

3^{ème} session

Effets sanitaires

Modérateur : Frédéric DE BLAY, Hôpitaux universitaires de Strasbourg

Séverine KIRCHNER

**Centre Scientifique et Technique du Bâtiment,
CSTB**

**Impact de la ventilation dans les écoles sur la
santé respiratoire, futures études de
l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur**

Impact de la ventilation dans les écoles sur la santé respiratoire, futures études de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Séverine Kirchner¹, Olivier Ramalho¹, Jacques Ribéron¹, Claire Segala², Patrick O'Kelly¹, Eric Pilch¹

- (1) Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Champs sur Marne. Tel 01 64 68 88 49. kirchner@cstb.fr
 (2) SEPIA-Santé, Melrand. Tel : 02 97 28 80 38. c.segala@sepia-sante.com

Contexte

La montée du coût de l'énergie dans les bâtiments a conduit leurs occupants à changer de comportement non seulement vis-à-vis du chauffage, mais également vis-à-vis de la ventilation (réduction des débits d'air, obturation des orifices de ventilation,...). La ventilation a pour fonction de fournir dans les environnements intérieurs des conditions de santé, de confort et de productivité optimales à l'homme, en mettant à disposition de l'air de qualité suffisante pour respirer en diluant les polluants présents dans les environnements intérieurs, en contrôlant les taux d'humidité.

Dans les écoles, les professeurs d'écoles, autrefois sensibilisés à la nécessité de ventiler les classes, ne sont plus aujourd'hui amenés à ouvrir les fenêtres des salles de classe pour renouveler l'air dans des bâtiments où le plus souvent aucun système de ventilation n'est installé. Par ailleurs, l'étanchéité des bâtiments d'écoles a souvent été renforcée pour améliorer les performances thermique et acoustique des bâtiments souvent au détriment de la qualité de l'air.

L'impact des niveaux de ventilation dans les écoles a été abordé par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur dans le cadre d'un projet d'étude sur l'impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires (Kirchner et al, 2004). Ce travail intégrait une revue de la littérature sur les relations directes entre la ventilation (hors systèmes de climatisation) et la santé dans les établissements scolaires ainsi que la mise en œuvre d'une étude épidémiologique sur ce même thème.

Le présent document fait le point sur la revue de littérature effectuée sur les relations santé et ventilation et présente les futures actions prévues dans les lieux de vie fréquentés par les enfants dans le cadre de l'OQAI.

Relations directes entre la ventilation et la santé

Ces dix dernières années ont vu un accroissement des études sur la qualité de l'air intérieur dans les écoles. Comme dans la plupart des environnements intérieurs, la concentration des polluants est généralement plus importante dans les classes qu'à l'extérieur. Les études montrent que l'amélioration de la ventilation dans les écoles a une incidence directe sur le niveau des polluants dans l'air et donc sur la qualité de l'air intérieur.

Très peu d'études sont cependant disponibles à l'échelle internationale (aucune étude française) sur les relations directes entre la ventilation et la santé dans les établissements scolaires, la plupart d'entre elles s'intéressant principalement aux immeubles de bureaux. Lorsque les données existent, elles sont principalement ciblées sur la prévalence de symptômes parmi les employés adultes des écoles plutôt que sur les élèves. Quelques études montrent cependant que l'impact du taux de renouvellement d'air semble être plus marqué chez les élèves que chez les employés.

Quelques tendances peuvent être définies à partir de la synthèse bibliographique sur la situation internationale en extrapolant ces résultats au parc français dans l'attente d'une validation avec l'appui d'études spécifiques :

- Les relations entre la ventilation et la santé sont majoritairement positives. Les principaux effets sur la santé observés sont les symptômes regroupés sous le vocable SBS (Sick Building Syndrome), les manifestations allergiques et la possibilité de transmission accrue de maladies respiratoires contagieuses. Les groupes de populations considérés comme les plus susceptibles à une moindre qualité de l'air sont notamment les personnes allergiques (y compris les asthmatiques), les personnes présentant une hypersensibilité à des composés chimiques, les personnes souffrant de maladies respiratoires, les personnes souffrant de déficits immunitaires (du fait d'une maladie ou d'un traitement), les personnes portant des verres de contact (pour les manifestations oculaires) et les personnes ayant une perception négative de la qualité de l'air.
- Les études montrent que la performance des élèves - déclinée en termes de temps de réaction, de notes obtenues, d'absentéisme ou de performance mentale subjective - est affectée par un taux de renouvellement d'air faible ou encore une concentration en CO₂ (traceur des bioeffluents et indicateur de confinement) élevée.

Etat de la ventilation dans les écoles

En France comme dans d'autres pays, une grande majorité d'écoles ne sont pas équipés de systèmes de ventilation et celles qui le sont présentent fréquemment des débits d'air neuf inférieurs aux recommandations en vigueur. Le décalage entre les débits d'air neuf réels et recommandés est d'autant plus vrai, que le débit d'air neuf provenant réellement de l'extérieur dépend de facteurs comme la perméabilité de l'enveloppe, l'exposition des façades au vent, en d'autres termes, de tout ce qui peut jouer sur la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur et par conséquent altérer l'écoulement de l'air.

Le Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT, 1978) impose un débit d'air neuf à introduire dans les salles de classe (écoles maternelles et primaires, collèges) de 15 m³/h/personne lorsque le bâtiment est équipé d'un système spécifique de ventilation (conduit à tirage naturel ou ventilation mécanique). En l'absence de système spécifique, la réglementation française porte sur la surface d'ouvrants disponibles.

Sur les 11 établissements ayant fait l'objet d'une visite préliminaire dans le cadre de l'étude épidémiologique prévue par l'OQAI, aucun d'entre eux ne présentait les renouvellements d'air réglementaires de 15 m³/h dans les salles de classe, les débits maxima observés dans l'échantillon étant de 10 m³/h/pers. A ce titre l'étude épidémiologique prévue initialement n'a pu être mise en œuvre par manque de niveau de ventilation suffisant dans les salles de classes. De fait lorsque les écoles sont équipées de système ventilation, il s'agit le plus souvent d'extraction mécanique uniquement dans les sanitaires, ne permettant pas d'assurer un renouvellement d'air dans les salles de classe. Très rarement, on rencontre de l'extraction mécanique dans les salles de classes.

Cette situation a déjà été mise en évidence dans le cadre d'autres études françaises, notamment dans 8 écoles de la communauté d'agglomérations de La Rochelle (Blondeau et al, 2002, 2005) dans lesquelles la mesure du taux de renouvellement d'air en période estivale et hivernale montrent que le taux de renouvellement d'air varie de 0 à 1,7 vol/h (0 à environ 10 m³/h/personne) pour les écoles sans systèmes et de 0,7 à 0,8 vol/h (environ 6 m³/h/personne) pour les écoles qui en sont munies. L'étude montre par ailleurs que l'air dit

“neuf” ne provient pas exclusivement de l’extérieur, mais peut d’abord transiter par des pièces adjacentes.

Des estimations de renouvellement d’air réalisées dans le cadre de l’Observatoire de la qualité de l’air intérieur (Kirchner et al, 2003), dans 13 classes de 9 écoles ne disposant pas de système spécifique de ventilation (région de Strasbourg, Aix-Marseille et Nord-Pas-de-Calais) montrent également des taux de renouvellement d’air compris entre pratiquement 0 et 3 vol/h (12 classes sur 13 avec des valeurs inférieures à 1 vol/h), correspondant à des débits de 0 à 8 m³/h/personne (dont 6 classes avec des débits inférieurs à 0,5 m³/h/personne).

Enfin ce même constat a également été effectué dans 6 classes de 3 écoles de l’Est parisien (étude menée dans le cadre du Groupe de Pilotage sur la Qualité des Ambiances : GPQA en été (juin 1999), en automne (octobre 1999) et en hiver (janvier-février 2000) (Ribéron et al, 2000)). L’étude a montré des taux de renouvellement d’air voisins de 0,4 vol/h (soit un débit autour de 12 m³/h/personne) pour une école équipée d’une VMC simple flux et de 0,2 vol/h (salles peu perméables) à 0,5 à 0,7 vol/h (salles perméables) dans les écoles non équipées de système mécanique.

Actions futures de l’OQAI sur les lieux de vie fréquentés par les enfants

L’Observatoire de la Qualité de l’Air Intérieur a prévu d’engager dès 2005 des actions sur les lieux de vie fréquentés par les enfants (crèches, écoles maternelles et primaires, collèges, gymnases, piscines etc). Un premier travail sera mené pour faire l’état des connaissances sur la pollution de l’air dans les lieux de vie collectifs fréquentés par les enfants afin de définir les études les plus pertinentes à mener pour l’évaluation de l’exposition des enfants dans ces lieux de vie. Un groupe de travail sur le thème « pollution intérieure et enfants » sera mis en place à cette occasion avec les acteurs en lien avec les différents lieux de vie considérés.

Actuellement en discussion, ce programme devrait démarrer à l’automne 2005. Il est complémentaire aux actions de fond menées par l’OQAI sur l’inventaire des données sur la qualité de l’air intérieur disponibles en France et à l’étranger (voir documents sur le site de l’OQAI pour les périodes 1990-2001 et 2002-2004 : <http://www.air-interieur.org>).

Conclusion

Les écoles restent très peu étudiées tant sur les modes de ventilation que sur l’impact sanitaire et sensoriel de la ventilation sur les élèves ou ses répercussions sur les performances des élèves. L’aspect qualité de l’air dans les écoles est déjà plus documenté, mais reste relativement marginal vis-à-vis d’autres environnements intérieurs tels que l’habitat ou les bureaux.

En France comme dans d’autres pays, les écoles dans leur majorité ne sont pas équipées de systèmes spécifiques de ventilation et celles qui le sont présentent fréquemment des débits d’air neuf inférieurs aux recommandations en vigueur.

Nombre d’études effectuées en France dans les établissements scolaires souligne la difficulté d’application de la réglementation dans ce type d’établissement et met en évidence les nombreux dysfonctionnements liés à la conception, le dimensionnement, l’usage et l’entretien des installations de ventilation dans ces bâtiments.

Les études disponibles sur la relation entre *la ventilation et la santé* (principalement ciblées sur les bureaux) sont majoritairement positives. Les principaux effets sur la santé observés sont les symptômes regroupés sous le vocable SBS (Sick Building Syndrome), les manifestations allergiques et la possibilité de transmission accrue de maladies respiratoires contagieuses. La relation entre *la ventilation et la perception* de la qualité de l'air, souvent retrouvée dans les immeubles de bureau, n'a pas été mise en évidence en milieu scolaire, notamment vis-à-vis des élèves. Les quelques études évaluant la *performance des élèves* montrent quant à elles un impact des faibles taux de renouvellement d'air ou encore de la concentration élevée en CO₂.

Au vu des plus de 6 520 000 écoliers admis annuellement dans les plus de 57 000 écoles en France, il apparaît aujourd'hui urgent de poursuivre les efforts de recherche et l'initiation de nouveaux travaux visant à mieux comprendre l'impact sanitaire de la ventilation des salles de classes et des contributions respectives des agents chimiques et biologiques détectés dans les environnements fréquentés par les enfants.

Le programme d'actions de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur s'ouvre à ce titre sur les lieux de vie fréquentés par les enfants. Ces travaux seront menés en phase avec les actions prioritaires du Plan National Santé Environnement et les programmes internationaux relayés par l'Organisation mondiale de la santé et la communauté européenne (*Children Environmental Health Action Plan for Europe*, CEHAPE) (OMS, 2004).

Références

- Blondeau P, Poupard O, Iordache V, Allard F, Ghiaus C, Genin D, Burlot M & Caini F (2002), Etude de l'impact de la pollution atmosphérique sur l'exposition des enfants en milieu scolaire – Recherche des moyens de prediction et de protection, Rapport du programme PRIMEQUAL, Convention ADEME n° 99.04.054, 155p + annexes (131p).
- Blondeau P., Iordache V., Poupard O., Genin D., Allard F. Relationship between outdoor and indoor air quality in eight French schools, *Indoor Air* 2005; 15(1), 2 – 12
- Kirchner S, Pasquier N, Iannaccone C, Gauvin S, Pietrowski D, Bus N, Derbez M, Golliot F, Ramalho O, Skoda-Schmoll C, Collignan B, O'Kelly P, Ribéron J, Villenave Jg, Cardinal A, Brosselin P, Dor F, Zeghnoun A, Nedellec V & Mosqueron L (2003), Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur – Programme d'actions 2003, rapport DDD/SB-2003-67.
- Kirchner S, Ramalho O, Ribéron J, Segala C, O'Kelly P, Pilch E, « Impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans 2 écoles primaires » – rapport final - Convention ADEME/CSTB N° 0304C0139, Rapport CSTB N° DDD/SB-2004- 38, novembre 2004.
- 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.
- OMS Children's Environment and Health Action Plan for Europe (CEHAPE), Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, June 2004, Budapest, Hungary, EUR/04/5046267/7. <http://www.euro.who.int/document/e83338.pdf>
- Ribéron J, Derangère D, Kirchner S, Maupetit F, O'Kelly P, Ramalho O, Robin D & Vasselin F (2000), Étude de la qualité de l'air dans les locaux d'enseignement, Rapport Final CSTB/EDF ENEA/CVA-00.148R, 58p.



Impact de la ventilation dans les écoles sur la santé respiratoire, futures études de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Séverine Kirchner¹, Olivier Ramalho¹, Jacques Ribéron¹,
Claire Segala², Patrick O'kelly¹, Eric Pilch¹

¹Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, kirchner@cstb.fr
² SEPIA-Santé, c.segala@sepia-sante.com

1



Constat sur la ventilation dans les écoles : la réglementation

Si absence d'un système spécifique de ventilation :
(conduit à tirage naturel ou ventilation mécanique) :

E Surface d'ouvrants disponibles

Si présence de système spécifique de ventilation :

E débit d'air neuf de **15 m³/h/pers** à introduire dans les salles de
classe (Règlement Sanitaire Départemental Type, 1978)

2

Constat sur la ventilation dans les écoles : la réalité

Étude de l'impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires (Kirchner et al, 2004)

Recherche d'écoles avec système de ventilation spécifique

- Sur 32 communes contactées, 9 possédaient au moins une école avec VMC
- Sur les 11 écoles avec VMC visitées, **aucun d'entre elles ne présentait les renouvellements d'air réglementaires** de 15 m³/h dans les salles de classe, les débits maxima observés dans l'échantillon étant de 10 m³/h/pers
- 1 seule école a obtenu les débits réglementaires après réparation du système

Kirchner S, Ramalho O, Riberon J, Segala C, O'Kelly P, Pilch E, « Impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans 2 écoles primaires » – rapport final - Convention ADEME/CSTB N° 0304C0139, Rapport CSTB N° DDD/SB-2004- 38, novembre 2004.

Constat sur la ventilation dans les écoles : la réalité

- Ventilation ne rime pas toujours avec Débit
- Débits plus importants non souhaités par les gestionnaires du fait des dépenses associées ou de l'inconfort (ex bruit aérien)
- Les dysfonctionnements sont nombreux : conception, dimensionnement, usage, entretien des installations
 - La ventilation mécanique est souvent associée à une extraction mécanique uniquement dans les sanitaires et très rarement dans les salles de classes
 - Les services techniques ne connaissent pas toujours le système de ventilation installé dans les écoles : maintenance négligée et pannes pas toujours identifiées
 - Plusieurs facteurs (sécurité) influent sur les comportements d'aération

Constat sur la ventilation dans les écoles : la réalité

Étude de l'impact de la pollution atmosphérique sur la pollution des enfants en milieu scolaire (Blondeau et al, 2005)

8 écoles de la communauté d'agglomérations de La Rochelle

Taux de renouvellement d'air en période estivale et hivernale varie de 0 à 1,7 vol/h
(**0 à environ 10 m³/h/personne**) pour les écoles sans systèmes et de 0,7 à
0,8 vol/h (**environ 6 m³/h/personne**) pour les écoles qui en sont munies.

L'air dit "neuf" ne provient pas exclusivement de l'extérieur, mais peut d'abord
transiter par des pièces adjacentes.

Blondeau P., Iordache V., Poupard O., Genin D., Allard F. Relationship between outdoor and indoor air quality in eight
French schools, Indoor Air 2005; 15(1), 2 – 12.

Constat sur la ventilation dans les écoles : la réalité

Étude pilote de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (Kirchner et al, 2003)

13 classes de 9 écoles **ne disposant pas de système** spécifique de
ventilation (région de Strasbourg, Aix-Marseille et Nord-Pas-de-Calais)

Taux de renouvellement d'air de 0 à 3 vol/h (8 m³/h/personne) dont 12 classes
sur 13 avec des valeurs inférieures à 1 vol/h (**6 classes avec des débits
inférieurs à 0,5 m³/h/personne**).

Kirchner S, Pasquier N, Iannaccone C, Gauvin S, Pietrowski D, Bus N, Derbez M, Golliot F, Ramalho O, Skoda-Schmoll C,
Collignan B, O'Kelly P, Ribéron J, Villenave Jg, Cardinal A, Brosselin P, Dor F, Zeghnoun A, Nedellec V & Mosqueron L
(2003), Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur – Programme d'actions 2003, rapport DDD/SB-2003-67.

Constat sur la ventilation dans les écoles : la réalité

Étude de la qualité de l'air dans les locaux d'enseignement (Ribéron et al, 2000).

6 classes de 3 écoles de l'Est parisien étudiées en été (juin 1999), en automne (octobre 1999) et en hiver (janvier-février 2000)

Taux de renouvellement d'air voisins de 0,4 vol/h (soit un débit extrait moyen par personne à l'échelle de l'école de 12 m³/h/personne) pour une **école équipée d'une VMC simple flux** et en moyenne autour de 0,2 vol/h (salles peu perméables) à 0,5 à 0,7 vol/h (salles perméables) dans les **écoles non équipées de système mécanique**.

Ribéron J, Derangère D, Kirchner S, Maupetit F, O'Kelly P, Ramalho O, Robin D & Vasselín F (2000). Étude de la qualité de l'air dans les locaux d'enseignement, Rapport Final CSTB/EDF ENEA/CVA-00.148R, 58p.

Veille documentaire Relation santé – performance -ventilation

Manque de données dans les écoles (données surtout disponibles sur les relations niveaux de ventilation et QAI).

Dans les bureaux : relation entre santé/ventilation majoritairement positive.

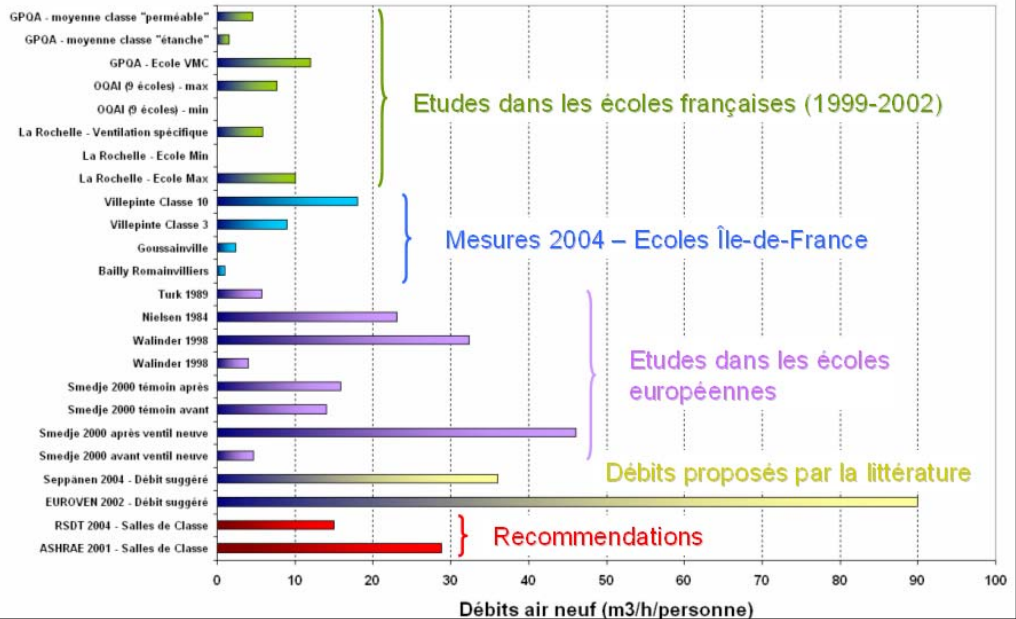
Principaux effets observés : symptômes de type SBS, manifestations allergiques et possibilité de transmission accrue de maladies respiratoires contagieuses

Populations sensibles : personnes allergiques, avec hypersensibilité à des composés chimiques, souffrant de maladies respiratoires, de déficits immunitaires, port de verres de contact

Performance des élèves (temps de réaction, notes obtenues, absentéisme, performance mentale) affectée par les performances de la ventilation (faibles taux de renouvellement d'air ou fortes concentrations en CO₂)



Comparaison des débits d'air neuf dans des écoles



9



Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Actions futures dans le cadre de l'OQAI :

Lieux de vie fréquentés par les enfants

(crèches, écoles maternelles et primaires, collèges, gymnases, piscines etc).

Mise en place d'un groupe de travail sur le thème « pollution intérieure et enfants »

État des connaissances sur la pollution de l'air dans les lieux de vie collectifs fréquentés par les enfants

Définition et mise en œuvre d'études pour l'évaluation de l'exposition des enfants dans ces lieux de vie.

10



Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

Veille documentaire Inventaire des données françaises et étrangères et lien avec RSEIN

- **2001** : état de l'art sur la QAI en France (1990-2000) ciblé sur
 - habitat, immeubles de bureaux, **établissements scolaires**
 - NOX, particules inertes, CO, COV (benzène, éthers de glycol) et aldéhydes, aérocontaminants (bactéries, légionnelles, champignons, moisissures), allergènes d'animaux (CT, CN, acariens), radon, amiante et FMA, plomb, biocides
- **2004** : actualisation de l'inventaire national mêmes lieux de vie (+ ERP ou autres si informations)
 - + rayonnement gamma et exposition fumée de tabac environnementale (FTE)
- et élargissement aux données internationales

Disponible sur www.airinterieur.org

11



Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

Conclusions

Majorité des écoles non équipées de système de ventilation

Convergence des études sur les faibles niveaux de ventilation dans les salles de classes

Difficulté d'appliquer la réglementation dans les écoles équipées de VMC et nombreux dysfonctionnements observés (conception, dimensionnement, usage, entretien des installations)

12



Conclusions (suite)

Pas de données française sur la relation entre niveau de ventilation et santé des enfants

Bilan des études (peu nombreuses) disponibles à l'étranger :

- symptômes de type SBS, manifestations allergiques et possibilité de transmission accrue de maladies respiratoires contagieuses
- performances des élèves affectées par la ventilation



Conclusions (suite et fin)

6 520 000 écoliers
sont admis annuellement
dans plus de 57 000 écoles en France

Urgence de poursuivre les efforts de recherche
sur l'exposition des enfants,
l'évaluation des risques sanitaires
et la recherche des liens
entre pollution, ventilation et santé