

# Notes techniques et réflexions

## L'étanchéité à l'air des bâtiments : pourquoi et comment faire ?

Auteur : Olivier SIDLER

Avril 2010



*Ingénierie énergétique*  
26160 FELINES S/RIMANDOULE  
TEL & FAX : (33) 04.75.90.18.54  
email : [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)  
Web : [www.enertech.fr](http://www.enertech.fr)

# L'ÉTANCHEITÉ À L'AIR DES BÂTIMENTS

## Introduction

C'est l'université de Berkeley aux États-Unis qui s'est intéressée la première à la perméabilité à l'air des bâtiments. C'était à la fin des années 70. C'est là qu'a été inventée la porte soufflante. Comme souvent grand précurseur en matière d'efficacité énergétique, le professeur Rosenfeld et son équipe ont compris avant tout le monde le rôle que pouvaient jouer les infiltrations d'air dans des bâtiments très performants.

Le relais a ensuite été pris par les Allemands au milieu des années 90. Rappelons en effet que c'est en 1991 que l'Allemagne s'est intéressée à la construction dite passive, alors que le baril ne coûtait que 10 \$. L'objectif était d'atteindre des besoins de chauffage inférieurs à 15 kWh/m<sup>2</sup>/an (donc des consommations d'environ 20 kWh/m<sup>2</sup>/an). Ils ont alors développé un véritable savoir-faire autour de l'étanchéité à l'air des bâtiments et de sa mesure. Il existe aujourd'hui en Allemagne de très nombreuses entreprises fournissant des matériels et des matériaux spécifiques permettant de réaliser des bâtiments parfaitement étanches à l'air. Mais il existe aussi à ce jour 1000 entreprises faisant des tests de perméabilité à l'air.

Curieusement, dans ce contexte international assez dynamique, la France est restée assez en retrait sur cette question de l'étanchéité à l'air. Le sujet est mal connu, mal évalué, et très mal pris en compte dans la réglementation. Pour avoir beaucoup travaillé sur ce sujet depuis quelques années, nous avons le sentiment que c'est plus par une sorte d'indifférence généralisée (due au manque d'expérience) que la France a adopté cette position de repli sur un sujet pourtant fondamental par le rôle qu'il peut jouer dans la performance énergétique des bâtiments.

## 1 - Remarques préliminaires

Il convient au préalable de lever plusieurs ambiguïtés concernant l'étanchéité à l'air des bâtiments.

On entend souvent dire qu'un bâtiment étanche est un bâtiment dans lequel il ne sera plus possible de respirer parce que l'air ne pourra plus entrer. C'est évidemment une considération totalement fautive, fondée sur l'observation du fonctionnement des bâtiments anciens qui n'étaient bien sûr pas un modèle d'étanchéité à l'air. L'objectif poursuivi lorsqu'on rend étanche à l'air un bâtiment est de contrôler de manière très précise les débits d'air entrant et sortant, afin d'éviter les perturbations importantes qui pourraient être dues au vent et qui sont sources à la fois d'inconfort et de surconsommations énergétiques. On peut d'ailleurs en conclure immédiatement qu'un bâtiment étanche à l'air sera aussi un bâtiment doté d'une ventilation mécanique. Contrairement à certaines idées qui circulent, la ventilation naturelle n'est guère compatible avec un bâtiment étanche à l'air...

L'idée selon laquelle il n'est pas possible d'ouvrir les fenêtres dans un bâtiment étanche à l'air est elle aussi complètement fautive. La capacité thermique de l'air est extrêmement faible et il n'y a aucun inconvénient à ouvrir chaque jour ses fenêtres un quart d'heure pour ventiler rapidement son logement. En revanche, laisser les fenêtres ouvertes plus longtemps pourrait devenir très néfaste. L'air se transformerait alors en caloporteur refroidissant les structures du bâtiment ce qui occasionnerait d'importantes surconsommations.

Enfin nous voudrions attirer l'attention sur une caractéristique très particulière des logements étanches à l'air, pourvus d'une ventilation mécanique et d'un système de combustion à foyer ouvert (chaudière, poêle, etc.). A défaut d'infiltration, il n'y a plus qu'une seule source d'introduction d'air neuf dans le logement : la ventilation mécanique. Mais il y a deux sources d'évacuation qui sont l'appareil à combustion et la ventilation mécanique. Et ces deux sources entrent en concurrence puisque le débit soufflé et le débit extrait par la ventilation mécanique sont en principes égaux. Le risque considérable est alors que l'appareil de chauffage soit le siège d'une combustion incomplète. Celle-ci produira immédiatement du monoxyde de carbone, extrêmement dangereux. Il conviendrait donc de rendre obligatoire des systèmes de « combustion étanche » (comme les chaudières à ventouses) dans tous les bâtiments qui seront dotés d'une très bonne étanchéité à l'air.

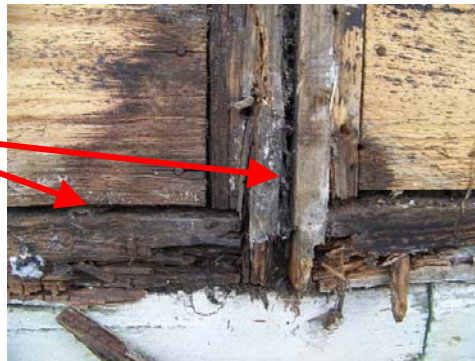
## 2 - Pourquoi faut-il faire des bâtiments étanches à l'air et les tester ?

Il y a au moins trois raisons pour faire dès aujourd'hui des bâtiments très étanches à l'air :

1 - C'est un paradoxe, mais une réalité que l'on peut constater tous les jours : dans les bâtiments très performants les usagers ne supportent plus la moindre perturbation de leur confort. Ainsi avons-nous enregistré des plaintes pour les désagréments dus à des infiltrations d'air résiduelles extrêmement faibles (par exemple sur des fenêtres classées A4, les meilleures !), présentées comme une source d'inconfort insupportable. Alors que dans les bâtiments anciens, les flux d'air parasites étaient permanents et n'apportaient pas de plaintes particulières. Nous devons tenir compte de ce phénomène et offrir en conséquence des bâtiments de très grande qualité au regard de l'étanchéité à l'air.

2 - Les infiltrations à travers les parois sont forcément associées, sur la façade opposée, à des exfiltrations. Celles-ci peuvent être très dangereuses car l'air est alors chargé d'une grande quantité de vapeur d'eau qui ne manquera pas de condenser en traversant la paroi. On a pu ainsi observer, notamment sur des maisons à ossature bois, des pathologies redoutables dues non pas à la migration de vapeur associée au gradient de pression partielle mais à un transport de vapeur d'eau par l'air exfiltré (voir photo). Il est donc essentiel de protéger les parois extérieures de ce phénomène, et seule une bonne étanchéité à l'air le permettra.

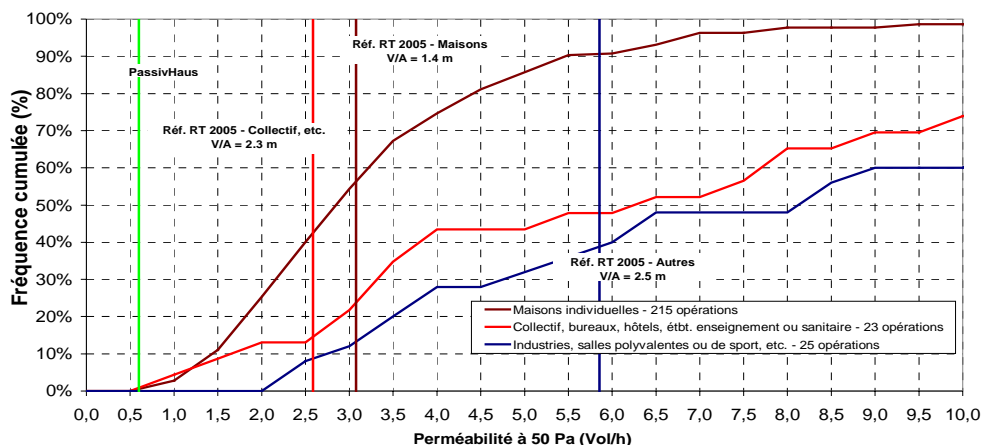
Passage de l'air exfiltré chargé de vapeur d'eau



3 - La dernière raison est la plus évidente : **les infiltrations d'air sont une source importante de surconsommation énergétique**, et ceci est d'autant plus vrai en valeur relative que la consommation est faible. Or les bâtiments de demain seront tous des bâtiments à faible consommation, et les défauts d'étanchéité à l'air seront donc pour eux les principales sources de dérapage des consommations énergétiques.

Pour fixer les idées il faut avoir à l'esprit qu'une variation de 1,0 vol/h sous 50 Pa au test de la porte soufflante conduit à une augmentation de la consommation de 4 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>/an. Lorsque les besoins de base étaient de 200 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>/an, les défauts d'étanchéité ne se voyaient pas. Mais lorsqu'on vise des besoins de 20 ou 30 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>/an cela devient prépondérant.

Le CETE de Lyon a fait de nombreuses mesures d'étanchéité sur des bâtiments récents neufs (fig. 1).



Source : Extraction de la base de données du CETE de Lyon - Juillet 2006

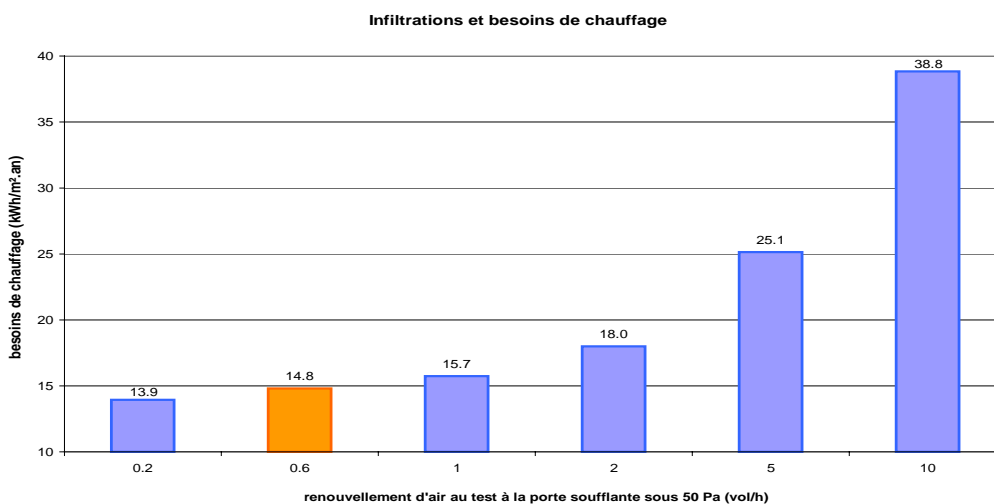
**Figure n°1 : Fréquences cumulées des perméabilités à l'air de bâtiments récents**

En logement, les valeurs de référence de la RT 2005 (matérialisées par les droites verticales sur le graphique) sont de 3,1 vol/h sous 50 Pa pour les maisons individuelles et de 2,6 vol/h pour les logements collectifs. Ces valeurs ne sont pas ambitieuses si on les compare à celle du label Passivhaus qui est de 0,6 vol/h sous 50 Pa (à gauche sur le graphique). On constate aussi que pour près de 45 % des maisons testées, la valeur réelle de l'étanchéité à l'air est supérieure à la valeur de référence de la réglementation, et ce taux atteint 85 % pour les logements collectifs et certains bâtiments tertiaires.

**Première conclusion** : la réglementation en matière d'étanchéité à l'air n'est pas du tout respectée. L'obligation d'instaurer des tests à la porte soufflante permettrait de palier ce grave défaut. Ceci vient du fait que dans l'esprit collectif l'impact de l'étanchéité à l'air n'est pas très significatif et apparaît comme un paramètre secondaire. Ce qui est une erreur d'analyse qui doit être combattue.

La figure 2 représente l'évolution des besoins de chauffage, déterminés par simulation dynamique, en fonction de la perméabilité d'un bâtiment de type passif. Certes, les bâtiments passifs ne sont pas encore la norme en France, mais ils vont très vite le devenir puisque que pour atteindre l'objectif de construire des bâtiments à énergie positive en 2020 il faudra forcément savoir construire de manière courante des bâtiments passifs. Quoi qu'il en soit l'impact énergétique du défaut d'étanchéité à l'air est le même en valeur absolue quels que soient les besoins de chauffage d'origine du bâtiment. On peut donc utiliser ce graphique pour notre raisonnement.

La perméabilité à l'air apparaît bien comme l'un des paramètres déterminants pour obtenir la performance énergétique recherchée. Chacun doit se persuader qu'il est impossible de faire un bâtiment très performant si son étanchéité à l'air n'est pas parfaite.



**Figure n°2 : Influence de l'étanchéité à l'air sur les besoins de chauffage d'un bâtiment passif**

Mais on observe aussi que le gain de performance énergétique obtenu par exemple en passant du double au triple vitrage sur un bâtiment (de l'ordre de 3 à 4 kWh/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>/an) est le même que celui apporté par une amélioration de 1,0 vol/h sous Pa de l'étanchéité à l'air. Or celle-ci est infiniment plus facile à obtenir et infiniment moins chère que le coût du passage au triple vitrage.

**Seconde conclusion :** l'étanchéité à l'air est un paramètre déterminant de la performance énergétique d'un bâtiment. Mais c'est aussi le moyen le moins coûteux et le plus efficace de réduire la consommation d'un bâtiment.

**Troisième conclusion :** il serait donc souhaitable que la réglementation thermique inclut tout à la fois une obligation d'effectuer un test à la porte soufflante en fin d'opération, et des contraintes d'étanchéité à l'air beaucoup plus significatives qu'aujourd'hui liées à une obligation de résultat validée par le test à la porte soufflante. Il nous semble réaliste de proposer par exemple que les bâtiments satisfassent tous, quelle que soit leur destination, une perméabilité inférieure à 1,0 vol/h sous 50 Pa. Ceci permettrait notamment aux bâtiments rencontrant des difficultés pour atteindre le seuil fatidique de 50 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup><sub>shon</sub>/an d'y parvenir **sans qu'il soit nécessaire de modifier ce seuil**, et de surcroît pour un coût très sensiblement inférieur.

Ce qui précède s'appuie sur la très longue expérience que nous avons désormais acquise en France sur la construction de bâtiments à très basse consommation. Nous avons construit ou piloté (mission d'AMO) plus de 200 projets dont la performance s'étendait de BBC à des bâtiments à énergie positive. Sur tous ces projets, l'une des constantes a été la relative facilité avec laquelle d'excellentes performances d'étanchéité à l'air ont été obtenues sur les bâtiments réalisés.

### 3 - Comment réaliser l'étanchéité à l'air des bâtiments et à quel coût ?

Réaliser une bonne étanchéité à l'air sur un bâtiment est avant tout un travail de maître d'oeuvre. C'est d'abord un bon dessin, une bonne conception, une réflexion sur les assemblages des différents éléments propres à créer des infiltrations d'air. L'architecte doit se demander comment il rendra étanche la jonction entre les menuiseries et la maçonnerie, comment il traitera l'étanchéité de la toiture ou celle de la jonction entre la toiture et les murs, etc. En pratique, on s'aperçoit qu'à chacune de ces questions il existe une réponse qui ne doit pas être improvisée sur le chantier mais parfaitement conceptualisée par le maître d'oeuvre.

Or la matière grise est la chose la moins coûteuse dans le bâtiment, même si malheureusement on n'y a pas suffisamment recours... Mais l'étanchéité à l'air nécessitera, c'est inévitable, un recours massif à l'intelligence des concepteurs.

L'architecte aura recours à des films d'étanchéité, à des bandes adhésives, à des joints spéciaux, etc. dont la grande caractéristique est de ne pas coûter très cher, pas plus que leur mise en oeuvre qui modifie à la marge le travail des entreprises.

C'est la raison pour laquelle le coût d'une bonne étanchéité à l'air dans un bâtiment n'est pas très élevé, de l'ordre de 5 à 15 €/HT/m<sup>2</sup> selon le type de bâtiment (peu coûteux pour des bâtiments en béton, plus cher pour des bâtiments à ossature bois).

### 4 - La vérification : le test à la porte soufflante

Le test à la porte soufflante consiste à remplacer la porte d'un bâtiment ou d'un logement par une membrane souple plaquée de manière étanche sur le dormant de la porte et dans laquelle on peut incorporer un ou plusieurs ventilateurs qui vont permettre la mise en pression ou en dépression du bâtiment. En parallèle, on obstrue tout les orifices de passage de l'air à vocation fonctionnelle (grilles d'amenée ou de rejet d'air, siphon des lavabos, etc.).

C'est un test de simple, efficace et très facile à mettre en oeuvre.



En pratique, nous recommandons de l'utiliser deux fois au cours d'une opération. La première fois lorsque le clos et couvert est terminé. Il ne s'agit alors pas de mesurer le débit de fuite mais seulement de mettre le logement ou le bâtiment en dépression et de repérer les points d'infiltration au moyen de fumigènes ou d'une caméra thermique. L'état d'avancement du chantier permet alors très facilement de remédier aux défauts que l'on pourrait avoir repérés. La seconde utilisation du test se fait au moment de la réception du bâtiment. Il s'agit cette fois de mesurer le débit d'infiltration et de valider les objectifs qui étaient fixés.

Un test à la porte soufflante nécessite 15 à 30 minutes pour être effectué dans un logement, et une à deux heures dans un bâtiment plus important. La durée de l'intervention peut ensuite se prolonger si l'on recherche les sources d'infiltration d'air au moyen de fumigènes. En moyenne, pour un logement le temps total, rapport inclus est de l'ordre de 1,5 à 2 heures. Pour un bâtiment de grande taille la totalité des mesures, de la recherche des défauts d'étanchéité, et de la rédaction du rapport prend environ 4 heures en moyenne, et jusqu'à 8h pour une recherche fine des défauts.

Actuellement en France, le coût d'un test à la porte soufflante dépend essentiellement des frais de déplacement de l'intervenant. Il y a encore peu d'entreprises en France capables de faire ces tests, si bien qu'il n'est pas rare qu'un intervenant parcourt plusieurs centaines de kilomètres pour pouvoir travailler. Malgré cela, le coût d'un test varie entre 500 et 700 € hors taxes pour un logement et entre le 1000 et 1300 € hors taxes pour un bâtiment tertiaire. Si on se réfère à la situation en Allemagne où 1000 entreprises interviennent sur tout le territoire, le coût d'un test pour un logement n'est que de 350 € hors taxes. Certaines entreprises en France pratiquent déjà ce prix à condition d'intervenir localement. C'est cette valeur qui est la valeur cible que nous atteindrons d'ici quelques années dès que les tests auront été rendus obligatoires et que le nombre d'entreprises en capacité de les réaliser sera de plusieurs centaines pour tout le territoire.

Enfin, si rendre obligatoires les tests à la porte soufflante apparaît bien comme une nécessité à court terme, la formation et la qualification d'entreprises pour effectuer ces tests doivent être renforcées très rapidement.

## 5 - Conclusion

L'étanchéité à l'air des bâtiments constitue probablement le moyen le plus simple, le moins coûteux et le plus efficace pour atteindre les performances énergétiques imposées par la réglementation. Elle est malheureusement très mal connue, très mal évaluée et par suite très mal traitée dans la réglementation thermique en France, probablement à cause d'une relative indifférence à son égard (référence à la RT 2005 et aux différents labels existants à ce jour).

Il convient de lui redonner la place qu'elle doit avoir dans cette réglementation dont elle facilitera grandement le respect au moindre coût sans qu'il soit alors besoin de modifier les seuils réglementaires pour permettre à certains types de bâtiments d'être plus facilement conformes.

Concrètement, il conviendrait à la fois de renforcer le niveau d'exigence réglementaire relative à l'étanchéité à l'air des bâtiments, par exemple en portant cette exigence à 1,0 vol/h sous 50 Pa pour tous les types de bâtiments, de faire ensuite de cette exigence une obligation de résultat, et de rendre obligatoire le test à la porte soufflante qui permettra la validation définitive des performances.

Afin d'éviter des accidents graves dus à des combustions incomplètes, nous recommandons également que seuls les foyers de combustion étanches soient admis dans les bâtiments bénéficiant d'une très bonne étanchéité à l'air ■