

# Énergie et bâtiments - L'étanchéité à l'air

## par Alain Xhonneux Ing MSc Gramme

### 1 : Pourquoi faut-il améliorer l'étanchéité à l'air ?

#### Préambule

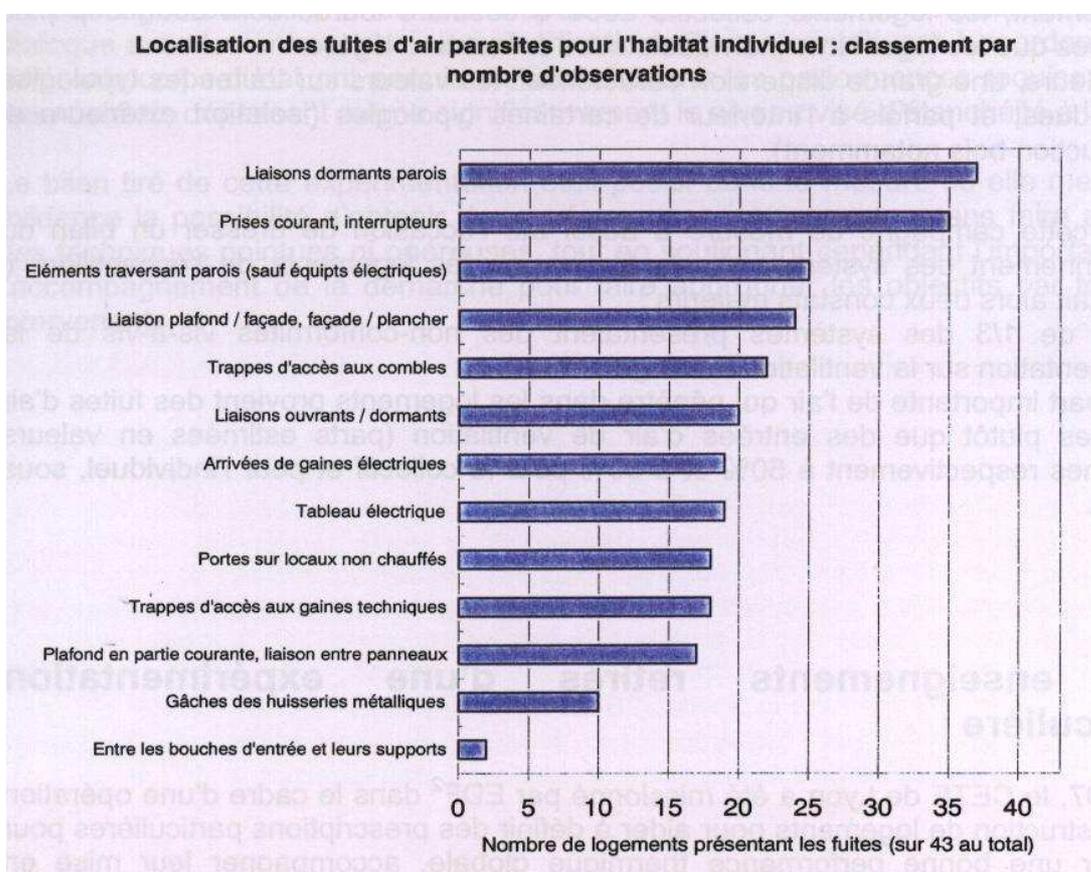


Avant de développer le chapitre propre à l'étanchéité à l'air dans les bâtiments, il convient de préciser qu'Alain Xhonneux Administrateur Délégué d'EnerConsult SA a écrit plusieurs articles en relation avec l'énergie dans les bâtiments. Ainsi, il a parcouru pas à pas les différents aspects qui permettent d'isoler au mieux un bâtiment. Il a analysé tour à tour l'isolation des murs, les châssis et vitrages, les planchers et les toitures. Le lecteur intéressé par ces aspects est invité à consulter son site [www.enerconsult.be](http://www.enerconsult.be), sous la rubrique Téléchargement : « Les articles et publications EnerConsult ».

#### Étanchéité à l'air ? Qu'est ça ko ?

L'étanchéité à l'air est la faculté du bâtiment à maintenir à l'intérieur l'air ambiant, en limitant les échanges avec l'air extérieur ! Nous verrons plus loin ce qu'il faut viser et pourquoi, mais notons d'emblée qu'éviter les fuites de chaleur conduit à isoler le bâtiment et à le rendre plus étanche à l'air. Alors que l'on visait au départ seulement une étanchéité à l'eau (protection contre les intempéries) et à la chaleur.

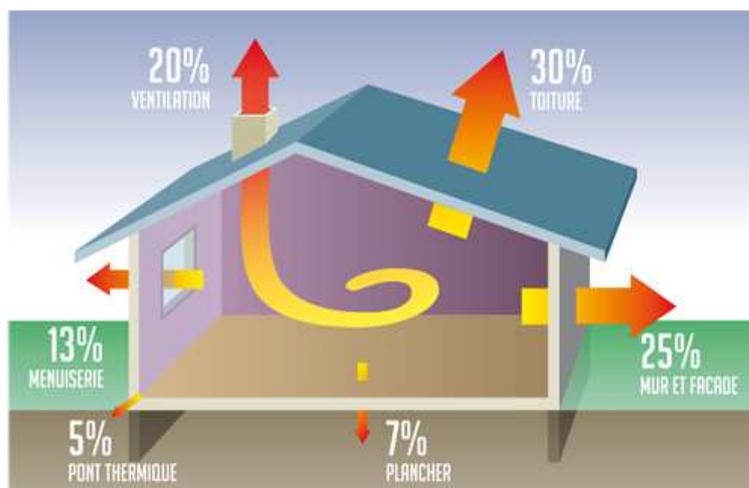
On sait aujourd'hui que les bâtiments anciens sont de vraies passoires à l'air. Car cette étanchéité à l'air n'était pas une préoccupation lors de leur construction. Au contraire !



En Belgique, on utilise essentiellement 3 grandeurs pour exprimer l'étanchéité à l'air des bâtiments :

- $\dot{V}_{50}$  : débit de fuites à travers l'enveloppe du bâtiment [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
- $n_{50}$  : taux de renouvellement [ $\text{vol}/\text{h}$ ] (débit de fuites rapporté au volume intérieur du bâtiment)
- $\psi_{50}$  : perméabilité de l'enveloppe [ $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ] (débit de fuites rapporté à la surface de l'enveloppe).

L'étanchéité à l'air d'une construction définit sa capacité à limiter le passage de l'air de l'extérieur vers l'intérieur... et inversement. Elle se quantifie à l'aide du débit de fuites ( $\dot{V}$ ) qui traversent l'enveloppe sous un écart de pression donné entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. En Belgique, on exprime généralement l'étanchéité à l'air pour une différence de pression de 50 Pa.



Sur base de ce débit de fuites, on calculera alors le taux de renouvellement d'air ou la perméabilité de l'enveloppe.

On estime en Wallonie que le parc existant présente une perméabilité de l'enveloppe qui varie entre 6 et 12  $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ . Ce qui, dans une maison de 10 m sur 10 m et 2 étages (200  $\text{m}^2$

habitables), représente un débit d'échange avec l'extérieur de l'ordre de 2.500 à 5.000  $\text{m}^3$  par heure ... !

Et même si ce renouvellement d'air ne se produit en pratique qu'avec un vent très fort (pour atteindre ces fameux 50 Pa), on peut considérer que le taux de ventilation saisonnier moyen de base réel (qui tient compte du vent réellement présent sur une année) s'élève à environ 1/10 du taux de ventilation  $n_{50}$  mesuré, soit un renouvellement d'air de 250 à 500  $\text{m}^3/\text{h}$  pour notre maison par exemple, et donc un renouvellement de l'ensemble du volume d'air toutes les 1 à 2 heures.

### Pourquoi renouveler l'air ?

Ceci dit, renouveler l'air c'est bien nécessaire car en isolant de plus en plus un bâtiment pour limiter les déperditions d'énergie on accroît aussi l'étanchéité à l'air des bâtiments et on réduit leur capacité à « respirer ».

Or, cette respiration est vitale. La vie dans une maison conduit naturellement à des dégagements de polluants dans l'air ambiant. Ces polluants sont apportés par nous (notre respiration), par l'air extérieur (le voisin qui fait un feu dans son jardin, le trafic routier), par les matériaux de la maison (peintures, solvants, revêtements, produits d'entretien) par des émanations naturelles (le radon dans certaines maisons). Ces polluants sont donc nombreux et bien réels, et surtout ils se renouvellent en permanence. De plus, nous passons la plus grande partie de notre temps dans des bâtiments (logements, espaces de travail, espaces de loisirs ou de détente, transports).

La vie dans une maison conduit aussi à produire de l'humidité, de la vapeur d'eau (par la cuisine, les bains et douches, l'entretien, mais aussi la transpiration ou la respiration). Ainsi respiration et sudations sont à elles seules responsables de la production de 40 à 70 g d'eau

par heure et par personne ! Une grande quantité d'eau (de 10 à 50 litres) est ainsi, chaque jour, libérée dans l'air ambiant de la maison.

Que devient toute cette eau ? Bonne question, puisque cruciale pour l'avenir du bâtiment. En effet, comme on l'imagine aisément, si cette humidité n'est pas évacuée, les problèmes qui en découlent seront importants. De même d'ailleurs pour les polluants qui doivent être



évacués sous peine de rendre l'air intérieur nocif, et ainsi de générer maladies et allergies.

Et c'est là qu'intervient tout l'intérêt de la ventilation d'un bâtiment. En effet, le renouvellement d'air important qui est le lot quotidien de nos maisons anciennes permet facilement d'évacuer tous ces polluants et toute cette humidité et de maintenir une qualité de l'air aussi bonne que l'air extérieur. Très rares sont donc les maisons anciennes, sans intervention ultérieure, qui présentent des problèmes importants dus à la qualité de l'air intérieur.

### Pourquoi ... renouveler l'air le moins possible ?

Par contre, trop ventiler c'est aussi ... trop gaspiller.

En effet, le renouvellement fréquent de l'ensemble du volume chauffé, comme mentionné ci-dessus, conduit évidemment à évacuer de la maison des quantités énormes de m<sup>3</sup> d'air chaud, évacuant la chaleur en même temps que l'humidité et les polluants.

Un renouvellement excessif a donc un impact très important sur la consommation énergétique d'un bâtiment. On estime ainsi que la perte de chaleur « parasite » créée par la surventilation de bâtiments peu étanches à l'air atteint facilement des proportions de 20 à 40% (en fonction de la qualité de l'isolation thermique) de la consommation totale du bâtiment.



### Un exemple chiffré

Rappelons que la chaleur volumique de l'air est la chaleur nécessaire pour réchauffer 1 m<sup>3</sup> d'air de 1 °K (0,34 Wh/m<sup>3</sup>.K) ! Dans le cas de notre bâtiment exemple, maintenu à 19° de moyenne pendant la saison de chauffe (du 15 septembre au 15 mai), avec une température extérieure moyenne à Hastière de 5,5°C, il faut augmenter de 13,5 °C le volume d'air pendant 8 mois, soit 240 jours.

En considérant un renouvellement d'air de 250 m<sup>3</sup>/h (taux réel saisonnier et non taux théorique) pendant 240 jours, et avec un air à réchauffer de 13,5°C, l'énergie nécessaire est de 250 (m<sup>3</sup>/h) x 240 (jours) x 8 (h/j) x 13,5 (K) x 0,34 = 2.203 kWh

Si le taux de renouvellement d'air atteint au contraire 500 m<sup>3</sup>/h, l'énergie nécessaire atteint même les 4.406 kWh !

En supposant une maison moyenne wallonne, avec un U moyen (reflétant une isolation mauvaise et un K de 90 à 100) de 1,0 W/m<sup>2</sup>.K et une surface de déperdition de 400 m<sup>2</sup>, la puissance de déperdition est de 400 (m<sup>2</sup>) x 13,5 (K) x 1,0 (W/m<sup>2</sup>.K) = 5,4 kW. Chaque heure,

l'énergie perdue est donc de 5,4 kWh, ce qui conduit à une consommation pendant la saison de chauffe de  $5,4 \text{ (kWh)} \times 240 \text{ (j)} \times 8 \text{ (h/j)} = 10.400 \text{ kWh}$ .

Comme on le voit dans ce cas-ci, la perte par ventilation représente entre 17 et 30% de la facture énergétique globale !

Et bien sûr, plus la maison est isolée, plus faible sont les pertes par transmission et plus grande est l'importance relative des pertes par ventilation !

### Quid de la ventilation idéale ?



S'impose donc l'idée qu'il existe un niveau idéal de ventilation, équilibrant au mieux une ventilation « hygiénique » qui permet de se débarrasser des polluants et de l'humidité, et une étanchéité « énergétique » qui permet de limiter au maximum les pertes par ventilation.

Bien entendu, ce niveau idéal reste théorique puisque basé sur des occupations et des conditions climatiques moyennes, mais il existe des normes qui permettent au concepteur de calculer, pour chaque type de local, le niveau de ventilation à respecter.

Les critères utilisés pour calculer le débit de ventilation feront intervenir :

- le type de pièces : on distinguera les pièces sèches (séjour, bureau, salle de jeu, chambre, ...) et les pièces humides (salle de bain, WC, cuisine, buanderie, ...).
- la surface des pièces : en particulier, une valeur proportionnelle est calculée entre un minimum nécessaire et un maximum à ne pas dépasser pour éviter l'inconfort.

Dans les pièces humides, on doit aspirer l'air humide pour le rejeter vers l'extérieur, et dans les pièces sèches, on fait entrer de l'air extérieur plus sec. Entre ces deux types de pièces, on prévoit des locaux dits « de transfert » qui permettent de créer une véritable circulation d'air continue.

En matière de débit (toujours sous une pression de 50 Pa) les valeurs suivantes sont données par la norme NBN D50-001 :

- Débit standard :  $3,6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  (de surface du local)
- Living : mini 75, maxi  $150 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$
- Chambre à coucher, bureau, salle de jeu : mini 25, maxi  $72 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$
- Cuisine, salle de bain, buanderie : mini 50, maxi  $75 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$
- WC :  $25 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$

### Conclusion

Comme vous l'aurez constaté, le sujet est vaste et complexe. Mais il est aussi capital pour la bonne santé des bâtiments et de leurs habitants, et fondamentalement imbriqué dans la problématique de l'énergie dans les bâtiments.

La suite de cet article vous propose de continuer à approfondir ce thème en voyant les solutions concrètes et leurs implications.

### 2 : Rendre un bâtiment étanche à l'air

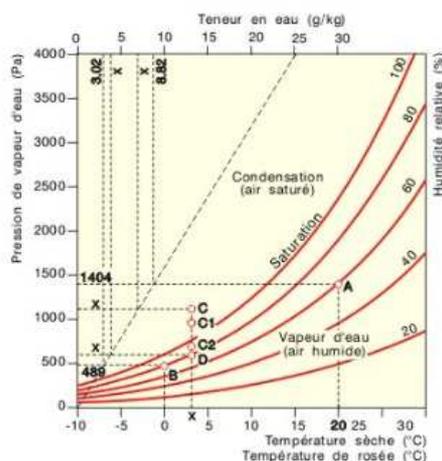
Ci-avant, nous avons approfondi la problématique de l'étanchéité à l'air en parcourant les raisons pour lesquelles il était si important de bien ventiler un bâtiment, et comment il est nécessaire d'éviter de le sur-ventiler.

Nous sommes arrivés à la conclusion que pour que le bâtiment respire correctement il fallait lui ménager une ventilation hygiénique, guidée par des valeurs normalisées.

Bien sûr, ces valeurs sont théoriques, tout comme celles calculées en matière d'étanchéité sous 50 Pa.

Ceci étant dit, insistons encore une fois sur la nécessité d'une bonne ventilation, en particulier aussi du point de vue de la condensation.

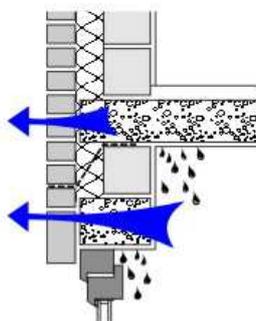
### La condensation – Un cas à part



L'analyse du phénomène de condensation mériterait à elle seule de nombreux articles, et nous n'entrerons donc pas dans les détails du diagramme de Mollier pour éviter pour certains de réveiller de vieux démons.

Mais rappelons toutefois que, dans le cas d'un bâtiment, on pourra rencontrer deux types de condensation, qui toutes deux conduiront à des désordres importants.

#### 1) La condensation de surface

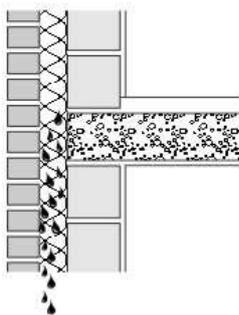


Pour une température donnée, l'air ne peut contenir qu'une quantité définie de vapeur d'eau qui se réduit d'autant plus que la température baisse: lorsque cette quantité limite est atteinte, l'air est en état de saturation. A 0°C par exemple, elle est de 3,78g par kg d'air tandis qu'à 20°C elle est de 14,7g/kg. Le taux d'humidité de l'air ou d'humidité relative est la proportion entre la quantité de vapeur d'eau effectivement contenue dans l'air et sa quantité maximale à la température donnée.

Lorsque l'air d'un local se refroidit, son humidité relative augmente jusqu'à atteindre la saturation. A ce moment, la vapeur d'eau qu'il contient commence à se condenser, c'est-à-dire à passer à l'état liquide. La température de l'air est alors appelée "température de rosée". C'est aussi le cas de l'air en contact avec une surface froide dont la température est égale ou inférieure à la température de rosée: on voit apparaître alors une condensation de surface.

Dans le bâtiment, la condensation de surface apparaît d'abord sur les vitres, les châssis métalliques sans coupure thermique, les conduites d'eau froide, et sur les parties froides de la surface des murs et des planchers. Lorsque la condensation apparaît sur une partie de mur de plafond ou de plancher, elle dénonce la présence d'un pont thermique. Les ponts thermiques sont des endroits de l'enveloppe du bâtiment où l'isolation thermique est interrompue: la résistance à la transmission de chaleur est affaiblie du fait d'éléments de structure qui y pénètrent.

## 2) La condensation interne



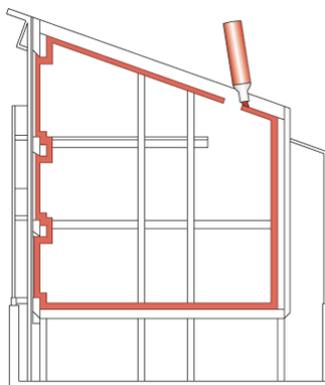
En hiver, lorsque la vapeur produite à l'intérieur du bâtiment traverse l'enveloppe par les pores microscopiques des matériaux pour gagner l'extérieur, il peut se produire dans les couches froides des parois de l'enveloppe de la condensation de vapeur d'eau en migration. Ce phénomène a pour effet de créer dans la construction des zones mouillées en permanence et donc une perte d'isolation thermique et une dégradation des parois. On parle alors de condensation interne. Contrairement à la condensation de surface, la condensation interne n'est pas visible directement.

Le transfert de vapeur d'eau à travers un mur se produit naturellement dès que la pression de vapeur d'eau exercée sur les deux côtés du mur est inégale. Elle l'est nécessairement dès qu'il y a une différence de température entre les deux côtés du mur, ce qui est inévitable.

Pour un état de l'air, la pression due à la vapeur d'eau dépend du nombre de molécules d'eau contenues dans l'air. En hiver, l'air des locaux chauffés contient en général sensiblement plus de molécules d'eau que l'air froid extérieur. C'est la raison pour laquelle il y a un transfert de vapeur de l'intérieur vers l'extérieur, en quantité d'autant plus grande que la différence entre les pressions de vapeur d'eau intérieure et extérieure est plus importante.

Ce phénomène est bien sûr directement dépendant de l'étanchéité à l'air du bâtiment, plus le bâtiment est étanche à l'air et moins cette migration de vapeur est rendue possible. Une raison de plus donc de soigner l'étanchéité à l'air. Et d'utiliser des pare-vapeurs par exemple, sujet que nous aborderons plus tard.

### L'étanchéité à l'air en construction



Une étude de sensibilité menée en Région wallonne dans le cadre du projet 'Construire avec l'énergie' montre que l'obtention d'une perméabilité  $\dot{V}_{50}$  de  $2 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  permet de gagner 10 à 15 points E (selon les configurations) par rapport à la valeur par défaut utilisée en l'absence de test d'infiltrométrie. Le gain énergétique (et économique) réel qui en découle est de l'ordre de 10 %.

Actuellement, des habitations construites sans prêter d'attention particulière à l'étanchéité à l'air ont généralement un  $\dot{V}_{50}$  compris entre 6 et  $12 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ . Or, on peut assez facilement atteindre un objectif situé entre 2 et  $6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  grâce à une conception judicieuse et une mise en œuvre soignée. En deçà de  $2 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ , une véritable expertise est nécessaire tant au niveau de la conception que de l'exécution : tous les nœuds constructifs doivent faire l'objet d'une étude adéquate et une sensibilisation de tous les corps de métier impliqués est indispensable. Un essai de pressurisation réalisé en cours de chantier (test d'orientation) constituera également une aide précieuse.

A titre d'illustration, le tableau ci-dessous présente les principales différences qui existent aujourd'hui entre les réglementations PEB et le label passif.

<b>Comparaison entre les réglementations PEB et le label 'passif'.</b>	
<b>Réglementations PEB</b>	<b>Label 'passif'</b>
Caractère obligatoire	Démarche volontariste : label demandé par le maître d'ouvrage
L'exigence d'étanchéité à l'air s'exprime en $\dot{V}_{50}$ avec pour unité le $m^3/(h.m^2)$	L'exigence d'étanchéité à l'air s'exprime en $n_{50}$ avec pour unité le vol/h
Pas d'exigence explicite à l'heure actuelle, mais une mesure démontrant des résultats meilleurs que la valeur par défaut (12 $m^3/(h.m^2)$ ) permet d'améliorer le niveau E (10 à 15 points).	Une exigence explicite : $n_{50} \leq 0,6$ vol/h
Calcul à l'aide des logiciels PEB	Calcul à l'aide du logiciel PHPP (maisons passives)

Il est à noter que l'exigence de  $n_{50} \leq 0,6$  vol/h en maison passive est particulièrement sévère, et souvent une des causes principales du refus du label passif à la fin du chantier.

Cet objectif ne peut d'ailleurs pas être atteint sans utiliser du matériel particulier, des châssis de fenêtres spécifiques, des blochets (électriques) étanches, des solutions de traversée de la membrane étanche à l'air spécifiques pour toutes les techniques (électricité, chauffage, sanitaire, ...).

Du point de vue du coût également, un niveau de perméabilité de 3 peut être atteint quasiment sans surcoût, simplement en soignant la mise en œuvre et en étant attentif à la conception.

Or, rappelons qu'un niveau de 3  $m^3/(h.m^2)$  (la moitié de la valeur basse de notre exemple) permettrait dans ce cas d'économiser pour une maison moyenne 1.100 kWh/an !

Bien sûr, atteindre le standard passif ou descendre sous les 3  $m^3/(h.m^2)$  peut devenir nettement plus compliqué et coûteux.

## **Comment atteindre des performances d'étanchéité à l'air élevées ?**

### ***La conception, préliminaire essentiel !***

Certains défauts d'étanchéité situés dans des parties devenues inaccessibles (pare-vapeur d'une toiture dont la finition intérieure est en place, p. ex.) ou inhérents à la conception (intégration du garage au volume protégé, p. ex.) ne pourront plus être corrigés. Il est donc indispensable de tenir compte de ces problèmes au départ, lors de la conception du bâtiment.

De même, certains choix de conception compliqueront sensiblement la mise en œuvre d'une bonne étanchéité à l'air. Pensons par exemple à l'option de laisser les blocs de construction à nu côté intérieur !

#### 1) Détermination du volume à étanchéfier

En effet, le positionnement de l'écran à l'air au sein de la paroi peut influencer considérablement la réalisation de la continuité au droit des nœuds constructifs.

## 2) Positionnement des installations techniques

Les percements de l'écran à l'air sont des sources évidentes de fuites et doivent être limités au minimum. Afin d'éviter de tels percements, le choix et le positionnement des installations techniques sont cruciaux.

Par exemple, les chaufferies renfermant une chaudière à chambre ouverte doivent être ventilées. Il convient donc de privilégier une chaudière à chambre étanche ou de placer la chaufferie en dehors du volume protégé.

## 3) Choix de la nature de la barrière étanche à l'air

Le concepteur choisit les matériaux appropriés pour réaliser l'étanchéité à l'air des parois courantes ; il peut s'agir :

- de membranes pare-vapeur (pour les ossatures en bois et les charpentes) ;
- d'enduits (pour les murs en maçonnerie) ;
- de panneaux (pour les ossatures en bois) ;
- de béton coulé in situ ;
- de systèmes industrialisés.



Il est indispensable d'étanchéifier les jonctions entre les panneaux. Le choix des menuiseries extérieures devra également se faire conformément au niveau de performance souhaité.

## 4) Étude des détails de réalisation

Les détails constructifs qui présentent des risques pour l'étanchéité à l'air (jonction entre les menuiseries et le mur, pied de mur, jonction entre le pare-vapeur d'une toiture à versants et le mur pignon) devront être identifiés au plus tôt dans le projet et résolus.

## 5) Communication et planning

Certains détails nécessitent de revoir la succession des tâches, qui doivent être étudiées et intégrées dans le planning par le responsable de la coordination des travaux.

### ***La mise en œuvre : la suite logique***

L'étanchéité est évidemment l'affaire de tous sur le chantier et il est certain qu'un dialogue permanent permettra d'éviter bien des déboires. Reste que cet aspect sera sans doute le plus difficile à résoudre, car nécessitant une prise de conscience des métiers de la construction et une formation accrue des intervenants.

**Après avoir bien étanchéifié, reste à ... bien ventiler !**

### **3 : Les différents systèmes de ventilation**

Après avoir approfondi la problématique de l'étanchéité à l'air, en parcourant les raisons pour lesquelles il était tout aussi important de bien et suffisamment ventiler un bâtiment comme d'éviter de le sur-ventiler, nous avons vu qu'il était, si pas « facile » au moins techniquement possible et économiquement rentable, de rendre un bâtiment étanche à l'air.

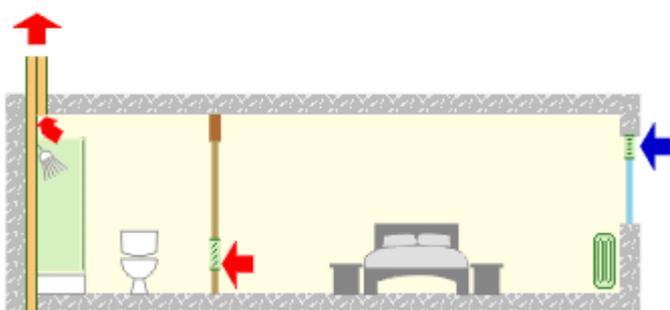
Reste maintenant à comprendre les solutions qui permettront de rendre ce bâtiment vivable et hygiéniquement sain, en le ventilant correctement.

En effet, nous avons vu qu'il existe une norme qui impose des débits de ventilation selon les types de locaux, leur usage et leur surface. Mais comment réaliser efficacement et correctement cette ventilation réglementaire. Et quelles différences entre ces solutions ?

### La ventilation de A à ... D

En effet, la réglementation reconnaît aujourd'hui 4 systèmes officiels de ventilation, allant du système A au système D. En pratique toutefois, le système B est peu répandu. Ils se distinguent comme suit :

#### Le système A



Il s'agit du système de ventilation de base, appelé aussi « **ventilation naturelle** ». Ce système est la solution minimale qui doit être installée dans toute habitation construite en Wallonie depuis de nombreuses années.

© J. Flémal - Architecture et Climat -  
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) – Université catholique de Louvain (Belgique).

Le système A présente de nombreux avantages, à savoir :

- Le plus simple à installer du point de vue de l'amenée d'air des pièces sèches (**OAR** : Orifice d'amenée d'air réglable), puisqu'il suffit d'intégrer des grilles de ventilation dimensionnées en fonction du débit souhaité dans les châssis. Les techniques de grille ont fortement évolué, avec aujourd'hui des grilles très discrètes, peu voire pas visibles, et intégrant des équipements techniques tels que des filtres anti-pollen, anti-moustiques, des solutions pour réduire l'entrée du bruit. De plus, ces grilles doivent réglementairement pouvoir se fermer par l'occupant en cas de pollution extérieure par exemple.
- Simple aussi du point de vue des évacuations d'air dans les pièces humides (**OER** : Orifice d'évacuation d'air réglable), puisqu'il suffit d'une évacuation verticale (cheminée) débouchant en toiture et qui permet, par tirage naturel, de créer une dépression dans le logement et d'initier la circulation de l'air.
- Le plus économique à installer bien sûr, tant pour les OAR qui ne coûtent pas très cher dans les châssis que pour les OER qui sont composés, à l'intérieur, d'une simple grille de ventilation.
- Le plus économique à utiliser aussi, puisque n'impliquant aucune consommation électrique ou autre pour fonctionner. C'est le vent et les conditions météorologiques qui créent les dépressions nécessaires à son fonctionnement.
- Enfin, le système A ne nécessite aucun entretien spécifique et n'implique donc pas non plus de coût de maintenance.

Il présente toutefois aussi des inconvénients :

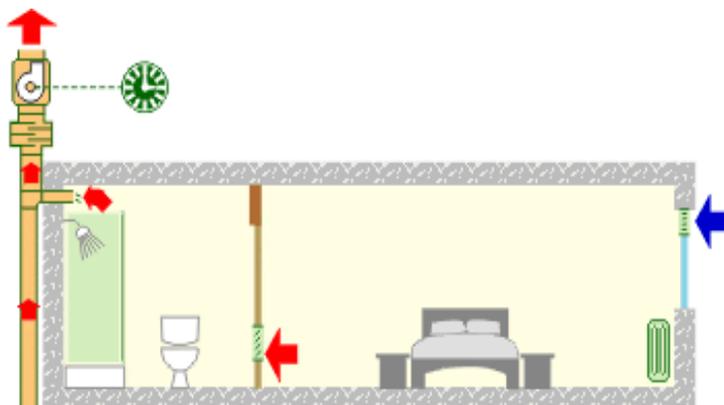
- Le principal étant certainement son efficacité. En effet, le dimensionnement est réalisé sur base d'un vent moyen qui permet de dimensionner les grilles. Mais en pratique, ce vent moyen n'existant que rarement, la ventilation est soit insuffisante, soit excessive, mais rarement idéale avec un système A. C'est d'ailleurs pour cette raison que nombre de professionnels se méfient de ce système et parfois évitent de le recommander malgré son caractère obligatoire, même en rénovation ! Or, soyons clair. Le système A est imparfait, mais vaut mille fois mieux que pas de système du tout dans un bâtiment très étanche !
- Ensuite bien sûr, l'air qui sort du bâtiment est chaud, et donc conduit vers l'extérieur la chaleur en même temps que l'air vicié. Le système A ne permet donc pas d'économie d'énergie sur la ventilation. Ajoutons toutefois que c'est aussi le cas des 2 systèmes B et C !
- Enfin, la nécessité de sortir en vertical en toiture pour les OER induit une contrainte dans la conception du bâtiment, puisqu'il faut ménager le passage de cette canalisation dans les étages supérieurs !

Comme on le constate, le système A est le minimum obligatoire, mais cela se justifie surtout par son côté abordable plus que par son efficacité.

### Le système B

Dans le cas du système B, très peu répandu, on remplacera les OAR (les grilles dans les châssis) par une amenée d'air mécanique qui force l'air à entrer à un certain débit. Ce système est peu intéressant en soit puisque nécessitant un investissement nettement supérieur pour une installation qui restera dépendante de l'évacuation naturelle.

### Le système C



Ce système, appelé aussi **simple flux avec extraction mécanique**, consiste à équiper, comme dans le système A, les châssis de grilles de ventilation naturelle.

© J. Flémal - Architecture et Climat

– Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) – Université catholique de Louvain (Belgique).

Par contre, les OER des pièces sèches seront équipées d'extracteurs mécaniques individuels qui permettront d'aspirer de manière mécanique l'air humide des pièces humides. La dépression créée par cette aspiration forcera l'entrée de l'air frais par les grilles des pièces sèches, toujours à travers les grilles de transfert des locaux de transfert.

L'avantage du système C est clairement que la ventilation qui se crée dans le logement n'est plus dépendante de la météo, mais pilotée par les extracteurs. Or, ces extracteurs peuvent se piloter de manière plus fine, en fonction des locaux où ils sont installés.

Ainsi :

- Dans un WC, on reliera l'extracteur à l'interrupteur de manière à permettre une ventilation complémentaire de quelques minutes après extinction pour évacuer aussi les odeurs ;
- Dans une salle de bain, on travaillera avec une détection d'humidité, permettant de ne pas déclencher l'extracteur inutilement quand on utilise la salle de bain pour se brosser les dents par exemple, mais en enclenchant celui-ci lors d'une douche dégageant beaucoup d'humidité.

De cette manière, le système C permet d'éviter la sur-ventilation inutile d'un logement à cause de conditions météorologiques défavorables et ainsi d'éviter un gaspillage énergétique inutile. De même, le système C assure une ventilation suffisante et donc une meilleure hygiène dans toutes les situations.

Par contre, il s'agit d'un système un peu plus coûteux à installer et qui induit une consommation énergétique (faible) de fonctionnement. L'entretien reste quant à lui négligeable.

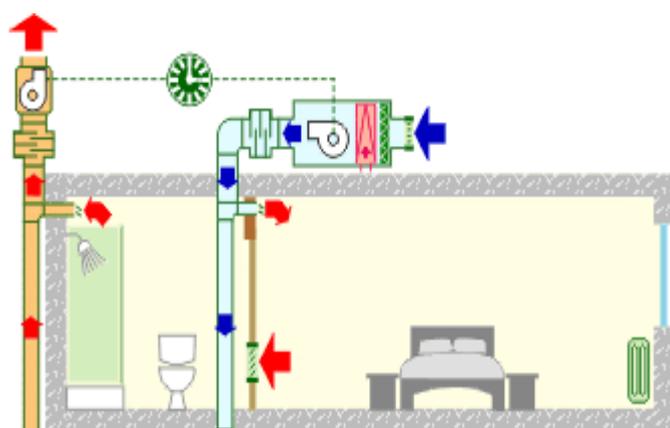
### Systeme C+

Il ne fait pas partie des 4 systèmes de base, mais est venu récemment compléter la panoplie des solutions de ventilation disponible.

Développé par certains fabricants, il se base sur une évacuation mécanique (comme le système C) mais centralisée (comme le système D) avec des arrivées d'air naturelles (comme le système A et C) ! De ce fait, il est possible de piloter encore plus finement l'extraction d'air (détection de présence, modulation, détection de CO et d'humidité) tout en limitant au mieux les pertes de chaleur.

Le système C+ est certainement une alternative intéressante, mais présente aussi l'inconvénient d'une plus grande difficulté d'installation, avec des canalisations vers toutes les pièces humides. Il a aussi un coût plus élevé, estimé à 3.000 € !

### Systeme D



Le système D, ou système **double flux**, est, quant à lui, la solution idéale du point de vue de la ventilation hygiénique du bâtiment.

© J. Flémal - Architecture et Climat –

Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) – Université catholique de Louvain (Belgique).

En effet, dans ce système, l'apport d'air dans les pièces sèches est assuré par un ventilateur central qui, par des tuyauteries, apporte l'air neuf dans les pièces sèches. De même, l'évacuation de l'air vicié depuis les pièces humides passe par un ventilateur d'extraction central et des conduites de collecte.

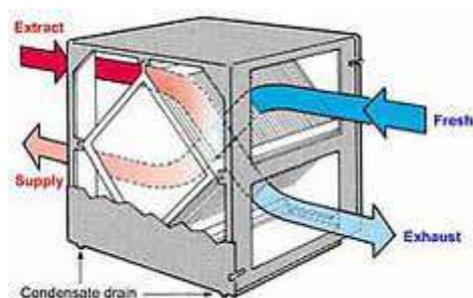
Le gros avantage du système est donc clairement que la ventilation du logement est gérée de manière à priori optimale, assurant une ventilation idéale, ni trop forte (gaspillage) ni trop faible (hygiène) indépendamment des conditions météo.

Le système présente toutefois aussi de nombreux désavantages :

- L'installation d'abord : Elle est complexe et difficilement envisageable lors d'une rénovation, à cause des canalisations qui doivent alimenter toutes les pièces du logement. Or, ces canalisations doivent avoir une dimension assez importante (plus la section est élevée, plus la vitesse de l'air sera faible et moins l'installation créera de bruits ou d'inconfort).
- Ensuite le prix. Non seulement l'installation d'une telle ventilation est nettement plus onéreuse qu'une ventilation classique, mais le système consomme aussi de l'électricité pour fonctionner.
- Le déplacement d'air mécanique crée également des bruits de fonctionnement, pas toujours discrets et agréables.
- Il nécessite absolument un entretien, car la ventilation forcée induit plus de débit d'air dans des canalisations, avec la nécessité de nettoyer les bouches de ventilation, mais aussi des filtres sur les ventilateurs par exemple.
- Enfin, dans sa version de base considérée jusqu'à présent, la chaleur perdue par ventilation reste perdue..

En contrepartie, comme mentionné, le niveau de ventilation peut être piloté à l'idéal et régulé de manière parfaite, entre autre en puissance et dans le temps (ralentissement de nuit, sondes CO, sondes humidité, ...).

### **Systeme D + récupérateur de chaleur**



Le système D sans récupérateur de chaleur n'a que peu de sens et n'est jamais utilisé. Par contre, en lui adjoignant un récupérateur de chaleur, il est possible de récupérer jusqu'à 85% de la chaleur de l'air extrait de l'habitation, et d'utiliser cette chaleur pour préchauffer l'air neuf insufflé dans le bâtiment.

De ce fait, une économie de chaleur non négligeable est réalisée. Cette économie est toutefois difficilement quantifiable puisque dépendant de chaque cas de figure. De plus, une telle installation revient dans une maison neuve à un ordre de grandeur de 7.000 €, ce qui n'est pas non plus négligeable.

Par contre, pour avoir visité plusieurs maisons avec ce type d'installation, il est certain que la qualité de l'air et le confort obtenu sont uniques, avec une absence d'odeurs (même en présence de fumeurs ou après une fondue) et une sensation de bien-être due à une bonne gestion du taux d'humidité. Sans parler de l'absence totale d'allergènes grâce aux filtres anti-pollens.

Mais ne négligeons pas l'entretien de ce type de système. Les bouches, les filtres, et de temps en temps les canalisations devront être entretenues, fautes de créer un système de distribution de bactéries ou d'allergènes !

## Conclusions

Comme nous l'avons vu, il existe de nombreux systèmes de ventilation. Ces systèmes ont tous pour but d'assurer au mieux la ventilation hygiénique d'un bâtiment étanche ! Ils y réussissent plus ou moins bien en fonction du système, mais aucun ne doit être rejeté d'emblée.

Par contre, certains réussissent mieux que d'autres à économiser l'énergie perdue à cause de cette ventilation nécessaire.

Le système idéal est donc bien le système D avec récupérateur, qui apporte des plus indéniables, mais à un prix élevé et avec une nécessité absolue d'entretenir son installation.

Suite au renforcement progressif des normes PEB et pour atteindre l'objectif futur de bâtiments à énergie pratiquement nulle ou à énergie positive, il ne fait toutefois aucun doute que ce système est LA solution d'avenir qui équipera les maisons construites dans les prochaines années.

Vient ensuite le système C+, mais qui n'est pas toujours installable à cause des tuyauteries de collecte de l'air à évacuer. Et enfin le système C, certainement un bon compromis en tous les cas pour la rénovation.

Enfin, terminons en insistant aussi sur le fait que même si le système de ventilation présente le même débit qu'une ventilation parasite due aux imperfections de l'étanchéité à l'air, les deux ne seront jamais comparables ! En effet, la ventilation parasite est ... parasite. Elle est anarchique et se produit dans des directions qui peuvent ne pas être souhaitées (des pièces humides vers les pièces sèches par exemple), ou elle se produit de manière déséquilibrée dans le bâtiment (beaucoup plus dans les chambres sous la toiture par exemple). Et donc, le débit de ventilation est une chose. La gestion de la ventilation à son bon débit est une chose bien différente !

Et insistons une dernière fois. Inutile de vouloir équiper une « passoire » d'une ventilation sophistiquée ! La première étape est d'isoler, puis de rendre le bâtiment étanche à l'air. Et enfin de s'assurer qu'il est correctement ventilé, éventuellement avec un système très performant !

## Sources – Références – Liens

- Diverses Publications CSTC e.a. **CSTC Contact 2012/1 Edition spéciale : étanchéité à l'air**, disponible en ligne sur le site du CSTC : <http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact33>
- Vidéos CSTC sur la ventilation des logements et l'étanchéité à l'air des bâtiments disponibles sur : <http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=information&sub=video>
- Energie+, version 8, Architecture et Climat, Université catholique de Louvain (Belgique) 2013, réalisé avec le soutien de la Wallonie - DGO4 - Département de l'Énergie et du Bâtiment Durable. Disponible sur : <http://www.energieplus-lesite.be>
- Illustrations - © J. Flémal - Architecture et Climat - Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) - Université catholique de Louvain (Belgique).

A.Xhonneux  
Administrateur Délégué  
EnerConsult SA

