

---

## Hygiène et santé des occupants et La conservation du bâtiment

L'apport d'air neuf permet la dilution des polluants produits à l'intérieur du logement, le maintien de leur concentration en-dessous d'un niveau acceptable pour le confort, l'hygiène et la santé des occupants, la sécurité du fonctionnement des appareils à combustion ainsi que la conservation du bâtiment.

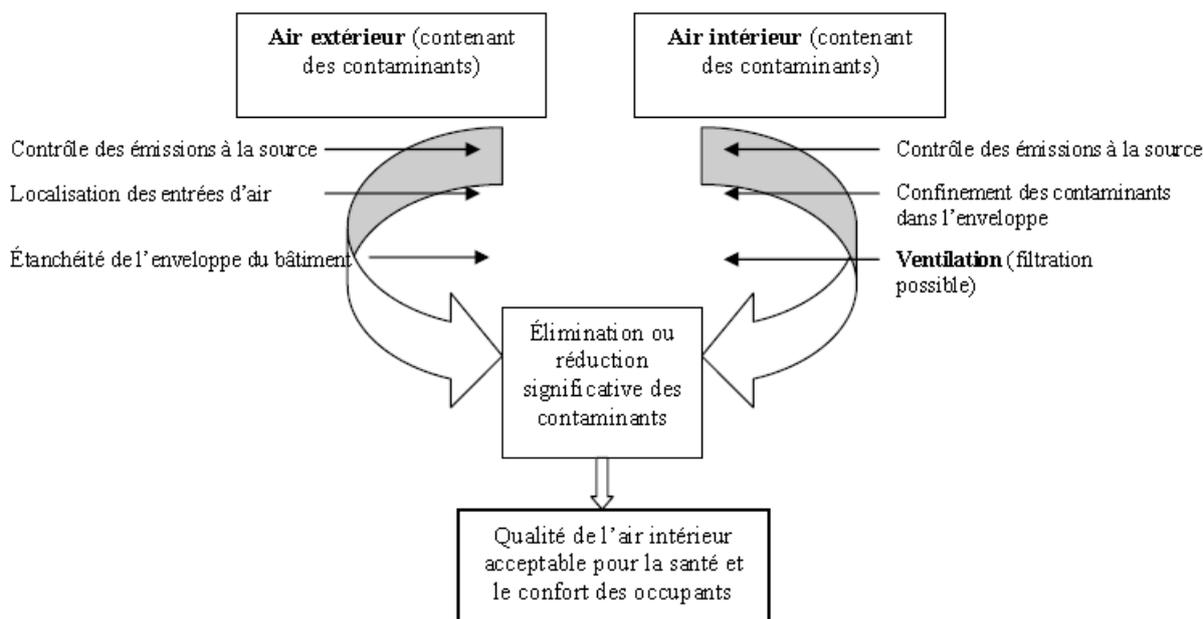
Dans les locaux où l'on séjourne, en particulier dans les habitations, il est nécessaire de veiller à une bonne qualité de l'air. Non seulement ses propriétés physiques, mais aussi ses propriétés chimiques doivent répondre à des critères de qualité, prenant en compte des considérations sanitaires comme le travail de RODGERS LC. [5]

La ventilation des bâtiments d'habitation fait principalement référence à l'échange d'air s'effectuant entre l'extérieur et l'intérieur, bien qu'elle puisse également référer à la distribution de l'air entre les pièces ou encore, à la circulation de l'air à l'intérieur d'une même pièce. Cependant, l'échange d'air entre l'extérieur et l'intérieur permet l'introduction d'air frais à l'intérieur, et par conséquent, la dilution des contaminants présents. La ventilation d'un environnement intérieur peut se faire de façon naturelle ou mécanique. La ventilation naturelle fait généralement référence aux déplacements d'air s'effectuant par l'ouverture des portes et des fenêtres ainsi que par les infiltrations et les exfiltrations. Quant à la résolution des problèmes de l'infiltration et de l'exfiltration de l'air à l'intérieur de bâtiment, la plupart des auteurs font appels à un certain logiciel comme le design builder, TRNSYS,...Mais les méthodes de calcul sont différentes ; comme la méthode de modélisation dite "nodale" (ou par zones finies ou multizones en pression) et la méthode de Newton-Raphson. Ces méthodes consistent à considérer chaque volume du logement comme le volume de contrôle d'un sous-ensemble du système complet du bâtiment et d'étudier ses interactions avec les autres zones en écrivant les équations de bilan de masse.

La manipulation des différents logiciels pour la modélisation d'un bâtiment a facilité l'étude du comportement thermique et énergétique d'un bâtiment. Plusieurs études sur le confort thermique dans un bâtiment ont été effectuées grâce à ces logiciels. On peut citer par exemple les travaux effectués par BOURHIM HUTTER portant sur l'*Etude des transferts thermiques dans un local en Mai 1987* [6]; BIENFAIT D, *Evolution des systèmes de ventilation des logements et techniques récentes en Mars 2000* [7]; ainsi que de Redwan MOUNAJED portant sur la *modélisation des transferts d'air dans les bâtiments, Application à l'étude de la ventilation le 25 février 2001* [8].

La figure1 ci-dessous présente une stratégie par étapes identifiant différentes actions possibles visant l'élimination ou la réduction des contaminants présents dans l'air. Bien que

ces étapes soient rapportées dans un ordre donné, il peut être envisagé de les entreprendre, selon le cas, de façon indépendante ou successive.



*Figure 1: Stratégie par étapes pour éliminer ou pour réduire de façon significative la présence de contaminants dans l'air intérieur*

Une bonne qualité de l'air intérieur est un paramètre primordial pour assurer le bien-être des occupants. Cependant, différents polluants sont une source de contamination de l'atmosphère intérieure. Selon leur nature, ils sont regroupés dans deux grandes catégories selon le travail de Redwan MOUNAJED en février 2001 portant sur l'étude aéraulique et le travail de Mohammed Yacine Ferroukhi portant sur la modélisation des transferts thermo-hydro-aérauliques dans un bâtiment ainsi que Pierre Lajoie, M.D., FRCPC, (Direction Risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique de Québec):

- **Les contaminants physico-chimiques** : Fumée de tabac dans l'environnement, produits de combustion (CO, NO<sub>2</sub> et particules respirables), formaldéhyde et composés organiques volatils (COV).
- **Les contaminants biologiques** : moisissures, bactéries, allergènes respiratoires d'origine biologique dont les principales sources sont les acariens, les animaux domestiques et les champignons, et virus.

---

En effet, dans la plupart des études réalisées sur l'étude aéraulique, les contaminants biologiques ont tendances à se développer dans des humidités relatives élevées, généralement supérieures à 60% (Baughman and Arens, 2006). **[8] [9]**

Dans une autre étude (Green 2014), les résultats ont montrés que le taux d'humidité faible peut être un milieu favorable pour le développement des agents biotiques et ainsi provoque l'augmentation de la sensibilité des occupants par rapport à ces agents biologiques.

Dans un travail proposé par l'ARENE Île-de-France en association avec l'ICEB en 2004, En parlant du transfert aéraulique dans un bâtiment, le principe c'est de ventiler et d'insuffler de l'air neuf (propre) dans le bâtiment, puis de faire circuler cet air à travers les zones à ventiler, pour enfin extraire l'air vicié et le rejeter à l'extérieur. Ce cycle de l'air peut s'effectuer pour chacune des pièces, ou par balayage des pièces principales vers les pièces humides. Dans ce cas, il faut faire circuler l'air dans les zones les plus propres (zones de vie...) puis dans les zones soumises à la pollution (toilettes, cuisine...). Par conséquent, les odeurs émanant des zones dites à pollution spécifique ne puissent pas atteindre les autres zones. **[7] [8] [9]**

Des études ont aussi affirmé que la ventilation n'est pas maîtrisée à travers son fonctionnement et provoque un impact sur nous ou notre environnement. De ce fait, la qualité de l'air a été négligée. Bien souvent, il faut être soumis à des désordres de types moisissures ou problèmes d'odeurs pour réagir. Depuis quelques années, la qualité de l'air intérieur fait l'objet d'études approfondies. Son impact sur la santé et sur le bâtiment est une préoccupation de plus en plus forte. Les problèmes de qualité d'air peuvent être résolus par l'usage d'un système de ventilation adapté. Pour obtenir une bonne qualité d'air, il faut déterminer, en premier lieu des sources polluantes, et ensuite trouver des moyens pour rejeter ces polluants.

La modélisation du transfert d'air dans un bâtiment répond au critère de conformité pour les occupants à l'intérieur, en tenant compte de la ventilation des bâtiments de l'extérieur vers l'intérieur. **[9]**

La ventilation des bâtiments répond à plusieurs besoins :

- l'hygiène et la santé de ses occupants ;
- la conservation du bâtiment.

Les échanges d'air qu'elle occasionne, tant avec l'extérieur qu'entre les pièces d'un même bâtiment, comportent des flux d'air entrant volontaires qu'il est nécessaire de condamner ou limiter dès la mise en œuvre du confinement.

---

- Afin de préserver la qualité de l'environnement du logement et la santé de ses occupants, il est préconisé de respecter certains principes d'hygiène :

- Aérer quotidiennement son logement le plus longtemps possible (y compris en ville et en hiver) afin de renouveler l'air et d'éviter le développement de moisissure et d'humidité. En effet, l'atmosphère confinée d'un logement accumule un certain nombre de polluant (fumée de cigarettes, émanations de colles peintures, gaz de combustion...). Une bonne aération résoud 80 % des problèmes d'air intérieur ;

- Assurer un nettoyage des bouches de ventilation au moins tous les 6 mois ;

- Assurer un nettoyage régulier du logement et évacuer régulièrement ses ordures ménagères afin d'éviter la prolifération des rats et autres nuisibles. **[10]**

Aujourd'hui, la meilleure mesure que nous pouvons prendre, c'est d'être professionnelle en utilisant les principes de la science de la construction d'un bâtiment pour prévenir ou corriger les problèmes avec la qualité de l'air intérieur. Pour conserver notre maison, il faut éliminer toutes sources de contaminants présents dans toutes les pièces partant de la cuisine vers la salle de séjour. **[11] [13]**

Le tableau suivant représente les différentes sources de polluants à l'intérieur du bâtiment.

Tableau 1: différentes sources de polluants à l'intérieur du bâtiment.

<b><u>SOURCES EXTERIEURES</u></b>	<b><u>POLLUANTS</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pollution atmosphérique</li> <li>- Echappement véhicules à moteur</li> <li>- Sol. eau de source</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub></li> <li>particules hydrocarbures</li> <li>- Radon gaz.</li> </ul>
<b><u>SOURCES INTERIEURES</u></b>	<b><u>POLLUANTS</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Bâtiment matériaux de construction</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• béton, pierre...</li> <li>• panneaux de particules contreplaqués</li> <li>• Isolant</li> <li>• matériaux coupe-feu</li> <li>• peinture, colle, moquette, tentures</li> </ul> </li> <li>- <b><u>Equipement, aménagements</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• appareils à combustion (gazinière)</li> <li>• meubles</li> <li>• eau sanitaire, gaz naturel</li> </ul> </li> <li>- <b><u>Occupation des locaux</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• métabolisme humain et animal</li> </ul> </li> <li>- <b><u>Activité des occupants</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fumée de tabac</li> <li>• nettoyage, cuisine, ordures...</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, particules, odeurs matières organiques. Radon.</li> <li>- H<sub>2</sub>O. CO<sub>2</sub>. NH<sub>3</sub>. odeurs. micro-organismes.</li> <li>- CO, NO<sub>2</sub>, odeurs, particules...</li> <li>- composés organiques NH<sub>3</sub>, particules micro-organismes, odeurs</li> </ul>

---

### 3. Les principaux polluants

#### a) Le tabagisme passif

Le tabagisme passif est souvent cité comme le polluant le plus important de l'atmosphère des locaux. Les effets à court terme (nausée, irritations, dégradation de l'état de santé des sujets souffrant d'asthme, d'allergies ...) sont relativement bien établis.

Les effets à long terme, ils semblent bien, malgré un manque de concordance entre les différentes enquêtes épidémiologiques effectuées, qu'il y a un lien de causalité entre l'exposition à ce polluant et l'apparition à long terme de lésions cancéreuses des poumons.

#### b) Radon

Le radon est également considéré comme un polluant particulièrement important [11]. C'est ainsi qu'on lui attribue plus de 10 000 décès par an et qu'on lui tient pour responsable de 20 % des cas de cancer du poumon enregistrés [12].

Le radon est un gaz radioactif émis par certains types de sol et de minéraux et qui peut s'accumuler dans les logements. Le cheminement du radon vers les ambiances intérieures peut se produire par plusieurs accès.

#### c) Humidité de l'air

Certaines espèces de bactéries ou virus sont plus actives pour des valeurs extrêmes de l'humidité (fortes ou faibles selon le cas) que pour des valeurs intermédiaires. D'autres part, les phénomènes de condensation, en favorisant le développement de germes et moisissures, portent atteinte non seulement au bâtiment, mais aussi à la santé des occupants.

Selon le type de climat et d'habitat, des recommandations sont prises pour limiter la plage de variation de l'humidité relative. Ainsi, la variation de l'humidité est fixée entre 30% à 80% en été et 30% à 56% en hiver [13] [14].

#### d) Formaldéhyde

Le Formaldéhyde est un gaz émis avec une constante de temps de l'ordre de 5 ans par certains matériaux (peintures, textiles, isolants....), qui provoque une irritation des voies respiratoires et est suspecté, sur la base d'études en laboratoire, d'avoir une action cancérigène. Ce produit a fait l'objet d'études qui ont conduit certains pays à fixer des teneurs maximales pour les concentrations à l'intérieur des bâtiments [15].

---

e) Produits de combustion

Les appareils de combustion installés à l'intérieur des locaux peuvent être à l'origine d'intoxications oxycarbonées en cas de défaut de fonctionnement [16]. C'est ainsi, qu'on attribue à ces asphyxies plusieurs centaines de décès chaque année [17].

C'est essentiellement la présence du dioxyde d'azote et du monoxyde de carbone dans les produits de combustion qui sont à l'origine des troubles respiratoires. Le problème concerne les appareils de cuisson à gaz mais aussi d'autres appareils (chauffages d'appoint par Kérosène utilisés dans certains pays...). L'oxyde de carbone est devenu un des polluants habituels des centres urbains et des régions industrielles. Pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le taux admissible en permanence dans une atmosphère ventilée est de 0,5 à 1 % maximum. La teneur latente en CO<sub>2</sub> de l'air des agglomérations est d'environ 0,04 %. Il est à noter enfin que l'émission de dioxyde d'azote par les appareils à gaz augmente de façon importante au fur et à mesure de leur vieillissement.

Certains auteurs malgaches aussi ont fait des études sur le comportement thermique des occupants à l'intérieur des bâtiments, à titre d'exemple le travail de RAKOTO Harry Angelo [1].

Ce travail consiste à mettre en évidence l'apport des solutions passives à l'obtention du confort thermique hivernal dans une salle de classe et un laboratoire informatique d'un bâtiment universitaire. L'évaluation du confort est effectuée en projetant les couples (température de l'air ambiant, humidité), issue de la modélisation sous Design-Builder du bâtiment, sur le diagramme bioclimatique de la région d'Antananarivo ; le travail vise à éliminer le taux de CO<sub>2</sub> dans le bâtiment par le biais de l'entrée d'air.

Il y a aussi certains auteurs qui ont fait des études sur le dioxyde de carbone à l'intérieur du bâtiment ainsi que les polluants qui s'accumulent à l'intérieur en donnant quelque solution pour réduire le taux de CO<sub>2</sub> à l'intérieur de notre maison surtout dans la salle de séjour. Comme le travail de NOROSOA Vololonirina Suzanne portant sur l'étude de la régulation d'ambiance haute et basse température avec humidité relative [18]. Ce mémoire consiste en général à faire l'analyse des traitements d'air étant donné que l'on maintient l'air à une certaine condition haute ou basse température ainsi que l'humidité de l'air et parmi tant d'autres auteurs.