trois classes et à l'extérieur.

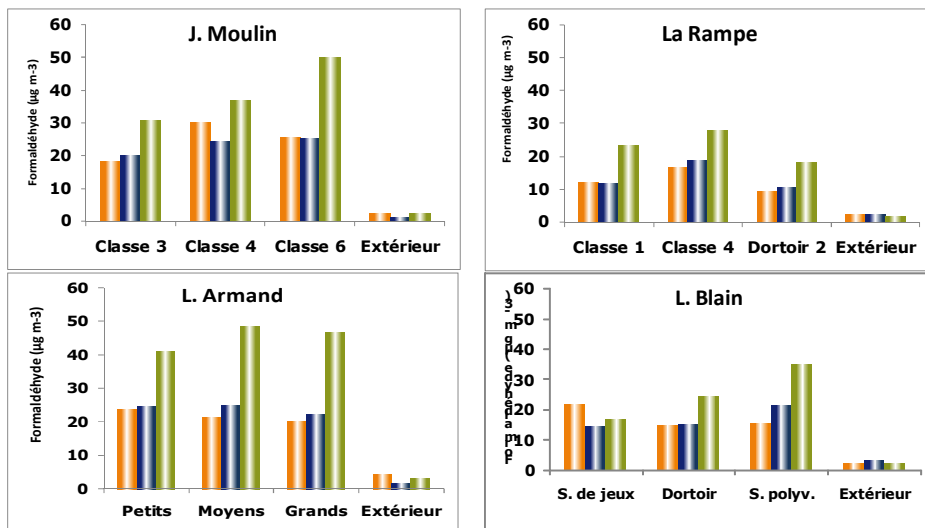
Gaz Carbonique, Température, Humidité : Ces paramètres sont de bons indicateurs de renouvellement d'air. Une augmentation des niveaux de gaz carbonique et d'humidité lors de la présence d'élèves reflète un manque d'aération.

Les mesures sont réalisées en continu (pas de temps 1 min.). Elles permettront de suivre l'évolution de ces paramètres au cours de la journée. La mesure se déroulera dans la salle de classe de Madame Quaresemin au rez de Chaussée.



Annexe 8

Formaldéhyde : Résultats des classes investiguées lors de l'étude réalisée en 2007 - 2008.



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

Récapitulatif des résultats :

| Formaldéhyde ($\mu\text{g m}^{-3}$) | 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 | 1,9 |
| 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 | 2,0 |
| 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 | 2,5 |
| 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 | 2,9 |

Constat effectué vis-à-vis des valeurs guides proposées par l'AFSSET :

| | Pont de Claix (Jean Moulin) | Seyssins (Louis Armand) | Grenoble (La Rampe) | Fontaine (Léa Blain) |
|--------------|--|--|---|---|
| Formaldéhyde | Risque fort de dépassement du seuil d'information et recommandation du HCSP. | Risque fort de dépassement du seuil d'information et recommandation du HCSP. | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée. | La valeur repère (2009) du HCSP est dépassée. |