

L'étanchéité à l'air des bâtiments : un défi majeur pour l'ensemble des corps de métier

Les réglementations régionales relatives aux performances énergétiques des bâtiments (PEB) se renforcent à un rythme soutenu. Outre une isolation thermique poussée de l'enveloppe du bâtiment et des installations techniques performantes (système de ventilation, par exemple), une bonne étanchéité à l'air deviendra rapidement incontournable : celle-ci peut en effet accroître jusqu'à 15 % la performance énergétique d'un immeuble. Si, à l'image des maisons passives, on réalise d'ores et déjà des bâtiments très étanches à l'air, il faudra cependant généraliser ces principes à l'ensemble des constructions neuves.

Un tel changement n'est pas sans conséquence pour les entrepreneurs et tous les professionnels du secteur, car ils devront adapter leur façon de concevoir, de coordonner et de réaliser les travaux.

Si l'étanchéité à l'air des bâtiments est une problématique connue depuis plusieurs années, il n'existe à ce jour aucun document propre à notre pays qui préciserait comment la concevoir et la réaliser. Et pour cause, il est impossible de la calculer au moment de la conception : elle doit se mesurer à la fin du chantier, à un stade où il est souvent très difficile d'apporter des améliorations majeures. De plus, si les résultats se révèlent insatisfaisants, il sera particulièrement délicat de déterminer les responsabilités. Débuteront alors des discussions, souvent sans fin, entre les différents intervenants pour savoir à quel(s) stade(s) les fuites sont apparues...

Il existe toutefois un certain nombre de recommandations relatives à la conception, à la mise en œuvre et à la coordination des travaux qui, si elles sont suivies, permettent d'atteindre des performances bien supérieures à celles que l'on rencontre encore fréquemment aujourd'hui. L'objectif de ce CSTC-Contact thématique est de synthétiser ces recommandations, qui concernent pratiquement tous les entrepreneurs. Ces textes constitueront également l'amorce d'une future Note d'information technique et d'une base de données de détails constructifs.

RENDRE ÉTANCHE ET VENTILER EN MÊME TEMPS... CONTRADICTOIRE ?

Les fuites d'air liées aux défauts d'étanchéité sont sporadiques, incontrôlables et réparties de manière inégale au sein du bâtiment. Elles entraînent un renouvellement d'air excessif dans certains locaux, les rendant parfois 'inchauffables'. Par ailleurs, il est fréquent que d'autres locaux au sein du même bâtiment soient très étanches à l'air, ce qui se traduit par un renouvellement d'air totalement insuffisant. Un bâtiment globalement peu étanche à l'air n'offre donc en aucun cas la garantie que l'air sera de bonne qualité dans tous les locaux.

Les systèmes de ventilation hygiénique sont conçus et installés pour assurer la qualité de l'air intérieur dans tous les locaux, tout en limitant l'impact énergétique qui en résulte. Ils offrent en outre des possibilités de contrôle aux occupants. Comme les autres installations techniques du bâtiment, ces systèmes nécessitent un entretien correct et régulier.

On le voit, rendre les bâtiments étanches à l'air, tout en les ventilant de manière contrôlée sont deux impératifs complémentaires nullement contradictoires.



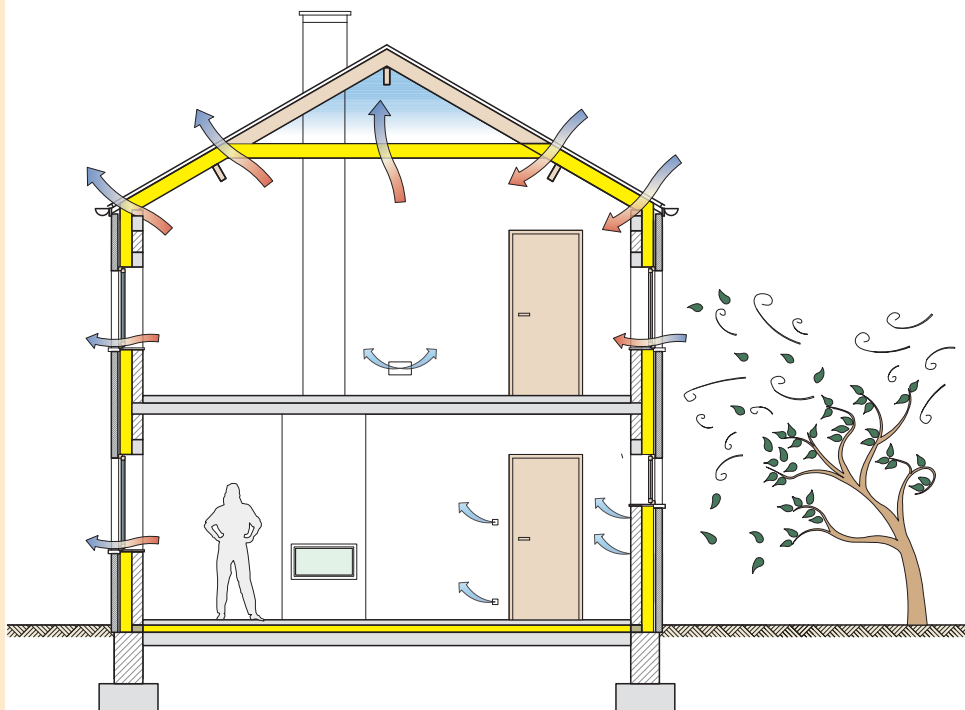


Fig. 1 L'étanchéité à l'air d'une construction définit sa capacité à empêcher le passage de l'air extérieur vers l'intérieur du bâtiment et inversement.

1 L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR, SIMPLE QUESTION DE RÉGLEMENTATION ?

Au-delà de l'aspect purement réglementaire et des économies d'énergie qu'elle engendre, une bonne étanchéité à l'air permet d'éviter des problèmes de condensation interne au sein des parois, mais peut aussi fortement influencer le niveau de confort thermique et acoustique d'un bâtiment.

Des défauts d'étanchéité à l'air peuvent favoriser la formation de condensation interne. Dans l'exemple de la figure 2 représentant un versant de toiture, la convection apparaît là où les jonctions n'ont pas été étanchéifiées, soit entre les lés de la barrière à l'air ou entre ceux-ci et les pannes. L'air chaud et humide intérieur a donc la possibilité de migrer au travers de la paroi et de se condenser sur la face inférieure de la sous-toiture froide, risquant ainsi d'endommager l'isolant.

L'étanchéité à l'air d'une construction définit sa capacité à empêcher le passage de l'air de l'extérieur vers l'intérieur... et inversement (cf. figure 1). Elle se quantifie à l'aide du débit de fuite (\dot{V}) qui traverse 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.

Les grandeurs suivantes sont souvent utilisées pour exprimer l'étanchéité à l'air :

- \dot{V}_{50} : débit de fuite à travers l'enveloppe du bâtiment [m^3/h]
- n_{50} : taux de renouvellement [vol/h] (débit

de fuite rapporté au volume intérieur du bâtiment)

- \dot{v}_{50} : perméabilité de l'enveloppe [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$] (débit de fuite rapporté à la surface de l'enveloppe).

2 UN TRIO INDISSOCIABLE

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe fait partie d'une stratégie globale visant à réaliser un bâtiment confortable et peu énergivore. Les trois axes de cette stratégie sont :

- l'**étanchéité à l'air** de l'enveloppe du bâtiment
- une **isolation thermique** suffisamment épaisse et correctement mise en œuvre
- une **ventilation hygiénique** contrôlée et maintenue en état par un entretien régulier.

En effet, augmenter les épaisseurs d'isolant dans les parois sans prêter attention à l'étanchéité à l'air est un non-sens en termes d'énergie. De même, rendre un bâtiment étanche sans assurer un renouvellement d'air frais par une ventilation contrôlée pourrait mettre en péril le confort, voire la santé des occupants.

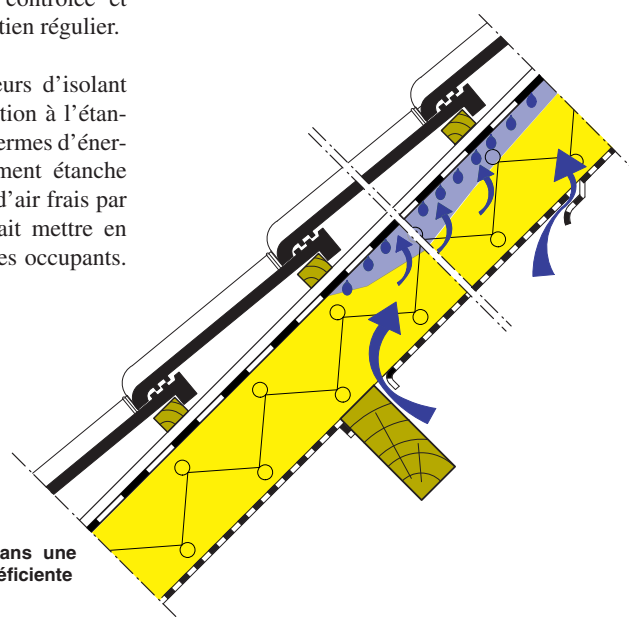


Fig. 2 Risque de condensation dans une toiture en cas d'étanchéité à l'air déficiente

Les trois points énumérés ci-avant sont donc indissociablement liés.

Si ce principe est bien entendu d'application pour les constructions neuves, il est primordial de l'appliquer également en cas de rénovation de bâtiments existants.

3 RÉGLEMENTATION PEB ET ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Les réglementations évoluent toujours plus vite. La refonte de la directive européenne PEB impose à nos trois Régions de prendre les mesures nécessaires afin que la consommation d'énergie des bâtiments neufs soit quasi nulle dès 2020 (*). La déclaration de politique régionale wallonne stipule que tous les bâtiments neufs devront être passifs ou équivalents à partir de 2017. En Région de Bruxelles-Capitale, tous devront l'être à partir de 2015. La Flandre, quant à elle, imposera un niveau d'énergie primaire de maximum E60 dès 2014. Avec ces niveaux d'ambition, que l'exigence soit explicite ou non, l'étanchéité à l'air sera un poste absolument incontournable.

Les réglementations actuelles ne spécifient pas encore d'exigence directe pour l'étanchéité à l'air, mais la prennent en compte dans le calcul de la consommation d'énergie primaire, en évaluant les pertes par infiltration (air froid pénétrant dans le bâtiment et devant être réchauffé) et par exfiltration (air chaud quittant le bâtiment et devant être remplacé). Ces pertes sont à distinguer des déperditions liées à la ventilation hygiénique.

Le tableau de la page suivante présente les principales différences qui existent aujourd'hui entre les réglementations PEB et le label passif.

(*) "La construction 'très basse en énergie' : 10 ans pour une révolution profonde", D. Van Orshoven et P. D'Herdt, [Les Dossiers du CSTC 2011/3.15](#).

Comparaison entre les réglementations PEB et le label 'passif'.

| Réglementations PEB | Label 'passif' |
|--|--|
| 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) |

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 $2 m^3/(h.m^2)$ 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 $12 m^3/(h.m^2)$. On peut atteindre un objectif situé entre **2 et $6 m^3/(h.m^2)$ grâce à une conception judicieuse et une mise en œuvre soignée. En deçà de $2 m^3/(h.m^2)$, 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 (cf. article p. 22).

4 COMMENT DÈS LORS ATTEINDRE DES PERFORMANCES D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ÉLEVÉES ?

4.1 LA CONCEPTION, PRÉLIMINAIRE ESSENTIEL

Le concepteur peut exiger contractuellement

une performance d'étanchéité à l'air et préconiser en même temps les moyens pour y parvenir. Il doit assurer la faisabilité de ce qu'il prescrit et minimiser les points critiques grâce à une étude préalable minutieuse. Il doit également bien sélectionner les matériaux et produits d'étanchéité, et garantir une communication efficace entre les différents corps de métier. Enfin, un contrôle d'orientation de l'étanchéité du bâtiment en cours d'exécution avant la mesure finale permettra de corriger ou d'améliorer certains points d'exécution. Toutefois, ces opérations s'avèrent souvent laborieuses et/ou onéreuses. 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 d'anticiper.

4.1.1 DÉTERMINATION DU VOLUME À ÉTANCHÉIFIER

Le concepteur détermine les espaces qui font partie du volume isolé thermiquement et chauffé, ainsi que le positionnement de la barrière d'étanchéité à l'air. Ce dernier point consiste non seulement à indiquer la limite entre le volume protégé et l'extérieur (ou un volume adjacent), mais aussi à situer précisément l'étanchéité dans la paroi (cf. figure 4, p. 4). 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. L'entrepreneur peut suggérer de modifier la position de cette barrière si cela favorise son exécution, son coût ou le résultat.

4.1.2 POSITIONNEMENT DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

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

Les locaux qui, pour des raisons de sécurité incendie ou de qualité de l'air, nécessitent une ventilation permanente (cages d'ascenseur, gaines techniques, garage, chaufferie, ...) et qui, par conséquent, pénalisent l'étanchéité à l'air sont à exclure du volume protégé (chauffé et isolé) ou devront bénéficier de solutions adaptées (cf. article p. 5). Par exemple, les chaufferies renfermant une chaudière à circuit de combustion ouvert (type B) doivent être ventilées. Il convient donc privilégier une chaudière à circuit de combustion fermé (type C) ou de placer la chaufferie en dehors du volume protégé (cf. article p. 6).

En ce qui concerne les conduites (ventilation, chauffage, électricité, télécommunications, sanitaire, gaz, ...), bien que les fourreaux ou les manchons permettent d'obturer les traversées de parois (cf. article p. 19), certaines configurations telles que les traversées de chemins de câbles rendent un travail soigné pratiquement impossible. Il est donc essentiel de déterminer, dès la conception, l'emplacement des passages de conduits favorisant une bonne exécution. Pour ce faire, les corps de métier responsables de la mise en œuvre de manchons, par exemple, devront être informés de la nature de la barrière à l'air, afin d'assurer un raccord correct entre le manchon et l'écran à l'air en partie courante, et de préserver la continuité de ce dernier. Cet aspect met en évidence la nécessité d'une bonne

DES FONCTIONS DISSOCIÉES

Barrière à l'air

La barrière à l'air (ou écran à l'air) empêche l'air extérieur de pénétrer dans le bâtiment et l'air intérieur d'en sortir. La barrière à l'air est placée du côté chaud de l'isolant. Un pare-vapeur est étanche à l'air et peut donc remplir cette fonction.

Sous-toiture

La sous-toiture est placée à l'extérieur, c'est-à-dire du côté froid de l'isolant. Elle fonctionne comme pare-pluie et comme pare-vent. Elle ne remplit pas la fonction d'étanchéité à l'air.



Fig. 3 Détection des fuites d'air lorsque le bâtiment est placé en dépression lors d'un essai de pressurisation

communication entre les différents intervenants.

Les équipements encastrés dans les murs (câbles électriques, spots, tuyaux d'eau, ...) doivent faire l'objet d'une étude déterminant leur positionnement et le choix des technologies (cf. l'article p. 8 pour le traitement des blochets électriques et l'article p. 10 pour l'utilisation de contre-cloisons techniques).

4.1.3 CHOIX DE LA NATURE DE LA BARRIÈRE 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 ou les lés. Le choix des menuiseries extérieures devra également se faire conformément au niveau de performance souhaité (cf. article p. 16).

4.1.4 ETUDE DES DÉTAILS DE RÉALISATION

Le concepteur identifiera au plus tôt les détails à 'risque' pour l'étanchéité à l'air (jonction entre les menuiseries et le mur, pied de mur,

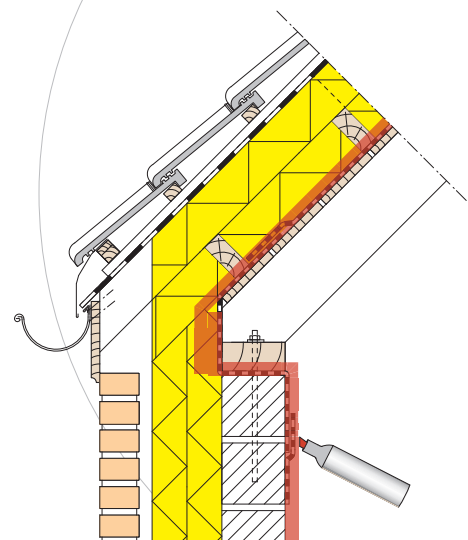
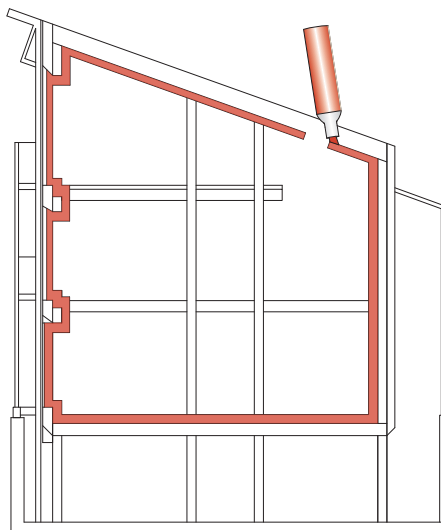


Fig. 4 Schémas de principe et de détail représentant la position de l'écran à l'air (trait rouge)

jonction entre le pare-vapeur d'une toiture à versants et le mur pignon, ...). Dès la demande de remise de prix, il présentera les solutions de façon complète et détaillée (en renvoyant éventuellement à des documents de référence proposant des solutions standard éprouvées), en mettant en évidence les éléments participant à l'étanchéité. Il est important que ces informations soient également communiquées aux personnes concernées sur chantier.

4.1.5 COMMUNICATION ET PLANNING

La réalisation de bâtiments performants d'un point de vue énergétique implique des exigences d'étanchéité à l'air sévères, et entraînera des modifications importantes dans les méthodes de construction actuelles.

Le responsable de la coordination des travaux joue un rôle essentiel à cet égard : il lui appartient d'informer toutes les personnes impliquées dans la réalisation de l'ouvrage de l'importance de la barrière à l'air. Certains détails (cf. articles pp. 10, 12 et 18) nécessitent de revoir la succession des tâches, qui doit être étudiée et intégrée dans le planning par le responsable de la coordination des travaux.

4.2 CONSTRUIRE ÉTANCHE : LA SUITE LOGIQUE

Après une conception adaptée aux performances visées, il y a lieu de soigner la mise en œuvre. Outre l'étanchéité à l'air des parties courantes, généralement assurée par l'enduit intérieur pour les structures 'lourdes'

et par des membranes spécifiques pour les structures légères, il faut apporter un soin méticuleux à la réalisation des détails. Dans ce contexte, la coordination des travaux revêt une importance cruciale. En effet, elle doit non seulement rendre possible l'exécution de l'étanchéité à l'air (enduisage au droit des gaines techniques, p. ex.), mais aussi empêcher que des corps de métier ne dégradent le travail des intervenants qui les ont précédés. L'étanchéité est donc l'affaire de tous et il est certain qu'un dialogue permanent permettra d'éviter bien des déboires.

Les articles qui suivent traitent de la réalisation de l'étanchéité à l'air et attirent l'attention sur des détails nécessitant une coordination particulière. Les aspects abordés sont les suivants :

- les constructions dites lourdes : **maçonneries et parois en béton** → page 8
- les parois légères de type **ossatures en bois** → page 10
- les **toitures à versants** → page 12
- les **toitures plates** → page 14
- les **menuiseries** et leur jonction avec le gros œuvre → page 16
- la gestion des **percements** → page 19.

4.3 LE CONTRÔLE DU RÉSULTAT ET LES MESURES INTERMÉDIAIRES

La fin du chantier venue, il est temps de mesurer l'étanchéité à l'air réellement obtenue. Des améliorations sont alors souvent très difficiles à apporter, de sorte qu'il est vivement conseillé de prévoir la réalisation d'un ou plusieurs essais d'orientation. Ces derniers ne doivent pas nécessairement être effectués conformément aux prescriptions de la norme, mais doivent au moins permettre de déceler des fuites lorsqu'il est encore possible d'intervenir et donner un premier aperçu de la performance du bâtiment (cf. article p. 22). ■



Fig. 5 Détail nécessitant une coordination adaptée : les lés sont placés sur les pannes avant la suite du montage de la charpente; ils seront ensuite joints au pare-vapeur afin d'assurer la continuité de l'écran à l'air sur tout le versant de toiture.