

# Étanchéité à l'air dans la maison individuelle. Petit guide à l'usage du particulier.

## 1. Contexte et objectif du guide

Les contraintes liées aux changements climatiques et à l'épuisement des ressources impliquent une baisse très significative de la consommation des bâtiments aussi bien pour le neuf que pour la rénovation.

Les premiers retours d'expérience montrent que la conception de bâtiments basse consommation nécessite une attention particulière et une approche globale et transverse de l'ensemble des acteurs. Entre autres, dans ces bâtiments, certains points qui étaient auparavant non significatifs prennent une part importante et s'ils ne sont pas bien traités peuvent entraîner non seulement des surconsommations mais aussi des désordres sur le bâti et des inconforts pour les usagers.

Ainsi, il apparaît que l'isolation doit impérativement être accompagnée d'un renouvellement d'air maîtrisé et d'une bonne étanchéité à l'air. Si l'isolation et le renouvellement d'air sont assez bien connus, la mise en œuvre d'une bonne étanchéité à l'air n'est pas sans poser quelques problèmes notamment de conception et de coordination au niveau des intervenants sur le chantier.

Les formations des entreprises et des maîtres d'œuvre se multiplient mais il nous est apparu nécessaire de faire le point afin de permettre aux particuliers de bien s'approprier cette nouvelle dimension.

Ce guide propose quelques pistes méthodologiques de démarche qualité, à l'usage des particuliers. Il est issu des premiers retours d'expérience structures de IERA<sup>1</sup> et RAEE<sup>2</sup> et reprend également nombre d'éléments du CETE<sup>3</sup> de Lyon qui bénéficie d'une longue expérience dans le domaine.

## 2. L'étanchéité à l'air : définitions et enjeux

### 2.1 Renouvellement d'air et étanchéité à l'air : Deux notions complémentaires

Ces deux notions ont des objectifs totalement différents et un moyen commun : la maîtrise des flux d'air.

#### Le renouvellement d'air

Le renouvellement d'air a pour but de maîtriser la qualité de l'air intérieur d'une habitation chargé de polluants divers et de contrôler l'humidité. Certaines études<sup>4</sup> ont prouvé que dans certains cas l'air intérieur était même plus pollué que l'air extérieur. Il est donc nécessaire de s'assurer d'une bonne ventilation des logements avec les arrivées d'air neuf qui doivent s'effectuer dans les pièces de vie telles que la salle à manger, les chambres, et l'air vicié qui doit être évacué par la cuisine, la salle de bain et les WC.

Le renouvellement d'air consiste à gérer les échanges d'air de façon volontaire et régulée entre

1 IERA <http://www.iera.fr/>

2 RAEE <http://www.raee.org>

3 CETE <http://www.cete-mediterranee.fr/>

4 Voir le dossier de l'UFC Que Choisir - «Pollution de l'air intérieur: Constats et Positions de l'UFC Que Choisir» du 25 août 2009. Voir également l'observatoire de la qualité de l'air intérieur : <http://www.air-interieur.org/>

l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Les débits minimums à respecter pour chaque type de bâtiment sont réglementés. Il peut se faire grâce à une ventilation naturelle mais le plus souvent, on a recours à une ventilation mécanique contrôlée (VMC) pour assurer les débits réglementaires et mieux maîtriser les consommations énergétiques.

Pour limiter les consommations d'énergie pour réchauffer l'air entrant, on peut avoir recours à une ventilation double flux. Les flux d'air entrant et sortant sont mécaniquement contrôlés et transitent par un échangeur de chaleur dans lequel l'air entrant est préchauffé par l'air sortant avec un rendement pouvant atteindre 80 %.

Il faut s'assurer que l'air entre et sort uniquement par les orifices prévus à cet effet. Toutes infiltrations parasites peuvent être source de surconsommation et de dégradation du bâti si ces infiltrations entraînent des condensations.

Ici les infiltrations parasites sont source d'une dégradation du rendement de l'échangeur puisque seule une partie du renouvellement d'air est assurée par ce dernier.

### **Pare-vapeur ou frein – vapeur ?**

Naturellement, des échanges de vapeur d'eau due principalement à l'activité humaine s'opèrent entre l'intérieur (généralement plus humide) et l'extérieur d'un logement. Il est indispensable de les maîtriser afin d'éviter les désagréments que peuvent engendrer les excès d'humidité (condensation, moisissures, insalubrité). Il existe ainsi des membranes dont le but est de réguler la vitesse à laquelle la paroi se charge en vapeur d'eau et qui font office en même temps de membrane d'étanchéité à l'air.

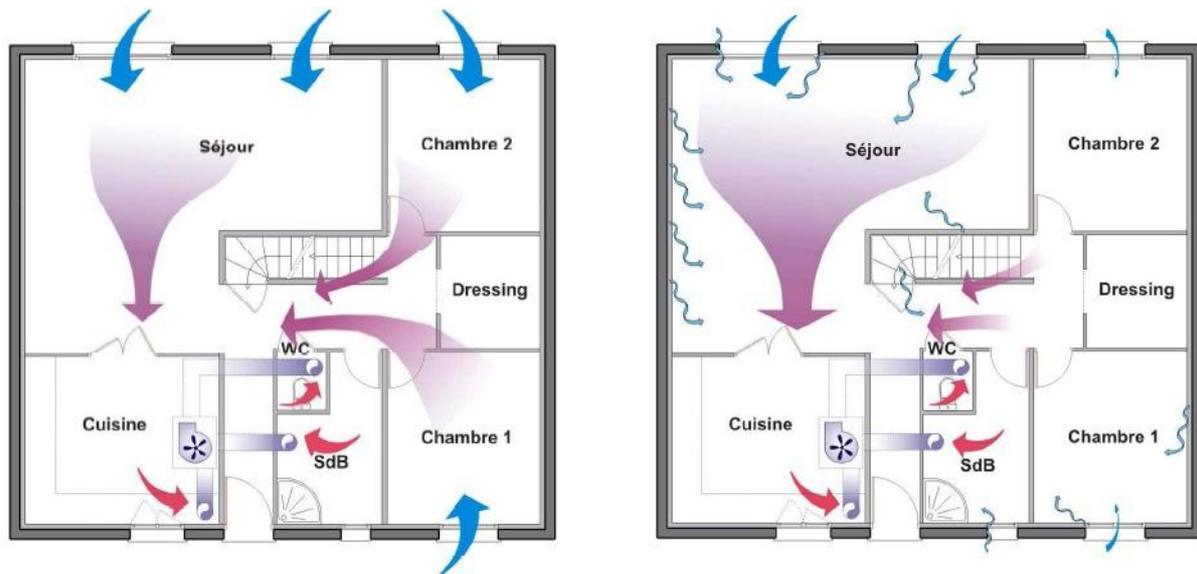
Un pare-vapeur aura pour mission de stopper la progression de la vapeur d'eau, aussi il nécessitera une pose minutieuse, car le moindre défaut de continuité peut provoquer un point de concentration de la vapeur, et former une zone de condensation interne.

Le frein-vapeur est une membrane ouverte à la diffusion et permet de réguler efficacement les transferts de vapeur d'eau. Les risques de condensation sont ainsi minimisés, certaines membranes (appelées "hygrorégulantes") agissant même de manière variable selon le taux d'humidité ambiant. La mise en œuvre devra être également soignée afin de conserver la fonction d'étanchéité à l'air.

## **L'étanchéité à l'air**

Elle consiste à empêcher les échanges d'air involontaires entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Elle ne doit pas contraindre la migration de la vapeur d'eau. L'étanchéité à la vapeur d'eau de la paroi dépend du système constructif utilisé. L'étanchéité à l'air du bâtiment ne concerne pas uniquement l'enveloppe du bâtiment, mais également le réseau aéraulique assurant le renouvellement d'air, ce dernier point étant souvent oublié. Elle se réalise par la continuité d'une enveloppe étanche à l'air (film ou enduit d'étanchéité à l'air – sur la face interne des murs) d'une paroi à l'autre, sans trous, fente ou interruption (maçonnerie, jonctions, fenêtres,...).

Une étanchéité à l'air performante et un renouvellement d'air assuré par une VMC sont deux éléments obligés pour atteindre les objectifs de qualité de l'air et de consommation énergétique dans un bâtiment.



Modification des flux d'air due aux infiltrations avec une VMC simple flux, à g. Situation idéale, à d. Situation avec infiltrations parasites - Source : CETE de Lyon, « Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments, généralités et sensibilisation », octobre 2006.

## 2.2 Les unités utilisées

Pour permettre de mesurer l'étanchéité à l'air, deux principales méthodes sont utilisées :

- Le  $Q_4$  (appelé  $Q_{4pa\_Surf}$  dans la RT 2005 et parfois  $I_4$ ) représente le débit de fuite sous 4 pascal de dépression par unité de surface déperditive (parois extérieures hors plancher bas). Il s'exprime en  $m^3/h/m^2$ . Il est utilisé notamment pour la réglementation française RT 2005 et BBC-Effinergie
  - $Q_4 = V_4 / A$  en  $m^3/h/m^2$
  - $V_4$  = Débit de fuite sous 4 Pa, et  $A$  = Surface déperditive<sup>5</sup>, hors plancher bas
- Le  $n_{50}$  représente le débit de fuite sous 50 Pascal par rapport au volume chauffé. Il s'exprime en vol/h. Il est utilisé notamment pour les labels Passiv Haus et Minergie P
  - $n_{50} = V_{50} / V$  en vol/h
  - $V_{50}$  = Débit = Débit de fuite sous 50 Pa et  $V$  = Volume chauffé

Le passage de  $Q_4$  à  $n_{50}$  s'effectue selon une formule faisant intervenir l'écoulement de l'air et la compacité du bâtiment.

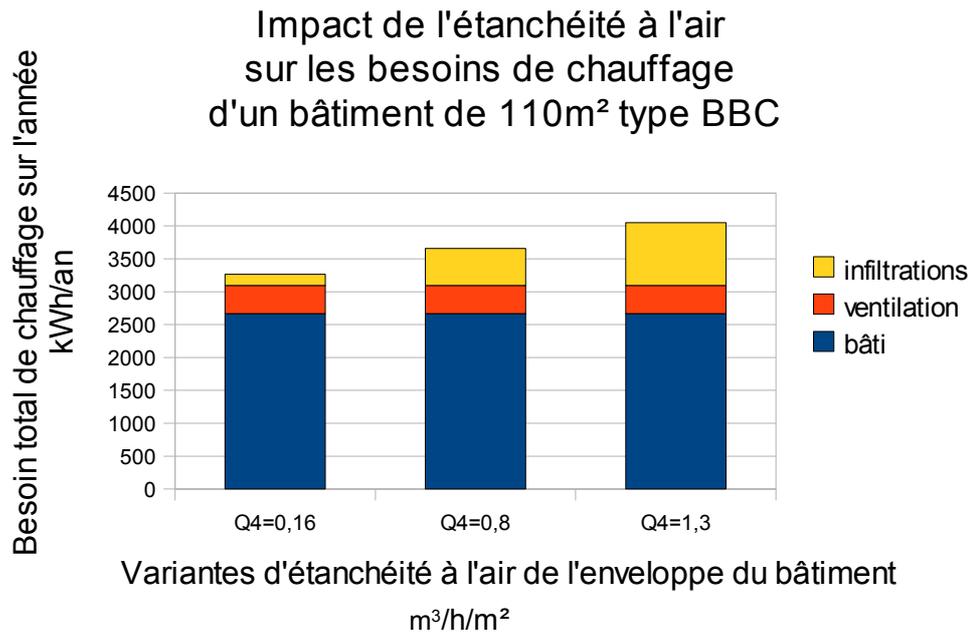
## 2.3 Enjeux énergétiques en kWh/m<sup>2</sup>

Le graphique ci-dessous fait varier en abscisse la qualité de l'étanchéité à l'air ( $Q_4$ ) d'un même bâtiment BBC.

La partie infiltration, variable selon la performance de l'étanchéité, indique une estimation des pertes d'énergie liées à l'air froid rentrant par les infiltrations selon les hypothèses du CETE<sup>6</sup> de Lyon.

<sup>5</sup> Une paroi froide ou déperditive est une paroi en contact avec l'extérieur ou avec un local non chauffé

<sup>6</sup> Cf : « Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments – Généralités et sensibilisation » CETE Lyon

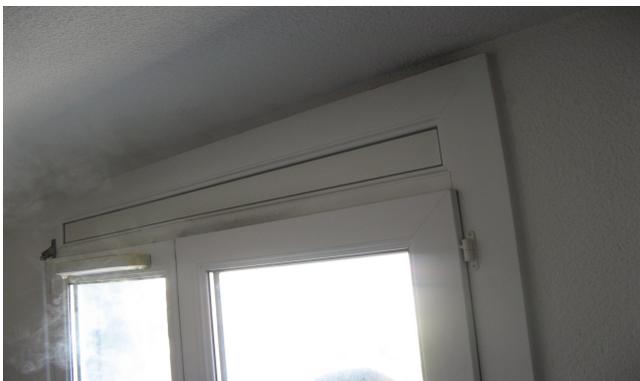


Il est à noter que dans le cas d'une maison individuelle type BBC, si le traitement de l'étanchéité à l'air est mauvais ( $Q_4 = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  au lieu de  $0,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ), le besoin total de chauffage augmente de près de 12%.

D'autres raisons liées à une mauvaise étanchéité à l'air peuvent être un facteur d'augmentation du besoin de chauffage :

- la perte de rendement de l'échangeur en cas de VMC double flux
- l'augmentation de la consigne de température par l'utilisateur du logement afin de compenser un inconfort dû aux courants d'air
- la diminution de la résistance thermique de certains isolants en présence d'infiltrations d'air.

**Dès lors, plus les besoins énergétiques du bâtiment deviennent faibles et plus le traitement de l'étanchéité à l'air devient important. Déterminante pour les bâtiments BBC-Effinergie<sup>7</sup>, l'étanchéité à l'air devient cruciale lorsque l'on parle de bâtiments passifs.**



<sup>7</sup> Effinergie : <http://www.effinergie.org/site/Effinergie/>

## 2.4 Méthodologie du test d'infiltrométrie

Le test de « l'étanchéité à l'air » ou « d'infiltrométrie » consiste à mesurer le débit d'air parasite à travers l'enveloppe, en ayant pris soin au préalable d'obstruer les bouches de ventilation réglementaires.

Les tests de mesure d'étanchéité à l'air sont régis par des normes strictes sur le protocole à respecter pour la réalisation de la mesure (norme EN 13829 utilisée pour la mesure de l'étanchéité à l'air du bâtiment, et norme EN 12237 pour la mesure de l'étanchéité à l'air des réseaux du bâtiment).

Les principes de mesure et les règles d'échantillonnage ont été définis par le club perméabilité piloté par la DHUP (MEEDDM)<sup>8</sup> et disponibles sur le site Effinergie.

Dans le cas de bâtiment de logement collectif se référer au document à destination des maîtres d'ouvrage.

### Où trouver les acteurs de l'étanchéité à l'air :

Depuis avril 2009, les tests liés à la labellisation Effinergie doivent être effectués par des opérateurs autorisés. L'association Collectif Effinergie gère la délivrance de l'autorisation. Elle s'appuie sur une commission qu'elle constitue à cet effet et sur l'avis d'experts.

La liste à jour des opérateurs autorisés est disponible sur le site Effinergie.

D'autres acteurs sont présents sur le marché et peuvent effectuer des tests hors labellisation. Ils doivent dans tous les cas respecter les normes et principes de mesures.

## 2.5 Objectifs et labels

	Perméabilité par défaut – RT 2005	Bâtiment justifié – RT 2005	Effinergie neuf	Effinergie rénovation	PassivHaus	
Indice	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	n <sub>50</sub>	Q <sub>4</sub> équivalent
Logement individuel	1,3	0,8	0,6	≤ à la valeur utilisée pour le calcul de consommations	0,6	0,16*

\*Hypothèses n = 2/3 et V/S = 1,4

Dans le cas de bâtiment de logement collectif se référer au document à destination des maîtres d'ouvrage.

En France, l'étanchéité à l'air requise par la Réglementation Thermique 2005 est peu contraignante. Une bonne étanchéité à l'air peut être valorisée puisque l'on peut changer la valeur par défaut et ainsi influencer sur la consommation d'énergie primaire du bâtiment envisagé.

Les labels comme BBC-Effinergie ou Passiv Haus (label allemand) montrent que l'exigence peut être beaucoup plus élevée.

**Avec le développement de ces différents labels, l'étanchéité à l'air est de plus en plus prise en compte dans la conception et la réalisation des nouveaux bâtiments car elle est désormais identifiée comme un facteur prépondérant d'écart entre la consommation théorique et réelle du bâtiment. C'est aussi le seul élément qui comporte une obligation de résultat pratique avec un test sur le bâtiment terminé.**

8 DHUP / MEEDDM : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

Surface équivalente d'infiltrations de la maison individuelle :

- démarche qualité de la RT 2005

$Q_4 = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  : surface  $282\text{cm}^2$ , soit  $\frac{1}{2}$  A4 ou disque de diamètre 18,9cm

- maison passive

$Q_4 = 0,16 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  : surface  $56\text{cm}^2$ , soit  $\frac{1}{10}$  de format A4 ou un disque de diamètre 8,4 cm

Hypothèse : maison individuelle de  $110\text{m}^2$  de surface habitable, 2,5m de hauteur sous plafond, un volume de  $275\text{m}^3$  et dont la surface froide est de  $196\text{m}^2$ , un rapport  $V/S=1,4\text{m}$

### 3. Comment faire en pratique ?

Après les enjeux de l'étanchéité à l'air, la question du « comment faire ? » se pose pour les particuliers qui rénovent ou construisent en neuf.

Dans cette partie sont détaillées les recommandations pour s'approcher d'une étanchéité à l'air performante. Certains documents fournis par d'autres organismes proposent des méthodologies pour améliorer l'atteinte des objectifs. Quelques questions ouvertes au CETE de Lyon, ainsi que les coordonnées de professionnels permettent de compléter le dossier.

Si la maison est construite/rénovée par un architecte, les détails techniques des raccordements doivent être tous bien décrits et détaillés pour être pris en compte efficacement et éviter les risques d'infiltrations à ces endroits.

Si la maison est construite/rénovée en auto-construction, le maître d'ouvrage doit être attentif aux détails de mise en œuvre et prévoir le plus finement possible les différents points de détail du bâtiment.

#### Quelques règles de bonnes pratiques ... :

- Le plâtre est un matériaux qui, lorsqu'il est appliqué dans les règles de l'art, permet l'étanchéité à l'air de la paroi sur laquelle il est appliqué.
- Dans le cas d'un isolant en vrac, il est bon de faire passer l'électricien après la pose de la membrane étanche (quand celle-ci fait office de « caisson ») mais avant l'insufflation de l'isolant en vrac : la membrane sera plus résistante.
- Lors de la transmission du logement à de nouveaux propriétaires/locataires, sensibiliser les futurs occupants à la problématique de l'étanchéité à l'air afin d'éviter qu'ils ne percent une paroi par méconnaissance. (Accroche de tableau, clou...)
- Demander l'engagement de l'artisan sur la tenue à la dépression/surpression de la fenêtre. Les fuites au niveau des menuiseries peuvent apparaître lors du test d'étanchéité : orifices d'évacuation des condensats entre vitrages, parclose mal fixée.
- Traiter avec attention l'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation. Le rendement de l'échangeur d'une VMC double flux sera pénalisé si ce n'est pas fait avec attention.
- Différents produits existent pour traiter l'étanchéité à l'air.
- Pour les câbles, gaines techniques il existe des manchons.
- Des boîtiers électriques étanches à l'air sont disponibles.
- La pose des fenêtres peut se faire à l'aide de joints pré-comprimés. Les lés de frein-vapeur doivent être fixés avec des adhésifs spéciaux proposés par les fabricants pour garantir une bonne tenue dans le temps (bannir le scotch orange de chantier dont la tenue dans le temps est insuffisante).
- Des adhésifs (moitié adhésif, moitié grillage) permettent de faire la liaison entre un lé de frein-vapeur et une paroi maçonnée.
- En hiver, après une isolation par l'intérieur, le frein-vapeur doit être posé le plus rapidement possible afin d'éviter toute humidification de l'isolant thermique.

## **A ne pas utiliser ... :**

- La mousse de polyuréthane (parfois utilisée sur un chantier classique pour boucher les trous ou les espaces vides) n'est pas un produit performant dans le temps pour garantir une bonne étanchéité à l'air.
- Le scotch orange de chantier ne doit pas servir de scotch d'étanchéité, en effet, celui-ci est loin d'assurer une performance durable dans le temps.

## **Pour mettre toutes les chances de son côté ...**

La mise en œuvre d'une démarche qualité est indispensable pour réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux de ventilation. Cette démarche qualité doit couvrir toutes les phases du projet depuis la conception jusqu'à la réception. En effet, c'est à la conception que les solutions d'étanchéité à l'air doivent être prises en compte.

Pour cela, nous vous invitons à vous reporter au guide du CETE de Lyon intitulé « Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux – Élaboration et application d'une démarche qualité » – Avril 2009. Nous en avons reproduit le tableau de synthèse des différentes actions par phases et par acteurs (tableau annexe)

La prise en compte des fiches de détails du CETE de Lyon, pour les 4 types de constructions : Isolation par l'extérieur, isolation par l'intérieur, isolation répartie, structure bois, nous paraissent indispensables pour une meilleure compréhension des solutions à mettre en œuvre pour chaque cas particuliers, ces fiches jouent le rôle de véritables check-lists. (Disponibles sur le site du CETE de Lyon ou auprès de votre Espace Information Énergie).

Un schéma de synthèse tiré de ces fiches est montré en annexe 1.

Des formations à destination des artisans sont également mises en œuvre par différents organismes, afin de sensibiliser un maximum de professionnels du bâtiment, contactez l'Espace Information Énergie de votre département pour plus de renseignements.

Un tableau de suivi d'avancées du chantier d'étanchéité à l'air est proposé dans le document en annexe 2.

Pour les professionnels, comme pour les particuliers maîtres d'ouvrage, il est possible de consulter en annexe 3 l'organigramme d'une démarche qualité pour assurer une bonne étanchéité à l'air du bâtiment.

## Questions au CETE de Lyon :

### Réglage des ventilateurs des VMC double flux :

Pour éviter une différence de pression trop importante entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment, il est important que l'installateur règle les débits par ventilateur (pour l'insufflation et l'extraction d'air), lors de la mise en place de l'installation.

### Comment corriger les infiltrations à travers les gaines électriques ?

Une dérogation peut parfois être accordée par le bureau de contrôle ou le CONSUEL<sup>9</sup> afin de rendre étanche à l'air l'extrémité du fourreau contenant les câbles électriques, côté tableau électrique. Faire cette opération du côté du tableau permet de faciliter le repérage des gaines bouchées. Il existe ensuite des boîtiers électriques qui permettent de créer l'étanchéité à l'extérieur de la gaine.

### Quelle est la durabilité de l'étanchéité à l'air du bâtiment ?

En Allemagne les matériaux pour l'étanchéité à l'air ont été éprouvés depuis plus longtemps qu'en France. Le retour qui est fait suite à des études montre une chute de 10% de l'étanchéité à l'air après 5 ans de vie de la structure.

### Des tests ont-ils déjà été effectués pour constater l'évolution de l'étanchéité à l'air du bâtiment après plusieurs années d'usage ?

L'étanchéité des bâtiments est une pratique récente en France contrairement à l'Allemagne par exemple, Des mesures doivent être effectuées pour permettre un retour d'expériences sur les mises en œuvres françaises.

Pour résoudre le problème de l'énergie et du changement climatique il est nécessaire de faire évoluer les façons de construire et d'améliorer la performance énergétique du secteur du bâtiment. L'isolation performante des bâtiments est un sujet déjà bien compris des professionnels. La prochaine étape de progression est de réaliser une bonne étanchéité à l'air des bâtiments.

## Quelques acteurs :

Une liste d'artisans mettant en œuvre la mesure de l'étanchéité à l'air est disponible sur le site du collectif Effinergie. Cette liste contient uniquement les artisans ayant été certifié pour la labellisation Effinergie.

D'autres acteurs sont présents sur le marché, ils doivent dans tous les cas respecter la norme NF EN 13829 pour la mesure de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, et la norme NF EN 12237 pour la mesure de l'étanchéité à l'air des conduites de ventilation.

---

9 CONSUEL : Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Electricité

## 4. Références / bibliographies :

- «Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments - Généralités et sensibilisation» octobre 2006 (CETE de Lyon)
  - \*explications techniques sur l'étanchéité à l'air, la mesure.
- «Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux – Élaboration et application d'une démarche qualité» avril 2009 (CETE de Lyon)
  - \*Démarche qualité pour la prise en compte en amont et durant le projet, préconisations pour les réseaux de ventilation.
- Documents des «carnets de détails» selon le type de construction (CETE de Lyon, disponible en septembre 2009)
  - «Zoom technique : étanchéité à l'air», diffusée par «CAUE de l'Isère», «CréaBois» et «La passion du bois».
  - Exposition itinérante (diffusée par « CAUE de l'Isère », « CréaBois » et « La passion du bois »).
  - Formation en cours de définition par l'ALE38 et la CAPEB.
  - Fabricants de matériaux :Ampack, Illbruck , Isover, ProClima,... (cette liste n'est pas exhaustive)

### Liens Web

IERA : <http://www.iera.fr/>

RAEE : <http://www.raee.org>

CETE : <http://www.cete-mediterranee.fr/>

<http://www.air-interieur.org/>

CAUE : <http://www.caue-isere.org/>

Effinergie : <http://www.effinergie.org/site/Effinergie/>

DHUP / MEEDDM : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>