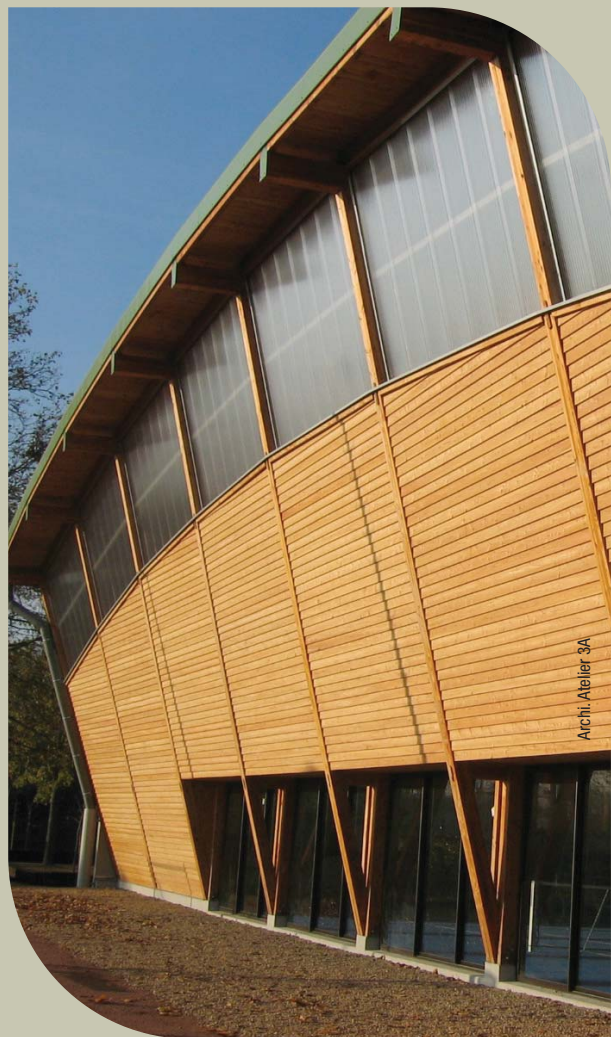


Label BBC/Effinergie dans la construction bois



Les bâtiments consomment aujourd'hui en France en moyenne environ 200 kWh/m²/an pour le chauffage, sans compter les consommations d'eau chaude sanitaire, d'électricité, voire de climatisation. Dans le cadre de la réglementation thermique 2005 (RT 2005), le label BBC/Effinergie a été développé pour préparer le « **facteur 4** », c'est-à-dire la division par 4 de nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, avec une consommation autour de **50 kWh/m²/an**. Le Grenelle de l'environnement a donné une place toute particulière à ce label BBC/Effinergie. En effet, ce qui est aujourd'hui une démarche volontaire dans le cadre d'un label va devenir une obligation dans le cadre de la nouvelle réglementation thermique, fin 2010 pour les bâtiments publics et fin 2012 pour l'ensemble des bâtiments neufs.

Dans ce contexte de diminution forte des consommations énergétiques du secteur du bâtiment, la construction bois a une place toute particulière à jouer. C'est sans aucun doute le système constructif qui offre le plus de facilité pour atteindre ces nouvelles exigences.



Qu'est-ce que le label BBC / Effinergie ?

Pour répondre aux exigences du label BBC/Effinergie, la consommation d'un bâtiment ne doit pas dépasser 50 kWh/m²/an pour un bâtiment d'habitation, pondéré en fonction de la zone climatique et de l'altitude. Pour le département de la Loire, les consommations maximales sont donc :

- 60 kWh/m²/an en dessous de 400 m d'altitude
- 65 kWh/m²/an entre 400 m et 800 m d'altitude
- 70 kWh/m²/an au dessus de 800 m d'altitude

Pour les bâtiments non résidentiels, la consommation ne doit pas dépasser 50% de la consommation de référence RT2005,

La méthode retenue pour calculer la consommation d'un bâtiment est celle utilisée dans le cadre de la RT2005.

L'énergie (kWh) est comptée en énergie primaire⁽¹⁾, et cumule 5 usages énergétiques :

- le chauffage du bâtiment,
- la production d'eau chaude sanitaire,
- l'éclairage
- les auxiliaires de ventilation et de chauffage (consommation électrique des ventilateurs et des pompes des circuits de chauffage),
- la climatisation (que l'on peut en général éviter dans la Loire dans les locaux d'habitation).

Attention, les autres consommations électriques (électroménager, audiovisuel...) ne sont pas comprises dans le calcul.

- Les m² sont les m² de SHON⁽²⁾ (plafonnés à 1,2 fois la surface habitable).

Des exigences complémentaires sont imposées sur l'étanchéité à l'air du bâtiment. Cette étanchéité doit être mesurée dans le cadre du test de la "porte soufflante" (cf § perméabilité à l'air et ventilation).



Exemple :

Une maison individuelle de 130 m² habitable et 150 m² de SHON, située dans la Loire à 500 m d'altitude, dispose d'un chauffage au gaz naturel et d'un chauffe-eau solaire (appoint gaz). Les calculs RT2005 conduisent à une consommation de 5 250 kWh/an de gaz (chauffage) - 2 250 kWh (appoint gaz pour l'eau chaude sanitaire) - 350 kWh (éclairage) - 350 kWh (auxiliaires de ventilation et de chauffage).

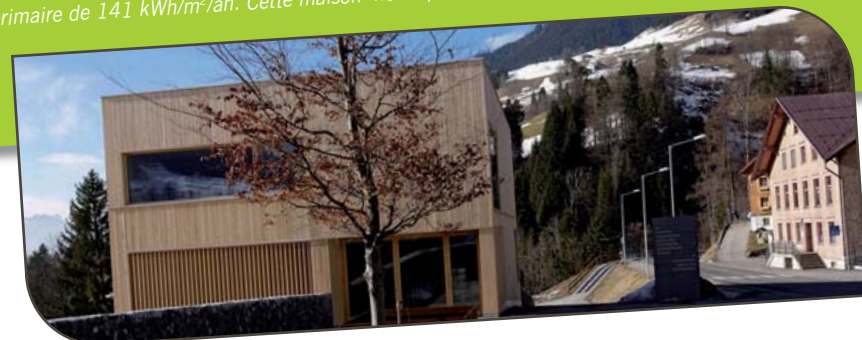
Cette maison respecte-t-elle le critère de consommation BBC/Effinergie ?

Usage énergétique	Consommation	Type d'énergie	Coefficient de conversion en énergie primaire ⁽¹⁾	Consommation par m ² (SHON = 150m ²)
Chauffage	5250 kWh	Gaz	1	35 kWh/m ² /an
Eau chaude sanitaire	2250 kWh	Gaz (appoint)	1	15 kWh/m ² /an
Eclairage	350 kWh	Electricité	2,58	6 kWh/m ² /an
Auxiliaires	350 kWh	Electricité	2,58	6 kWh/m ² /an
Total				62 kWh/m²/an

Consommation cumulée : 35 + 15 + 12 = 62 kWh/m²/an. Elle respecte donc le critère BBC/Effinergie à cette altitude (<65 kWh/m²/an).

Une maison identique à la précédente, mais utilisant l'électricité pour le chauffage et l'appoint d'eau-chaude sanitaire respecterait-elle le critère de consommation BBC/Effinergie ?

Si l'on remplace, dans le tableau précédent, le coefficient de conversion en énergie primaire des lignes chauffage et eau chaude sanitaire par 2,58 (électricité), on obtient une consommation en énergie primaire de 141 kWh/m²/an. Cette maison ne respecte donc pas le critère BBC/Effinergie.



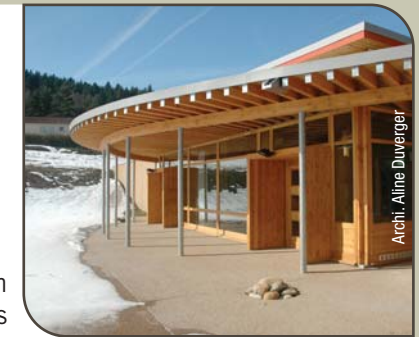
⁽¹⁾ **Energie primaire** : c'est l'énergie prélevée dans la nature, intégrant les pertes de production, transformation, distribution. On la calcule à partir de l'énergie finale (les kWh achetés au fournisseur d'énergie) multiplié par un coefficient : 1 pour le gaz et le fuel domestique, 0,6 pour le bois et 2,58 pour l'électricité. Les consommations électriques doivent donc être particulièrement maîtrisées puisque chaque kWh acheté au compteur a nécessité 2,58 kWh dans la centrale pour être produit.

⁽²⁾ **SHON** : Surface Hors Œuvre Nette. **SHOB** : Surface Hors Œuvre Brute. **SHAB** : Surface habitable

Comment atteindre le niveau BBC / Effinergie dans un bâtiment en structure bois ?

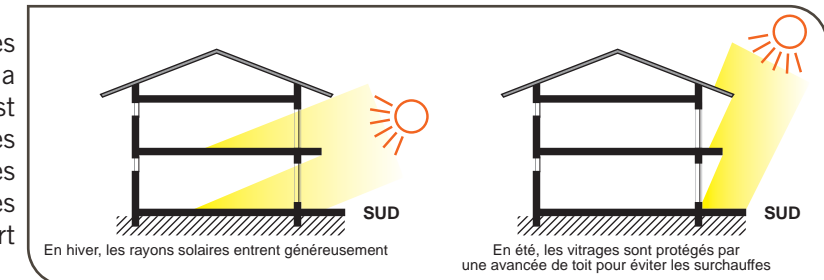
Conception

Une bonne **compacité** du bâtiment (c'est-à-dire des surfaces déperditives⁽³⁾ minimum pour un volume donné) permet de minimiser les pertes énergétiques. Les constructions mitoyennes, et l'habitat collectif présentent une meilleure compacité que l'habitat individuel diffus.



Baies vitrées au sud protégées par un large débord de toit

L'orientation du bâtiment et de ses surfaces vitrées est un élément important de la performance énergétique. La façade sud est souvent la plus intéressante pour les surfaces vitrées, car elle permet de maximiser les apports solaires gratuits en hiver, et de les minimiser en été (optimisation du confort d'été).



En hiver, les rayons solaires entrent généreusement

En été, les vitrages sont protégés par une avancée de toit pour éviter les surchauffes

De nombreux autres éléments doivent être pris en compte dès le stade de la conception : intégration du bâtiment dans son environnement (vents dominants et protection au vent, masques solaires, végétation...), disposition des pièces pour se protéger du froid par des espaces tampon...

Isolation des parois

Le système constructif ossature bois permet d'obtenir des parois **très fortement isolées tout en gardant des épaisseurs limitées**.

Quelques définitions :

Le coefficient U d'une paroi : c'est le coefficient de transmission thermique surfacique d'une paroi. Il se mesure en W/m².°C (ou W/m²K). Il indique la puissance (en Watt) qui traverse 1 m² de paroi pour un écart de température de 1°C entre les deux faces de la paroi. Plus la valeur U est faible, plus la paroi est performante. On utilise aussi couramment la résistance thermique R, qui est l'inverse du coefficient U (U=1/R) : plus la valeur de R est élevée, plus la paroi est performante.

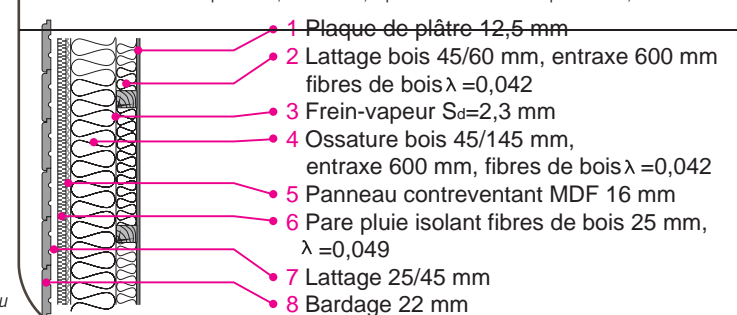
Le coefficient λ d'un matériau : c'est le coefficient de conductivité thermique d'un matériau. Il se mesure en W/mK. Il mesure la puissance (en Watt) qui traverse une paroi homogène composée exclusivement de ce matériau, de 1 m² de surface et de 1 m d'épaisseur, pour un écart de température de 1°C entre les deux faces de la paroi. Plus le coefficient λ est faible, plus le matériau est isolant. On considère qu'un matériau est un isolant si son coefficient λ est inférieur à 0,06 W/mK. De nombreux isolants utilisés couramment (laine de verre, laine de roche, laine de bois, ouate de cellulose) ont un coefficient λ proche de 0,04 W/mK.

Pour atteindre le niveau BBC/Effinergie, différentes simulations ont montré qu'il fallait viser les coefficients de transmission U suivants pour les différentes parois :

Élément	Préconisations BBC/Effinergie
Toiture	0,10 à 0,15 W/m ² K
Mur	0,18 à 0,31 W/m ² K
Sol sur terre-plein	0,25 à 0,42 W/m ² K
Sol sur vide sanitaire	0,20 à 0,29 W/m ² K

Exemple de mur ossature bois perspirant⁽⁴⁾ pour un bâtiment BBC/Effinergie

Valeur U de cette paroi : 0,20 W/m²K, Epaisseur totale de la paroi : 30,6 cm



⁽³⁾ **Surfaces déperditives** : surfaces du volume chauffé en contact avec l'extérieur : murs extérieurs, toiture, plancher bas...

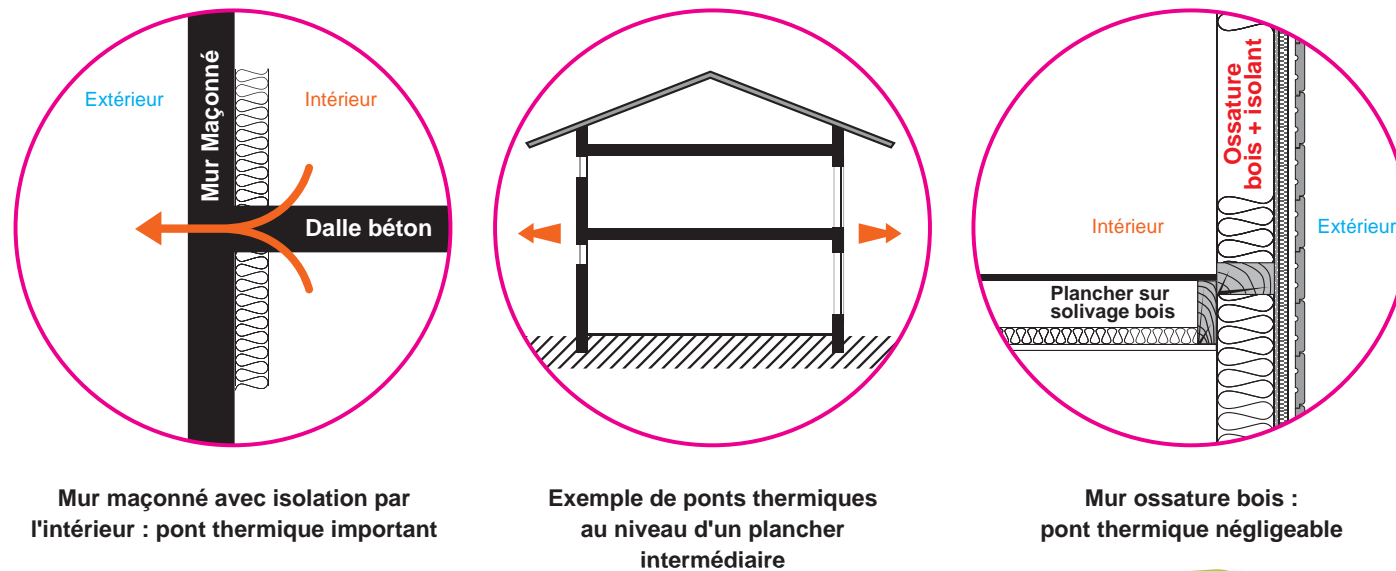
⁽⁴⁾ **Paroi perspirante** : c'est une paroi qui est perméable à la vapeur d'eau tout en étant étanche à l'air. Le Gore-Tex, la peau, la plupart des parois du bâti ancien (pisé, pierre maçonné à la chaux, enduits chaux...), sont des parois/couches perspirantes. Un des avantages majeurs de ces parois est d'offrir une capacité de séchage en cas d'apport involontaire d'eau dans la structure. Les films en polyane, le béton banché, le polystyrène sont imperméables à la vapeur d'eau.

Comparaison avec d'autres systèmes constructifs des épaisseurs de mur nécessaires pour obtenir la même performance thermique qu'un mur ossature bois de 30,6 cm ($U=0,20W/m^2K$) :

Système constructif	Bloc béton	Béton cellulaire	Brique monomur
Composition	<ul style="list-style-type: none"> • Plaque de plâtre : 13 mm • Pare-vapeur • Laine de verre : 180 mm • Bloc béton : 200 mm • Enduit minéral : 10 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Enduit intérieur • Béton cellulaire 520 mm • Enduit extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> • Enduit intérieur • Brique monomur 630 mm⁽¹⁾ • Enduit extérieur <p>(épaisseur de brique théorique, les briques commercialisées ont une épaisseur de 500 mm maximum)</p>
Coefficient de transmission	$U=0,20 W/m^2K$	$U=0,20 W/m^2K$	$U=0,20 W/m^2K$
Épaisseur total de la paroi	40,3 cm	54,3 cm	65,3 cm

Ponts thermiques

Un pont thermique est une partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique est sensiblement réduite par une absence ou une diminution de l'isolation. Le pont thermique donne lieu à d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieur, il est souvent source de désordres sur le bâti : condensation, développement de moisissures, etc...



Mur maçonné avec isolation par l'intérieur : pont thermique important

Exemple de ponts thermiques au niveau d'un plancher intermédiaire

Mur ossature bois : pont thermique négligeable

Le bois est le matériau de structure qui présente la plus faible conductivité thermique : celle-ci est **11 fois plus faible que celle du béton**, et **400 fois plus faible que celle de l'acier**. Ceci explique que les ponts thermiques sont particulièrement limités dans les systèmes à ossature bois par rapport aux systèmes maçonnés.

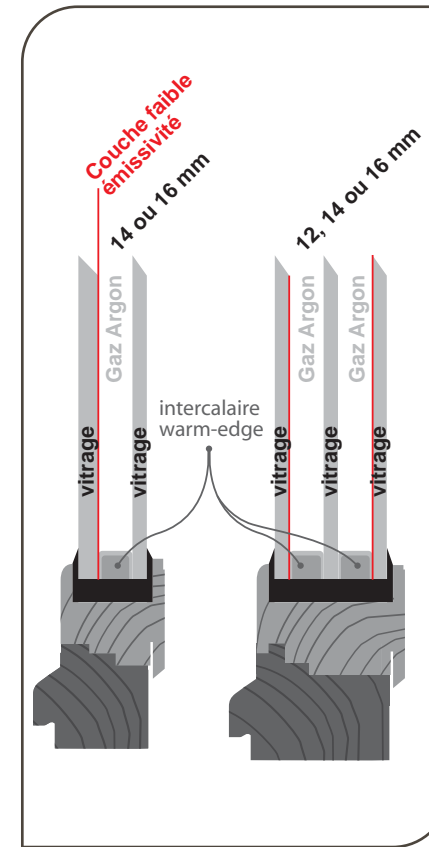


Les balcons autoporteurs, désolidarisés de la structure, suppriment un pont thermique

Menuiseries extérieures

Le coefficient de transmission thermique global de la fenêtre doit avoir une valeur **U_w comprise entre 0,7 et 1,7 W/m^2K** . Ce coefficient U_w dépend de la performance du vitrage (U_g), du pont thermique de l'intercalaire entre les différentes vitres et de la performance du châssis (U_f),

Attention : la déperdition d'1m² de menuiserie extérieure est de 4 à 8 fois plus importante que celle d'1m² de mur bien isolé ($U=0,2 W/m^2K$). D'où l'importance du choix de fenêtres et portes fenêtre très performantes pour un bâtiment BBC/Efficacité.



Performance des vitrages :

Schéma : modifier la coupe du châssis de menuiserie (cf schéma en pièce jointe)

- La performance des vitrages est aujourd'hui optimisée par :
- l'épaisseur de la lame de gaz entre les vitrages (16 mm si possible), l'air étant remplacé par un gaz plus lourd (**argon**).
 - le dépôt d'une couche de **faible émissivité** sur un ou plusieurs des vitrages

On obtient ainsi un coefficient **U_g entre 1,0 et 1,3 W/m^2K** pour les très bons doubles vitrages, et entre 0,5 et 0,7 W/m^2K pour les triples vitrages.

Un intercalaire en matériau synthétique (warm-edge) plutôt qu'en aluminium, permet de minimiser le pont thermique de bord de vitrage.

A partir d'un **calcul thermique global sur le bâtiment**, des fenêtres à double ou triple vitrages pourront être installées, en fonction des différentes orientations, le triple vitrage étant privilégié sur les façades nord et pour les climats froids (en altitude).

Performance des châssis :

La menuiserie en bois résineux et de forte épaisseur, est particulièrement adaptée à l'obtention d'une menuiserie performante.



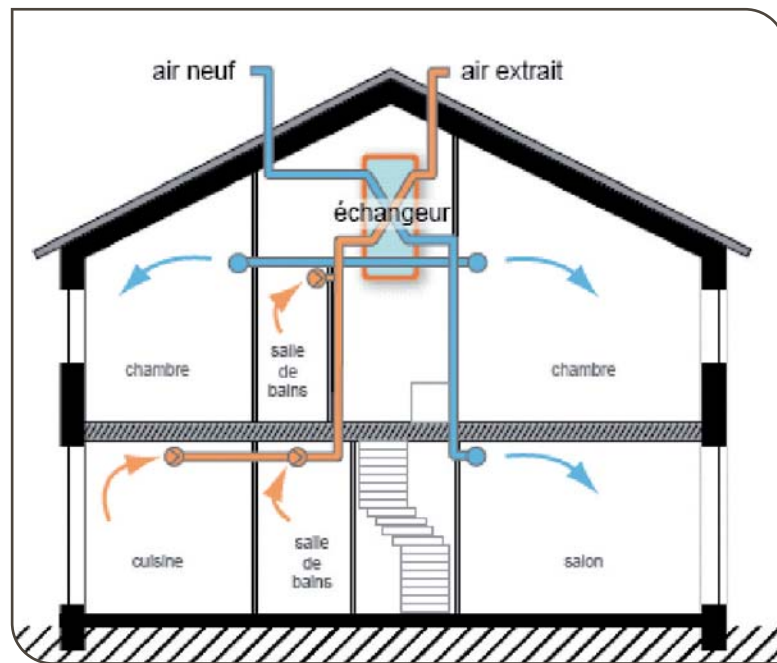
Type de châssis	Performance du châssis (U_f en W/m^2K)
Aluminium à rupture de pont thermique	2,8 à 3,5
PVC	1,5 à 1,8
Épaisseur 58 mm en bois exotique, ou feuillus dense (chêne)	environ 2,2
Épaisseur 68 mm, bois résineux	environ 1,5
Épaisseur 78 mm, bois résineux	environ 1,4
Épaisseur 92 mm, bois résineux avec isolation renforcée (liège, isolant rigide...)	environ 0,95

Un soin tout particulier doit être apporté à l'intégration dans la structure de la menuiserie. La qualité intrinsèque ne doit pas être dégradée par des ponts thermiques périphériques. En ossature bois, un retour d'isolant devant les dormant de la menuiserie (coté extérieur) est très efficace thermiquement.

⁽¹⁾ L'épaisseur de brique de 630 mm est une valeur théorique, celle qui serait nécessaire pour atteindre la même performance que celle du mur ossature bois de 30,6 cm ($U=0,2 W/m^2K$). Les briques monomur commercialisées ont une épaisseur qui ne dépasse pas 500 mm, Les épaisseurs les plus courantes sont de 300 mm ($U=0,37 W/m^2K$) ou de 375 mm ($U=0,31 W/m^2K$).

Ventilation

Un air insuffisamment renouvelé se charge en polluants (acariens, poussières, odeurs, composés organiques volatils, air vicié par la respiration des occupants...) et en humidité. **Le renouvellement de l'air intérieur est donc fondamental à la fois pour la santé des occupants et pour la pérennité du bâti.** Mais aujourd'hui, ce renouvellement se fait le plus souvent en « simple flux » par aspiration dans les pièces humides (salles de bain, WC, cuisine). L'air extérieur froid pénètre par des ouvertures prévues dans les menuiseries, et par les défauts d'étanchéité du bâtiment. Cet air neuf doit donc être constamment réchauffé. **Le bâtiment BBC/Effinergie privilégie un système de ventilation double-flux**, ou l'air neuf est réchauffé par l'air extrait grâce à un échangeur de chaleur.



Etanchéité à l'air

Pour que le renouvellement d'air soit satisfaisant, indépendamment des conditions extérieures (vent par exemple), que les flux d'air circulent effectivement par les conduits de ventilation prévus et par l'échangeur thermique, et non pas par des infiltrations d'air parasite, un soin tout particulier doit être apporté à l'étanchéité à l'air du bâtiment.

L'étanchéité à l'air d'un bâtiment BBC/Effinergie doit être mesurée grâce à un test d'infiltrométrie ou « **test de la porte soufflante** ». Le bâtiment est mis en dépression grâce à un ventilateur intégré dans une « fausse porte », et on mesure le débit d'air parasite pour une dépression donnée. En France, le coefficient retenu pour mesurer

cette étanchéité est le coefficient I_4 (débit d'air parasite sous une dépression de 4 Pascals, divisé par la surface de paroi froide de l'enveloppe). **Un bâtiment BBC/Effinergie doit avoir un coefficient I_4 inférieur à 0,6 pour les logements individuels et inférieur à 1 pour les logements collectifs.**

Les points les plus délicats sont au niveau des jonctions entre les différentes parois, entre les menuiseries et la structure, au niveau des menuiseries elles-mêmes et des traversées de gaines (électricité, plomberie, conduits de fumées...). Une réflexion doit être conduite dès la conception pour définir sur plan la couche continue étanche à l'air. Cette couche étanche à l'air se situe généralement au niveau du pare-vapeur ou frein-vapeur (sous forme de membrane ou de panneaux selon les cas), parfois au niveau de l'enduit intérieur pour les systèmes maçonnés. Un carnet de détail doit définir comment la continuité de cette couche étanche à l'air est assurée au niveau de chaque jonction, ou de chaque traversée de gaine. **La mise en œuvre par les entreprises doit être particulièrement soignée**, avec une sensibilisation des compagnons tous corps d'état sur chantier.

Le pont thermique et le défaut d'étanchéité à l'air ne doivent pas être confondus : le pont thermique est une faiblesse dans la couche d'isolant, le défaut d'étanchéité à l'air est une discontinuité dans le pare-vapeur, le frein vapeur, l'enduit, la jonction menuiserie/structure... Lorsqu'ils sont localisés au même endroit, leurs effets se cumulent pour amplifier les dégâts au bâtiment.

Chauffage et eau chaude sanitaire

Lorsque l'on a minimisé les pertes thermiques par une enveloppe performante, **vient le choix du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire.** De nombreuses solutions existent, et leur description détaillée dépasse le cadre de ce document. On peut citer parmi les solutions intéressantes : chaudière gaz à condensation, pompe à chaleur sur air extrait, chauffe eau solaire...

La cohérence dans **la démarche nous fait préférer le bois énergie** (en association avec du solaire par exemple pour l'eau chaude). Le granulé de bois (ou pellet) offre aujourd'hui toute une gamme d'équipements automatiques et performants (chaudière ou poêle). Le bois-énergie présente aussi un intérêt pour l'obtention du label BBC/Effinergie avec un coefficient de 0,6 pour calculer l'énergie primaire⁽¹⁾.

Confort d'été

Un confort d'été maîtrisé passe prioritairement par une bonne **gestion des apports solaires**, essentiellement liés aux vitrages. Suivant les orientations, on choisira des protections **solaires fixes** (cf avancées de toit, § Conception), ou **mobiles** (volets, stores extérieurs...), de **la végétation** (arbres à feuilles caduques pour la protection d'été et les apports solaires d'hiver).

La toiture est une partie du bâtiment soumise à des températures très élevées en été. Plusieurs stratégies peuvent être utilisées : **toiture végétalisée**, **toiture ventilée** (combles perdus). L'utilisation en toiture d'isolants de forte densité, comme la fibre de bois dense par exemple, permet un déphasage important de l'onde thermique à travers l'isolant. Ainsi, alors que le pic de la température extérieure se situe en général dans l'après-midi, à l'intérieur, ce pic est décalé dans la nuit grâce à l'isolant à forte densité. Il est à ce moment là facile de le rafraîchir par **une surventilation nocturne**.

L'inertie thermique d'un bâtiment dépend de la masse de matériaux lourds à l'intérieur de l'enveloppe isolée. Pour les bâtiments en ossature bois, cette inertie est en général relativement faible. Elle peut être renforcée par des chapes lourdes, des doublages ou cloisons massives. Cette inertie thermique, associée à une surventilation nocturne, freine en journée la montée en température dans le bâtiment, et stocke de la fraîcheur la nuit.



Comment obtenir le label BBC Effinergie

L'obtention du **label BBC/Effinergie** passe par une certification auprès d'un des **4 organismes** certificateurs suivants, reconnus par l'Etat et accrédités par le COFRAC :

- **Promotelec** (www.labelperformance.promotelec.com) pour les maisons individuelles en secteur diffus et groupé et l'habitat collectif
- **Céquamî** (www.cequami.fr) pour les maisons individuelles en secteur diffus
- **Certivéa** (www.certivea.fr) pour les bâtiments tertiaires.

Le dossier à fournir comprendra à minima les documents suivants :

- L'étude thermique réalisée par un bureau d'étude thermique à partir des logiciels de calculs réglementaires (RT2005)
- Les résultats du test d'étanchéité à l'air réalisé par un bureau d'étude agréé (liste disponible sur www.effinergie.org).

⁽¹⁾ **Energie primaire** : c'est l'énergie prélevée dans la nature, intégrant les pertes de production, transformation, distribution. On la calcule à partir de l'énergie finale (les kWh achetés au fournisseur d'énergie) multiplié par un coefficient : 1 pour le gaz et le fuel domestique, 0,6 pour le bois et 2,58 pour l'électricité. Les consommations électriques doivent donc être particulièrement maîtrisées puisque chaque kWh acheté au compteur a nécessité 2,58 kWh dans la centrale pour être produit.

Bibliographie

- Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation
Guide à destination des professionnels du bâtiment. Association Effinergie
- Règlementation thermique 2005, guide réglementaire - CSTB
- Les essentiels du bois – CNDB – N°6 : *Bâtiments bois basse consommation et passifs.*
- Maison basse consommation – Guide de conception et de mise en œuvre
Editions du CNDB (2009)
- La conception bioclimatique – Editions Terre Vivante (2006)
- Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique – Observ'er (2005)
- Les ponts thermiques dans le bâtiment – Guide pratique Développement Durable
CSTB (Août 2009)
- Mise en œuvre des menuiseries bois – Guide pratique Développement Durable
CSTB (Septembre 2009)
- Généralités et sensibilisation sur la perméabilité à l'air – CETE de Lyon (avril 2009)
- Guide « Réussir l'étanchéité » – CETE de Lyon (avril 2009)

Sites Internet

Les sites internet évoluant rapidement, vous pourrez trouver une liste à jour sur le site d'Inter Forêt-Bois 42 : www.ifb42.com

Quelques sites incontournables

www.effinergie.org
www.cndb.org
www.cstb.fr



IFB 42

Espace Fauriel – BP 78
35 rue Ponchardier
42010 Saint Etienne Cedex 02

Tél. 04 77 49 25 60
contact@ifb42.com

Avec le soutien financier de



Financé avec l'aide
de l'Union européenne
FEDER

**Inter**
Forêt-Bois 42