

**HYGIENE ET SÉCURITÉ**

**NOVEMBRE 2008**

**Francis MINIER**

**Inspecteur d'Hygiène et de Sécurité**

**Correspondant académique à la sécurité**

**Tel : 02 38 79 46 64**

**Secrétariat : Brigitte BARRIERE poste 46 73**

**Fax : 02 38 79 42 34 ou 02 38 79 46 14**

**<http://www.ac-orleans-tours.fr/hygiene-securite>**

**Préambule**

Cette note d'information est relative à la qualité de l'air dans les bâtiments accueillant des enfants.

**Sommaire**

- Introduction
- Qualité des espaces
- Le radon
- Qualité de l'air perçue - Qualité de l'air réelle
- Qualité de l'air extérieur
- Qualité de l'air intérieur
- Renouvellement de l'air
- Taux d'hygrométrie
- Confort thermique
- Bibliographie

Nota : Le contenu de cette note d'information s'inspire des différentes publications existantes dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité, et des textes réglementaires ; il ne saurait s'y substituer

*Les textes réglementaires sont repérés en caractères italiques.*

## 1 – INTRODUCTION

Chaque jour environ 15 000 litres d'air transitent par nos voies respiratoires. Nous passons, en moyenne, près de 80% de notre temps dans des lieux clos (lieu de travail, logement ..), la qualité de l'air dans ces locaux, dont les salles de classe, est donc essentiel. L'air que l'on respire a des effets sur le confort et la santé, de la simple gêne telles odeurs corporelles et phénomènes de somnolence à l'apparition d'irritations ou au développement de pathologies comme les allergies respiratoires.

L'air est composé à :

- 78% d'azote
- 21% d'oxygène
- 1% d'autres gaz dont 0,9% d'argon et 0,035 % de gaz carbonique
- de nombreux gaz polluants et particules (inclus dans le 1%), généralement en très faible quantité, mais souvent néfastes à la santé.

## 2 – LE VOLUME DES ESPACES

L'espace est défini par les dimensions de la salle de classe. En tenant compte du nombre d'élèves (et d'adultes) qui l'utilisent, on en déduit la surface au sol et le volume par enfant.

Une base carrée ou légèrement rectangulaire est préférable à un volume allongé ; Il est plus facilement modulable et globalement plus favorable à une bonne vision du tableau.

Certains CAUE préconisent une hauteur sous plafond généreuse. On peut préconiser une hauteur comprise entre 3m et 3,50m ; au delà le volume à chauffer devient très important, les réverbérations sonores plus difficiles à maîtriser et les sources d'éclairage, si elles sont encastrées dans le plafond, situées trop haut.

### Elémentaire

La surface préconisée d'une salle de classe (élémentaire) était de 50 m<sup>2</sup> dans le guide « construire des écoles » produit en 1989. Si l'on prend en compte l'installation désormais fréquente de postes informatiques, de coin bibliothèque dans la classe et les nécessaires aménagements pour accueillir un élève handicapé, une surface moyenne de 60 m<sup>2</sup> est pertinente pour accueillir de 20 à 30 élèves.

La surface moyenne est donc d'environ 2,4 m<sup>2</sup> par élève. En dessous de 1,6m<sup>2</sup> /élève soit moins de 50m<sup>2</sup> pour 30 élèves on peut considérer l'espace comme trop exigu pour offrir de bonnes conditions pédagogiques.

Pour les sanitaires on préconise une surface de base de 30m<sup>2</sup> pour 3 classes (pour éviter les malveillances, le fractionnement en plusieurs sanitaires est souvent efficace).

Au moins un sanitaire sera conçu pour accueillir un élève handicapé.

### Maternelle

Suivant le guide « construire des écoles » une surface de 60m<sup>2</sup> répond aux exigences pédagogiques pour une trentaine d'enfants. Compte tenu des nouveaux besoins (déjà évoqués pour les classes élémentaires), il n'est pas souhaitable de descendre en dessous de cette valeur seuil de 2m<sup>2</sup>/élève.

La surface de l'espace de propreté (pouvant être éventuellement fractionnée) est d'environ 50m<sup>2</sup> pour 3 ou 4 classes.

Au moins un sanitaire sera conçu pour accueillir un élève handicapé.

### **3 - LE RADON**

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle provenant de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Il provient surtout des sous-sols granitiques et volcaniques. Dans l'Académie d'Orléans-Tours, sa seule présence dans le sud du département de l'Indre est liée à la proximité du massif central.

Pour le collège et les deux écoles concernées, la qualité de la ventilation des sous-sols a été vérifiée.

### **4 – QUALITE DE L'AIR PERCU – QUALITE DE L'AIR REELLE**

Des études menées sur divers polluants montrent qu'il est difficile d'établir une corrélation entre odeur perçue et toxicité. L'odeur de certains gaz particulièrement dangereux, tel le monoxyde de carbone, est imperceptible (afin de permettre la détection de fuites infimes, c'est donc volontairement que l'on introduit des composés odoriférants dans les gaz d'usage domestique).

Pour beaucoup de polluants, les muqueuses nasales et oculaires ont des sensibilités comparables.

Une forte dilution de l'air pollué diminuera la perception au niveau des muqueuses donc les phénomènes d'irritation.

Pour l'odeur perçue, cette dilution sera moins perceptible (l'odeur est généralement perceptible à des concentrations très inférieures, jusqu'à 10 000 fois, à celles auxquelles apparaissent les phénomènes d'irritation des yeux et du nez).

### **5 - QUALITÉ DE L'AIR EXTERIEUR**

#### **La qualité de l'air extérieur**

Les principaux polluants de l'air extérieur proviennent des transports routiers, de l'activité industrielle, du chauffage urbain et de l'usage de certains produits dans l'agriculture.

On trouve parmi ces polluants :

- le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) résultant essentiellement de l'activité industrielle
- les particules en suspension (PS) liées pour partie aux transports routiers
- le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dû pour moitié aux transports routiers et en partie à l'industrie
- le monoxyde de carbone (CO) qui résulte à parts sensiblement égales du transport routier, du chauffage et de l'industrie
- les Composés Organiques Volatils (COV) liés aux transports routiers, à l'industrie et à l'usage de solvants
- l'ozone (O<sub>3</sub>) qui est un polluant secondaire résultant de la transformation photochimique de certains polluants.

La couche d'ozone située à 10 km au dessus du sol est vitale puisqu'elle filtre les ultra violets (UV).

L'ozone qui se forme en dessous de cette couche protectrice est un polluant qui résulte de la transformation chimique des oxydes d'azote (NOx) et des COV sous l'effet des UV. Cette réaction est d'autant plus importante que le rayonnement solaire est intense, et se produit donc principalement en période estivale et en l'absence de vent.

La loi sur l'air du 30 décembre 1996 vise à garantir le droit d'information sur la qualité de l'air et impose des plans d'action relatifs aux déplacements urbains, à la qualité de l'air, à la

protection de l'atmosphère et aux mesures d'urgence (restrictions de circulation par exemple).

Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable définit la politique de surveillance, L'ADEME assure la coordination technique et les associations de surveillances (ATMO) assurent en continu la surveillance de plusieurs polluants et assurent la communication au public et aux décideurs, en les aidant dans la mise en œuvre des politiques de prévention.

L'indice ATMO (échelle de 1 à 10) est calculé tous les jours à partir de quatre polluants : ozone, dioxyde de soufre, oxyde d'azote et particules en suspension. Il est destiné à fournir une information synthétique sur la qualité de l'air dans les grandes agglomérations ; c'est le cas pour Tours et Orléans actuellement. Des procédures sont activées au delà du niveau 6 (seuil d'information) et au delà du niveau 8 (seuil d'alerte).

## 6 - LA QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR

La qualité de l'air présent dans la salle de classe résulte de plusieurs éléments dont :

- la qualité de l'air extérieur,
- la production de polluants dans le local dûe :
  - aux appareils de chauffage,
  - à l'usage de produits divers tels aérosols, pesticides et insecticides, produits de nettoyage dont les décapants, colles, peintures ...
  - à la présence de matériaux susceptibles de dégager des Composés Organiques Volatils (COV) tels certains mobiliers anciens incluant des formaldéhydes
  - au nombre d'occupants pour un volume donné
- le renouvellement de l'air

### La production de polluants dans le local

Le taux de CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur d'un local est un bon indicateur de la pollution intérieure dûe aux occupants.

La mesure de l'évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> permet globalement d'apprécier la qualité du renouvellement de l'air ambiant.

Valeurs indicatives de concentration en CO<sub>2</sub> (mesurées en partie par million) après 2h d'occupation d'une salle de classe par 25 élèves, avec une concentration initiale de 300ppm :

- salle non ventilée : 3800ppm
- salle avec ventilation et un renouvellement d'air de 2,6 Vol/h : 1100ppm

Le taux de CO<sub>2</sub> dans des salles de classe peut atteindre des valeurs importantes. On a mesuré des valeurs de 7000ppm au bout de 3h d'occupation de salles de classe dépourvues de tout renouvellement d'air et très étanches (étanchéité au niveau des portes, des fenêtres et des huisseries en particulier).

De fortes concentrations en CO<sub>2</sub> (les seuils varient suivant les individus : 5000, 10000ppm..) peuvent entraîner des migraines, des sensations d'étouffement et des nausées.

Les émissions d'odeurs corporelles sont importantes dans une classe ; même s'il existe une accoutumance aux odeurs, les sensibilités sont différentes suivant les individus, et particulièrement perceptibles pour toute nouvelle personne pénétrant dans le local.

## 7 – RENOUELEMENT DE L’AIR

Les vitesses résiduelles d’écoulement d’air conseillées sont les suivantes :

- inférieures à 0,15 m/s en hiver
- inférieures à 0,25 m/s en été

La réglementation en matière d’hygiène et de santé fixe les débits minimum d’air neuf pour les occupants des locaux scolaires. Le débit minimum hygiénique est de 15 m<sup>3</sup>/h/élève dans les écoles maternelles et élémentaires.

Pour une salle d’une surface de 60 m<sup>2</sup>, de 3,20m de hauteur de plafond et accueillant 25 élèves, on a donc un renouvellement de l’air intérieur de l’ordre de 2vol/h (375m<sup>3</sup> à renouveler en une heure dans une salle de 192 m<sup>3</sup>).

A titre indicatif on passe à 3,6 vol/h pour une salle de 50m<sup>2</sup>, de 2,50m de hauteur de plafond occupée par 30 élèves.

### Dispositifs permettant le renouvellement de l’air

Le renouvellement d’air peut être réalisé soit :

- par ventilation naturelle,
- par Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC).

Quelques spécificités de la ventilation naturelle :

Des atouts :

- la mise en œuvre est simple mais elle suppose que l’on dispose d’ouvrants, tels fenêtres ou vasistas dont l’ouverture est facile et modulable. Les ouvrants seront de préférence situés sur des parois opposées.
- elle ne génère peu ou pas de transformation de l’existant, mais la “régulation” est discontinue et liée aux pratiques. Une aération importante est entre autre nécessaire durant le nettoyage des classes et utile durant les récréations.

des inconvénients :

- le volume d’air renouvelé est incertain (et quasi impossible à mesurer),
- cette solution est à proscrire si l’air extérieur ambiant est pollué,
- s’il y a des nuisances sonores autour de l’école (proximité immédiate d’une route par exemple) , l’ouverture des fenêtres durant le temps de la classe sera difficilement envisageable sans perdre en isolation phonique,
- l’ouverture prolongée des ouvrants constitue une perte énergétique en période hivernale.

Quelques spécificités de la ventilation par systèmes mécaniques

Des atouts :

- les débits d’air peuvent être maîtrisés : soit ils sont déterminés à l’installation, soit on peut les mesurer sur les dispositifs existants,
- la ventilation se fait en continu.

Des inconvénients :

- en dehors des constructions neuves, son installation suppose des modifications plus ou moins importantes de l’existant, et un coût résultant, ainsi que des dépenses liées à la consommation électrique,
- l’installation du système de ventilation suppose la prise en compte de certains paramètres : il ne doit pas générer de bruits parasites, l’entretien régulier doit être facilité....
- seuls les dispositifs à double flux limitent les déperditions thermiques.

Quelques cas concrets permettent d'illustrer ces spécificités en prenant en compte du dire des utilisateurs :

### **Des solutions pertinentes**

Situation 1 : environnement peu bruyant et très faible pollution de l'air extérieur

Salle de classe de volume important – surface au sol d' environ 2m<sup>2</sup> par élève et plafond relativement haut (au moins 3,20m).

Ventilation naturelle : fenêtres facilement manoeuvrables et ouvertes (ainsi que les portes) durant le nettoyage et les récréations.

Peu d'insolation directe en période estivale permettant une ventilation naturelle continue par ouverture de vasistas par exemple, le courant d'air étant ainsi peu perceptible au niveau des occupants.

Situation 2 : environnement bruyant et/ou présence d'air extérieur pollué dissuadant de maintenir ouvertes les fenêtres.

Local très hermétique protégeant des pollutions extérieures (bruits, pollution de l'air ....).

Ventilation mécanique contrôlée calculée en fonction du nombre d'utilisateurs et du volume de la salle (quasi absence de bruit du système de ventilation dans la salle).

Remplacement régulier des filtres

### **Des solutions mal adaptées**

Situation 3 : environnement bruyant et/ou présence d'air extérieur pollué dissuadant de maintenir ouvertes les fenêtres.

Local très hermétiques résultant de la pose d' huisseries récentes très étanches, avec peu ou pas d'arrivée d'air venant de l'extérieur.

Absence de ventilation mécanique contrôlée

Situation 4 : environnement peu bruyant et très faible pollution de l'air extérieur

Local très mal isolé thermiquement

Insolation directe difficilement maîtrisable

Ouverture difficile des ouvrants (résultant par exemple d'une usure des huisseries métalliques ou de blocages par couches de peinture successives).

Pour les salles de classe les fenêtres oscillo-basculantes permettent généralement de bien réguler la quantité d'air entrant avec un risque de chute moindre pour les plus jeunes enfants. Ce choix peut être privilégié dans le cadre de restructuration.

## 8 – TAUX D'HYGROMETRIE

L'air a la capacité d'accueillir de l'eau sous forme de gaz . Plus l'air est chaud (molécules éloignées les unes des autres) plus il dispose de place pour transporter ces molécules d'eau (l'air à 10°C contient au maximum 1% d'eau, celui à 40°C jusqu'à 7%).

L'air est saturé en humidité lorsque que tous les interstices sont occupés par des molécules d'eau ; le taux d'hygrométrie est alors de 100%. Un air totalement sec a un taux d'hygrométrie de 0%.

Globalement l'air extérieur contient donc plus d'eau en été qu'en hiver.

Un taux d'hygrométrie variant entre 35% et 65% est préconisé. Il permet d'assurer un bon confort (en dessous de 30% l'air est trop sec et au dessus de 70%, trop humide) et limite la génération de bactéries et l'apparition de moisissures.

Rappelons succinctement les mécanismes de régulation du corps lui permettant de garder une température constante différente du milieu qui l'environne :

- tant que l'air ambiant est plus froid que le corps, un flux de chaleur se produit entre le corps et l'air ; nous évacuons la chaleur par principe de thermalisation. Le corps rejette d'autant plus de chaleur que la température extérieure est basse et que le milieu en contact avec l'épiderme est bon conducteur thermique (de l'eau à 20°C – qui est un bon conducteur thermique - aura beaucoup plus d'effet que de l'air – qui est un bon isolant – à la même température). Cet échange thermique sera moins contraignant pour le corps si l'on interpose une couche de vêtement - donc d'isolant - suffisante .
- si la température extérieure est supérieure à celle du corps, ou pas suffisamment basse pour un bon transfert thermique, le corps va évacuer la chaleur par transpiration. L'eau à l'état liquide sur la peau va s'évaporer, évaporation qui va consommer de l'énergie, ici la chaleur du corps, permettant ainsi de maintenir la température du corps constante.

A titre indicatif, une classe d'une trentaine d'élèves, peut générer une masse d'eau, sous forme de vapeur, qui peut atteindre 1kg toutes les heures.

On retrouve donc les deux configurations critiques :

- celle où la température de l'air de la salle de classe est trop faible pour une activité sédentaire entraînant une thermalisation anormalement élevée (j'ai froid !).
- celle où la température est trop élevée avec un taux d'humidité important et un renouvellement d'air faible compliquant la transpiration (j'ai chaud !)

Divers indicateurs existent (heat index - indices de chaleur ..) qui sont établis à partir de diagrammes température/humidité. Ils permettent de définir des seuils à partir desquels apparaissent des troubles physiologiques liés à la chaleur.

Différents troubles peuvent apparaître :

- Fatigue entre 27°C et 31°C (avec un taux d'humidité de plus de 35% )
- Epuisement physique entre 32 °C et 40°C (avec un taux d'humidité de plus de 40%)
- Coup de chaleur possible à partir de 41°C, le risque étant très élevé au delà de 53°C.

## 9 – LE CONFORT THERMIQUE

Le confort thermique est lié la température dans le local, mais aussi au degré d'hygrométrie et au renouvellement de l'air ainsi qu'à sa vitesse d'écoulement ; ces derniers éléments ont été évoqués dans le chapitre sur la qualité de l'air.

Les températures intérieures de consigne en saison de chauffe sont :

- locaux d'enseignement – bureau : comprise entre 19°C et 21°C (19°C était la valeur préconisée – en 1985 - dans le guide construire les écoles, 21°C étant la valeur actuelle préconisée par l'INRS pour tout travail sédentaire)
- local utilisé par le médecin scolaire : 22°C
- Sanitaires - circulation – hall : 16°C (valeur minimum indiquée pour les écoles élémentaires dans le guide de 1985) à 21°C (valeur qui peut être préconisée surtout pour les salles de propreté des plus petits).

La température intérieure d'été des différents locaux devra être inférieure à 27°C ou inférieure de 5°C à la température extérieure lorsque celle-ci dépasse 32°C (ces valeurs constituent des seuils hauts puisque ce sont celles retenues pour les lycées qui accueillent des élèves moins vulnérables que les jeunes enfants fréquentant les classes maternelles et élémentaires).

Les élévations de températures les jours de fort ensoleillement sont les plus difficiles à réguler.

Nos climats tempérés et la quasi absence de fréquentation des locaux scolaires durant les mois de juillet et d'août ne conduisent pas à privilégier systématiquement l'installation de systèmes de climatisation assurant une régulation automatique.

Plusieurs structures permettent de limiter les fortes élévations de températures :

- disposer d'une isolation thermique sur les parois verticales et surtout en toiture,
- éviter la pénétration des rayons solaires. L'orientation des fenêtres et l'éventuelle présence d'arbres sont à prendre en compte. Les pare-soleils seront efficaces pour les parois vitrées exposées au sud (soleil zénithal) mais d'un intérêt moindre pour une orientation est ou ouest . Des rideaux réfléchissants, aluminisés par exemple, peuvent efficacement bloquer les rayons solaires s'ils sont disposés à l'extérieur des fenêtres. Certains, translucides, permettent de conserver un éclairage naturel diffus.
- favoriser l'inertie thermique.
- disposer d'ouvrants donnant la possibilité, sans compromettre la sécurité, d'aérer les locaux durant la nuit.

Les structures préfabriquées légères mises en place il y a quelques dizaines d'années ne bénéficient d'aucune de ces dispositions. Ce sont celles pour lesquelles nous sommes le plus souvent alertés et leur usage comme salle de cours est à proscrire.

Le confort thermique dépend, de la température de l'air présent dans la salle, mais également du renouvellement de l'air et de sa vitesse, du degré d'hygrométrie (évoqué dans les chapitres précédents) ainsi que de la température des parois et de leur rayonnement thermique.



## **10 – BIBLIOGRAPHIE**

Recenser, prévenir et limiter les risques sanitaires environnementaux dans les bâtiments accueillant des enfants.

Code du travail

Code la construction et de l'urbanisme

Règlement sanitaire départemental

Guides pratiques de l'ADEME (agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)

Documentation de l'INRS (institut national de recherche et de sécurité)

Publications du réseau Atmo (associations agréées de surveillance de la qualité de l'air)

Publications du réseau RSEIN Recherche Santé Environnement INTérieur)

Ventilation performante dans les écoles – Guide de conception CETIA

Le radon – Institut de protection et de sûreté nucléaire