

# **Étanchéité à l'air des bâtiments : un aspect incontournable pour les bâtiments à basse consommation d'énergie**

Rémi Carrié et Sylvain Berthault  
Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon  
[www.cete-lyon.fr](http://www.cete-lyon.fr)

**La perméabilité à l'air des constructions standards en France engendre une augmentation des besoins de chauffage de 5 à 20 kWh/m<sup>2</sup>/an par rapport à une étanchéité très soignée, ce qui est clairement incompatible avec l'objectif souvent cité de limiter les consommations d'énergie à 50 kWh-ep/m<sup>2</sup>/an. La construction de bâtiments à basse consommation d'énergie met donc en cause nos pratiques actuelles pour assurer une bonne voire une excellente étanchéité à l'air. Cette préoccupation doit être portée par une chaîne d'acteurs depuis le programme jusqu'à la réception. Ainsi, les constructions labellisées PassivHaus ou Minergie-P, et plus récemment certaines opérations pilotes en France atteignent un excellent niveau étanchéité.**

La ventilation d'un bâtiment ne peut en aucun cas reposer sur une perméabilité diffuse et non maîtrisée de son enveloppe. Un système spécifique, naturel ou mécanique, doit assurer un renouvellement de l'air, avec des débits généralement bien supérieurs à ceux générés par les seules inétanchéités. A cet effet, les industriels de la ventilation proposent de nombreux produits performants pour apporter de l'air neuf et extraire l'air vicié en quantité suffisante mais sans excès aux endroits voulus. Toutefois, cette maîtrise des flux d'air est incompatible avec une perméabilité excessive de l'enveloppe qui peut par exemple provoquer une sur-ventilation de certaines pièces au détriment d'autres ou diminuer fortement l'efficacité d'un récupérateur de chaleur.

Une bonne étanchéité à l'air est donc essentielle pour que les systèmes de ventilation fonctionnent correctement, c'est-à-dire pour assurer une bonne qualité de l'air, la conservation du bâti, un bon confort acoustique et thermique, et pour éviter le gaspillage d'énergie. Pourtant, l'étanchéité à l'air est trop souvent négligée en France.

## **OU SONT LES FUITES ?**

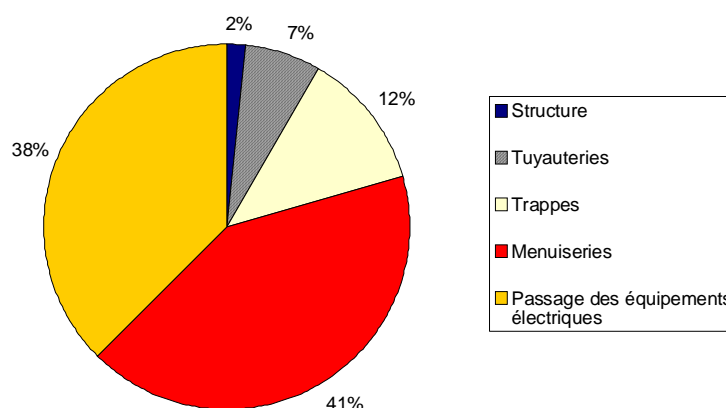
D'après des essais réalisés dans un grand nombre de logements en France, quatre grandes catégories de points faibles ont été répertoriées :

- Les liaisons façades et planchers : liaison mur / dalle sur terre plein, liaison mur / dalle ou plancher en partie courante...
- Les menuiseries extérieures : seuil de porte palière, seuil de porte fenêtre, liaison mur / fenêtre au niveau du linteau...
- Les équipements électriques : interrupteurs sur paroi extérieure, prises de courant sur paroi extérieure...
- Les trappes et les éléments traversant les parois : trappe d'accès aux combles, trappe d'accès aux gaines techniques...

D'un point de vue plus quantitatif, un recensement des localisations des fuites récurrentes a été réalisé sur une campagne de mesures sur 123 logements. Il ressort que dans 80% des cas,

des infiltrations sont localisées au niveau des menuiseries et des passage des équipements électriques.

Fuites récurrentes



Source : Litvak et al. 2005. Campagne de mesure de l'étanchéité à l'air de 123 logements. CETE Sud Ouest. Rapport n° DAI.GVCH.05.10. ADEME-DGUHC.

## LES INDICATEURS DE LA PERMEABILITE A L'AIR

Pour comparer des constructions entre elles, deux indicateurs sont souvent utilisés :

- le débit de fuite sous une dépression de 4 Pa divisé par la surface de parois froides (hors plancher bas). Cet indicateur, appelé  $I_4$  ou  $Q_{4Pa-Surf}$ , est utilisé dans la réglementation thermique RT 2005 et pour le label Effinergie ;
- le débit de fuite sous 50 Pa divisé par le volume chauffé. Cet indicateur, appelé  $n_{50}$ , est utilisé pour les labels Passivhaus ou Minergie-P, avec une valeur maximale fixée à 0.6 vol/h pour ces deux labels, que ce soit pour la construction neuve ou la rénovation, et ce pour tout type d'usage.

La conversion entre les deux indicateurs est complexe, car elle fait intervenir la compacité du bâti (le rapport du volume sur la surface de parois froides). Retenons cependant que pour une compacité moyenne de maison individuelle ( $V/A = 1.4$  m), la valeur prise en référence de la RT 2005 ( $0.8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ) correspond à un  $n_{50}$  de 3.1 vol/h ; pour un bâtiment collectif de compacité moyenne ( $V/A = 2.3$  m), la valeur de référence ( $1.2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ) correspond à  $n_{50} = 2.8$  vol/h. En somme, les valeurs prises en référence pour la réglementation thermique 2005 restent très élevées par rapport aux valeurs maximales admises pour les labels Passivhaus ou Minergie-P.

Usage	Compacité moyenne utilisée ici pour les conversions	Référence RT 2005 $I_4$ ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ à 4 Pa)	Défaut RT 2005 $I_4$ ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ à 4 Pa)	« Passivhaus » Garde-fou $I_4$ ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ à 4 Pa)
Logement individuel	$V/A = 1.4$ m	0.8 ( $n_{50} \approx 3.1$ vol/h)	1.3 ( $n_{50} \approx 5.0$ vol/h)	0.16 ( $n_{50} = 0.6$ vol/h)
Autres bâtiments d'habitation, ou à usage de bureaux, d'hôtellerie, de restauration et d'enseignement ainsi que les établissements sanitaires	$V/A = 2.3$ m	1.2 ( $n_{50} \approx 2.8$ vol/h)	1.7 ( $n_{50} \approx 4.0$ vol/h)	0.26 ( $n_{50} = 0.6$ vol/h)

## COMMENT MESURER LA PERMEABILITE A L'AIR ?

Les indicateurs pré-cités sont mesurables. Pour cela, il suffit de créer artificiellement – à l'aide d'un ventilateur dédié – une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du local testé. Au préalable, l'opérateur prend soin d'obturer tous les orifices volontaires (ex. bouches de ventilation) afin que le flux d'air provoqué par la différence de pression ne provienne que des fuites. On mesure alors le débit de fuite pour une différence de pression imposée. Cette « méthode de pressurisation par ventilateur » est normée (NF EN 13829, application Février 2001).

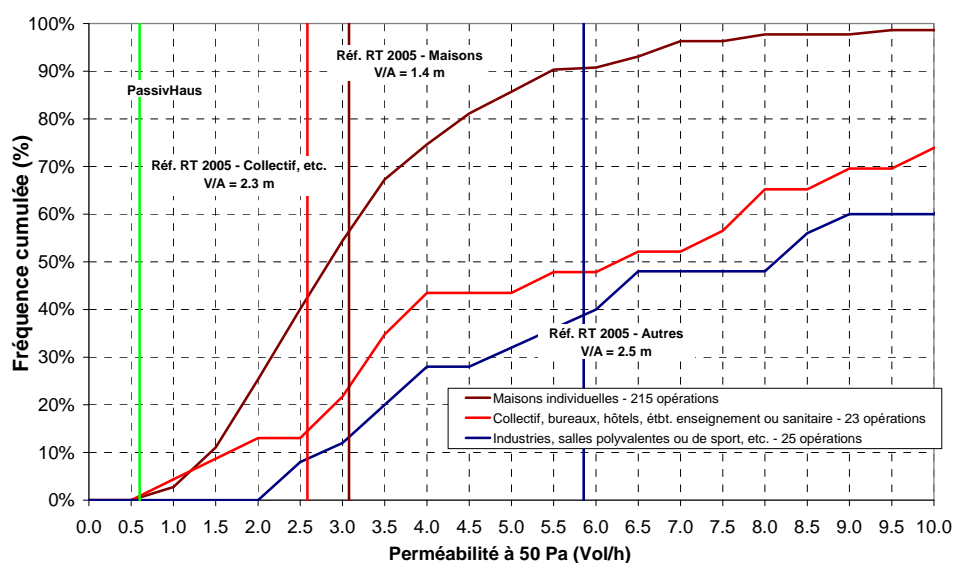
## LES RESULTATS DE CAMPAGNES DE MESURES

La figure suivante représente les fréquences cumulées de perméabilités mesurées en France par le CETE sur 215 maisons individuelles, 23 logements collectifs, hôtels, établissements d'enseignement ou sanitaires, et 25 autres opérations. Pour une perméabilité donnée en abscisse, on peut déduire le pourcentage d'opérations présentant une perméabilité inférieure ou égale à cette valeur. Ainsi, environ 80% des maisons individuelles ont une perméabilité inférieure à  $n_{50} = 4.5$  vol/h.

Ce graphique révèle que l'étanchéité des bâtiments en France est médiocre puisque :

- l'étanchéité médiane des maisons individuelles est de l'ordre de  $n_{50} = 3$  vol/h ;
- l'étanchéité médiane des autres opérations est supérieure à  $n_{50} = 6$  vol/h ;
- moins de 5% des opérations présente une étanchéité inférieure à  $n_{50} = 1$  vol/h.

Néanmoins, les résultats obtenus récemment sur des opérations pilotes soutenues par le PREBAT et la DGUHC sont encourageants. Sur une opération de logements collectifs en particulier, plus de 80% des logements pris individuellement présentaient une perméabilité inférieure à 1 vol/h à 50 Pa. Sur une opération de réhabilitation de bureaux, nous avons mesuré une perméabilité de 0.9 vol/h sous 50 Pa.



## POURQUOI DE SI MAUVAIS RESULTATS EN FRANCE ?

Les raisons sont multiples car la responsabilité est portée par une chaîne d'acteurs. Soulignons ici quelques aspects qui nous paraissent fondamentaux bien que rarement pris en compte en France :

- le traitement des liaisons doit être étudié au stade conception et précisé dans les carnets de détails ;
- il existe une gamme de produits industriels (joints pré-comprimés, films étanches, passe-fils, etc.) spécialement conçus pour limiter les infiltrations, mais assez peu utilisés en France. ;
- le suivi de chantier est capital tant le traitement des détails est important ;
- un test en cours de chantier puis à la réception permet d'identifier des points faibles et de les corriger.

## EVALUER L'IMPACT ENERGETIQUE DES DEFAUTS D'ETANCHEITE

Une façon simple d'estimer l'impact énergétique de la perméabilité à l'air est de faire varier ce paramètre dans les simulations thermiques dynamiques RT 2005. Ainsi, nous avons estimé sur des cas tests qu'un écart d'une unité de  $n_{50}$  provoquait un écart sur les besoins de chauffage variant dans une fourchette allant de 2 à 5 kWh/m<sup>2</sup>/an. Une maison individuelle étanche ( $n_{50} < 0.6$  vol/h) verrait donc ses besoins de chauffage augmenter d'environ 5 à 12 kWh/m<sup>2</sup>/an si sa perméabilité était détériorée au point d'atteindre 3.1 vol/h, valeur médiane constatée sur notre échantillon.

Ces chiffres restent approximatifs mais permettent néanmoins de peser rapidement l'impact d'une étanchéité négligée. Pour une analyse plus fine, le maître d'œuvre pourra s'appuyer sur son bureau d'études qui pourra facilement lui donner plus de précisions si nécessaire.

## CONCLUSION

L'étanchéité des constructions en France est généralement mauvaise, ce qui est un frein majeur à la réalisation de constructions à basse consommation d'énergie. La bonne nouvelle est que l'on sait mieux faire. Grâce à une conception et une mise en œuvre attentives, des niveaux excellents d'étanchéité à l'air sont atteints, quel que soit le mode constructif.

## REFERENCE

Carrié, R., Jobert, R., Fournier, M., Berthault, S., Van Elslande, H. 2006. *Perméabilité à de l'enveloppe des bâtiments – Généralités et sensibilisation*. CETE de Lyon. Rapport n° DVT 06-95. Octobre 2006. Disponible en ligne sur le site du CETE de Lyon.

Litvak A, et al. 2001. **Résultats de mesures de perméabilité à l'air sur 12 bâtiments tertiaires de grands volumes**. CETE de LYON. Rapport DVT n° 01.45. Novembre 2001. ADEME-EDF.

Litvak A, et al. 2005. *Campagne de mesure de l'étanchéité à l'air de 123 logements*. CETE Sud Ouest. Rapport n°DAI.GVCH.05.10. ADEME-DGUHC.

NF EN 13829. 2001. *Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments. Méthode de pressurisation par ventilateur. Performance thermique des bâtiments*. Février 2001.