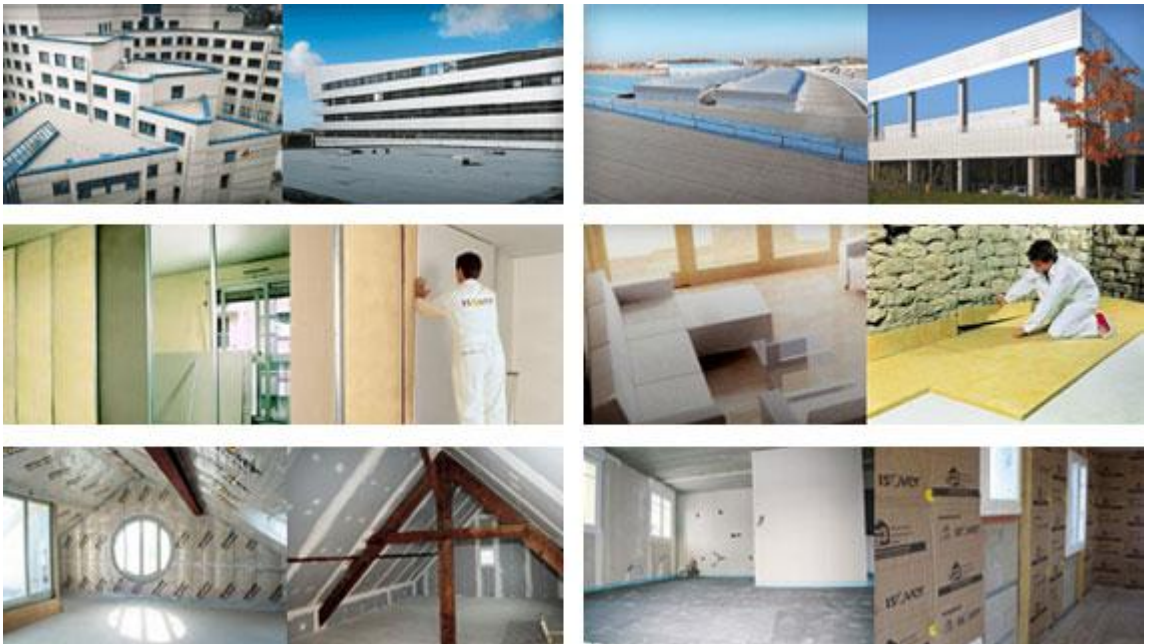


SAVOIR FAIRE

Vu sur: <http://conseils.xpair.com/>



Les solutions d'isolation BBC

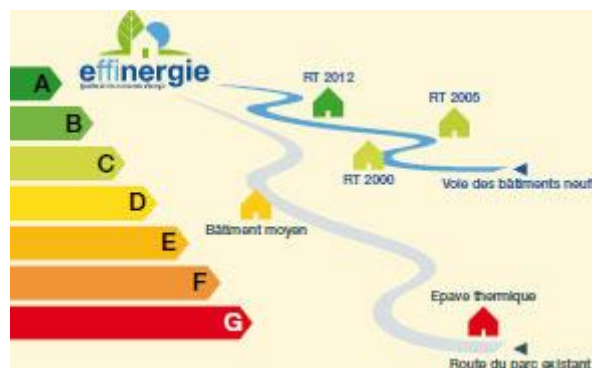


SOMMAIRE

1 - APPROCHE TECHNIQUE	3
1. L'avantage d'une maison basse consommation	3
2. Une enveloppe performante : le point clef	4
3. Basse consommation et impact environnemental	6
4. Coût d'une maison BBC basse consommation	13
2 - FAQ	15
3 - ASPECTS REGLEMENTAIRES	17
1. La réglementation thermique RT 2012	17
2. Perméabilité à l'air : pour une garantie de résultat	18
3. La démarche HQE®	19
4. Certification Effinergie®.....	20
4 - REGLES ET OUTILS DE CONCEPTION ET DE REALISATION	21
1. Isolation thermique des combles	21
2. Isolation thermique des murs	24
3. ISOLATION THERMIQUE DES SOLS	27
4. Garantir d'étanchéité à l'air du bâtiment.....	29
5. Les solutions de chauffage BBC	31
6. La ventilation BBC	32
7. Vitrages : choix et orientations	34
8. Confort d'été. A retenir !	36
9. L'eau chaude sanitaire dans une maison BBC	37
5 - PRODUITS RECOMMANDES	38
1. Isolation des combles aménagés	38
2. Isolation des murs par l'intérieur (sous ossature)	38
3. Isolation des murs par l'intérieur (doublage collé)	39
4. Isolation des murs par l'extérieur (ITE).....	40
5. Isolation toiture par l'extérieur (ITE).....	41
6. Appareil de mesure de l'étanchéité à l'air : isov'air Test.....	43

1 - APPROCHE TECHNIQUE

1. L'avantage d'une maison basse consommation



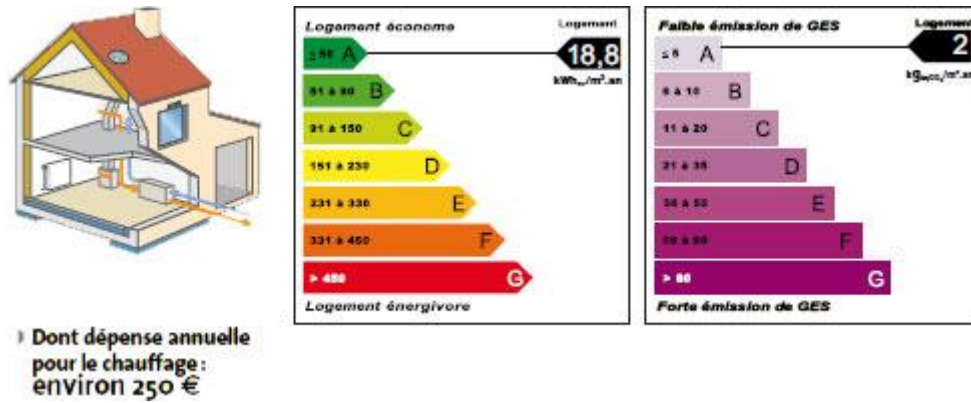
→ **Une maison BBC (basse consommation) est une maison qui consomme très peu d'énergie.** Grâce à son orientation, son isolation, sa perméabilité aux infiltrations et une ventilation de haute performance, une maison basse consommation divise par 3 les besoins d'énergie pour le chauffage et le rafraîchissement par rapport au standard actuel RT 2005, soit des dépenses annuelles de chauffage de moins de 250 euros pour une maison d'environ 100 m² !!

→ **Une maison BBC est une maison écologique !** Les rejets de CO₂ sont aussi divisés par 3, soit moins d'une tonne de CO₂ par an pour un chauffage à énergie fossile et moins de 200 kg pour une pompe à chaleur.

→ **Une maison BBC est une maison qui offre un maximum de confort thermique été comme hiver,** avec une température homogène et agréable, grâce à leur orientation, à leur conception et à leur très forte isolation thermique. En parallèle le confort acoustique est accentué, grâce à la mise en œuvre d'isolant et de systèmes de ventilation (vitrages performants et cas de la VMC double flux. Enfin le critère sanitaire de la qualité de l'air intérieur est également accentué du fait du traitement des infiltrations parasite et le fonctionnement optimisé de la ventilation mécanique.

→ **Une maison BBC est une maison « rentable » sur le plan global.** Le surcout lié à l'enveloppe est compensé par des équipements de chauffe plus réduits et des incitations fiscales avantageuses. Sa valeur immobilière en est renforcée, à la revente comme à la location. Les charges étant réduites (env. 250 euros/an pour le chauffage – maison de 100 m²), le locataire paye plus facilement ses charges et reste fidèle.

Consommation énergétique d'une maison isolée BBC



- Chiffres chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement (kWh_{ep}/m².an).
 - Avec étage et garage attenant, en zone climatique H1. Surface habitable de 115,60 m²
- Calculs selon méthode 3CL

2. Une enveloppe performante : le point clef

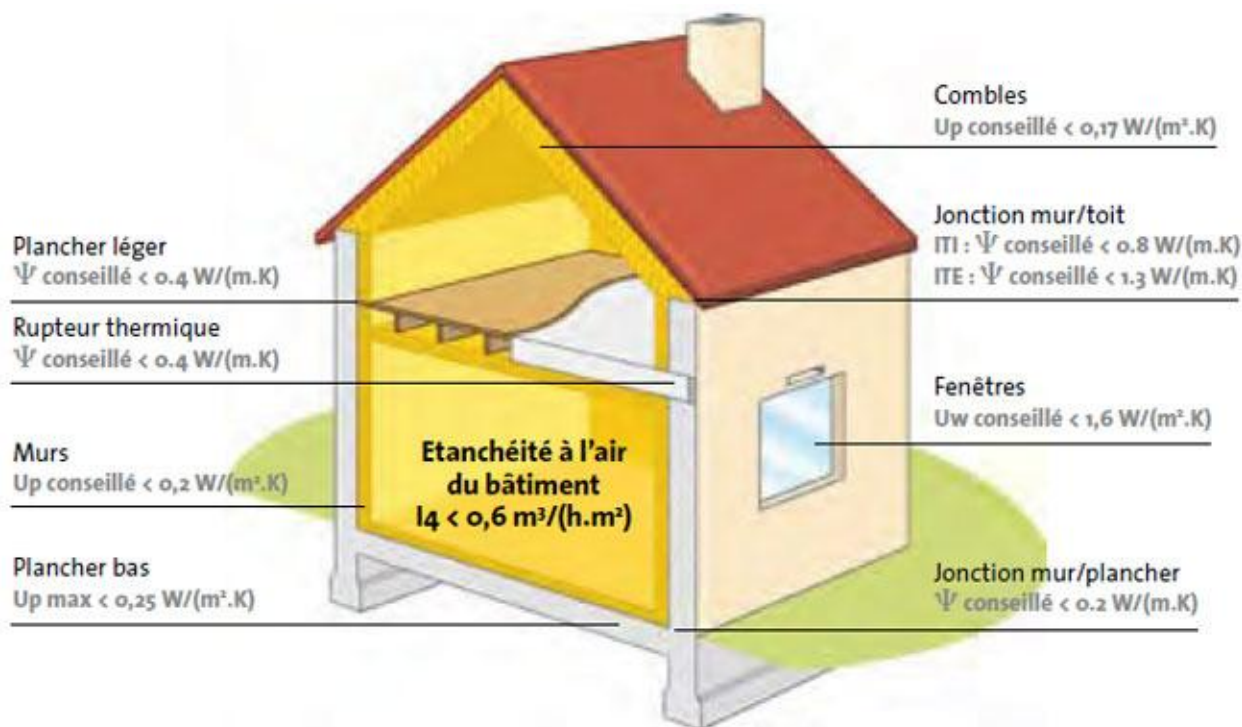
1 - Une forte isolation des parois est nécessaire pour le BBC

Isolation des parois pour tous les systèmes constructifs (isolation par l'intérieur, par l'extérieur, répartie, ossatures bois ou métal), l'isolation doit être performante :

- une forte résistance thermique,
- une membrane d'étanchéité à l'air,
- une bonne qualité de mise en œuvre qui conserve la performance des produits et assure une bonne pérennité du bâti.

Le niveau de performance des parois à atteindre varie en fonction de leur orientation, de la zone climatique, des surfaces vitrées...

Les valeurs ci-dessus sont donc des valeurs moyennes conseillées.



A noter que le U_p mesure les déperditions d'énergie d'une paroi. Plus il est faible, plus la paroi est efficace. Il se mesure en $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$. A noter également que le (ψ) mesure les déperditions d'énergie aux jonctions entre les parois (les ponts thermiques linéiques). Il s'exprime en $\text{W}/(\text{m.K})$. Pour traiter les ponts thermiques linéiques d'étage avec un plancher béton, il faut utiliser des rupteurs thermiques en polystyrène dans le cas d'une isolation par l'intérieur.

2 - Une étanchéité à l'air accrue est indispensable

La maison doit être la plus étanche à l'air possible pour garantir le bon fonctionnement de la ventilation, le rendement des équipements de récupération de chaleur et éviter les points de condensation. L'étanchéité à l'air de la maison doit être mesurée et être inférieure à $0,6 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$.

3 - Une ventilation économe est nécessaire

Une ventilation mécanique (VMC) double flux permet une gestion de l'air efficace et confortable hiver comme été. La ventilation double flux est aussi très efficace lorsque la maison est située en zone bruyante (pas d'ouvertures sur l'extérieur) ou polluée (l'air entrant est filtré). Quel que soit le type de ventilation, les moteurs doivent être à faible consommation d'énergie.

4 - L'orientation bioclimatique ne coute rien et rapporte !

Les pièces à vivre doivent être orientées vers le sud. Idéalement, il faut qu'au moins 60 % des surfaces vitrées soient orientées vers le sud.

Les fenêtres de toit doivent être performantes en thermique tant pour l'hiver que pour l'été, munies d'occultations extérieures, car ce sont elles qui reçoivent le plus de chaleur.

Il faut prévoir des débords de toiture pour éviter l'ensoleillement direct des pièces et protéger les murs de l'exposition directe du soleil en été. Prévoir une avancée de toiture d'au moins 50 cm pour protéger la façade ou installer des stores. Il faut également privilégier la végétation autour de la maison car la terre maintient un taux d'humidité de l'air par évaporation qui influe sur le confort.

Concevoir également une ventilation traversante pour l'été (ouverture des fenêtres sur des faces opposées) ou une sur-ventilation nocturne par la ventilation mécanique.

5 - Et des équipements de chauffe à haute efficacité énergétique

Avec une enveloppe performante, les équipements techniques sont forcément optimisés en dimensionnement et en prix. Il sera néanmoins nécessaire de faire un choix le plus durable possible avec des équipements les plus performants, adaptés aux besoins, en privilégiant les Énergies renouvelables (EnR), notamment pour la production de l'eau chaude sanitaire (par thermodynamique ou capteurs solaires).

En chauffage traditionnel, il sera nécessaire de dissocier la génération de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Le rafraîchissement sera évité sauf en zone H3 (zones méditerranéennes, ...) ou des solutions à faibles consommations seront sélectionnées tant dans le choix des produits que dans leur régulation locale et globale. Plus d'équipements il y aura et plus l'orientation devra se tourner vers des solutions très performancielles comme la domotique.

3. Basse consommation et impact environnemental



Une maison basse consommation est une maison écologique !

Elle se doit de respecter les critères environnementaux et d'impacter le moins possible sur son environnement. Une étude réalisée par le CSTB avec le logiciel ELODIE a ainsi permis de faire une évaluation de la qualité environnementale d'une maison individuelle BBC (rapport : CSTB/ESE/EN 09-029).

Les critères environnementaux sont regroupés en 4 catégories :

1. Energie (énergie primaire totale)
2. Consommation de ressources (épuisement des ressources énergétiques et non énergétiques, consommation d'eau)
3. Rejets dans l'air, l'eau (pollution de l'air, pollution de l'eau, changement climatique, formation d'ozone photochimique, destruction de la couche d'ozone stratosphérique)
4. Les déchets (déchets dangereux, non dangereux, inertes, radioactifs)

Les hypothèses thermiques sont exprimées dans le tableau ci-dessous.

ISOLATION AVEC LAINE MINERALE

Niveau d'isolation	AUCUN	RT 2005	BBC
Type de chauffage	électrique	électrique	PAC (COP = 3)
Cep (kWhep/m ²)	802.1	186.9	53.4
Ubat (W/m ² .K)	2.301	0.423	0.3
Cénergie finale (kWhef/m ² /an)	310.89	72.44	53.40
Cénergie finale (kWhef/m ²)	43978.71	10247.63	7553.96

L'ensemble des résultats est exprimé en 8 indicateurs d'impacts environnementaux conformément à la NF P 01010 et NF P 01020-1. La modélisation a été réalisée à partir des fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) conformes à la norme NFP 01010 pour l'ensemble des produits à l'exception des produits en bois tels que portes et fenêtres et des équipements de chauffage.

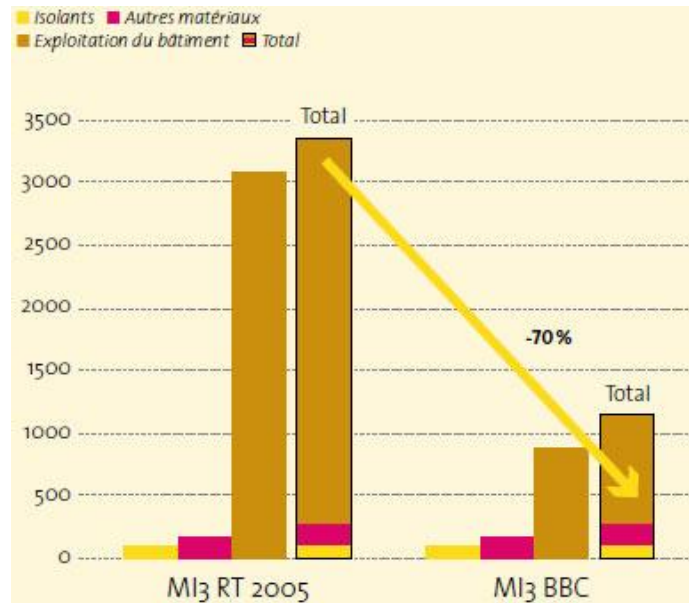
→ Etude d'impact environnemental avec état et comparatif de 8 indicateurs

- **Indicateurs de consommation d'énergie**

Énergie primaire totale (MWh) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

Isoler une maison au niveau BBC permet d'économiser environ 2000 MWh par

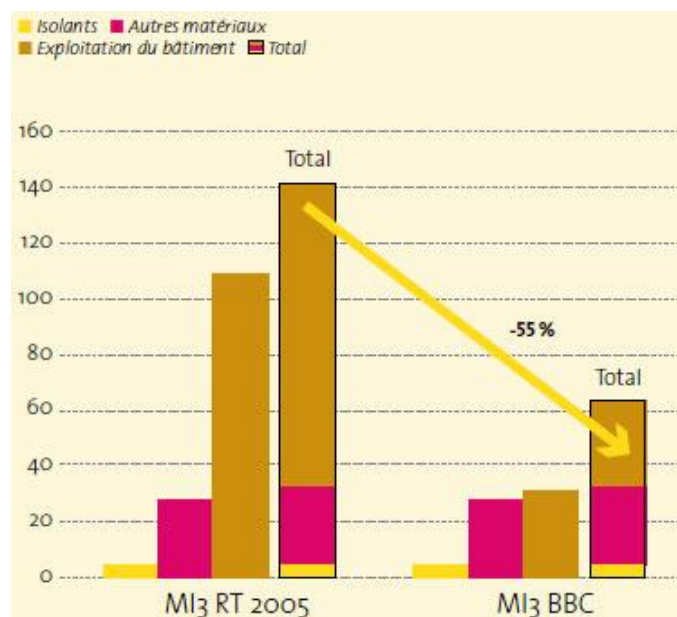
rapport à une maison RT 2005, soit 70 % d'énergie économisée sur 100 ans.
 Pour information, une maison non isolée consomme 11 500 MWhep sur 100 ans,
 soit plus de dix fois la consommation d'une maison BBC.



- Indicateurs de changement climatique**

Changement climatique (t eq. CO2) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

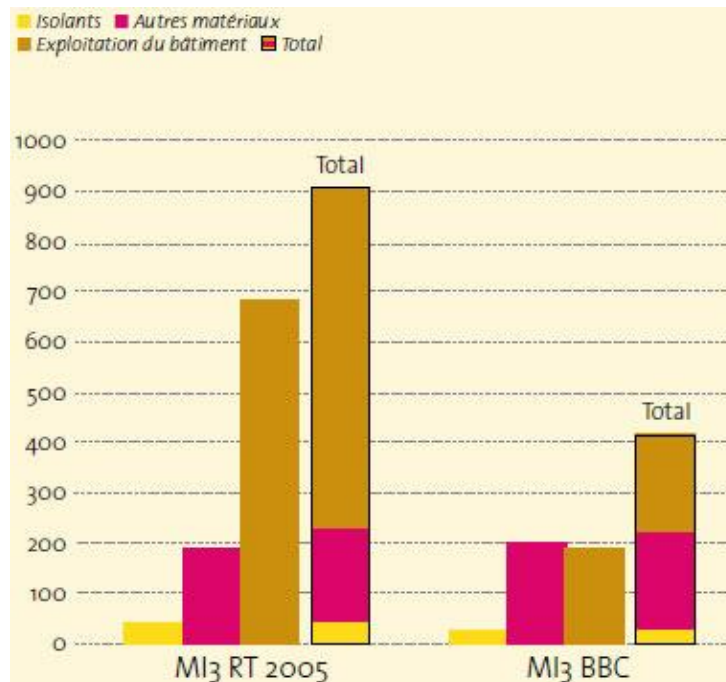
Isoler une maison au niveau BBC permet d'éviter d'émettre 78 t eq CO2 par rapport à une maison isolée au niveau RT2005, soit un évitement de 55 % d'émission de gaz à effet de serre.



- **Indicateurs d'épuisement des ressources matières**

Épuisement des ressources (kg eq Sb) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

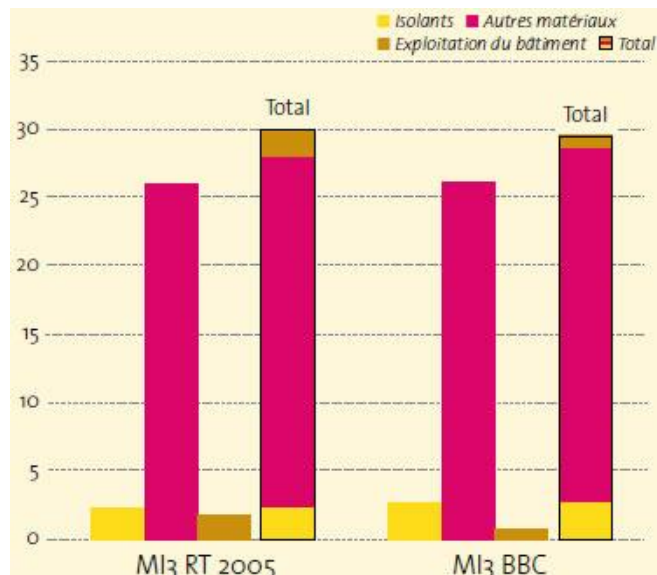
Isoler une maison au niveau BBC permet de réduire d'environ 55 % l'épuisement des ressources énergétiques et non énergétiques par rapport à une maison isolée au niveau RT2005, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Pour une maison BBC, la part de l'isolation représente 17 % de l'épuisement des ressources énergétiques et non énergétiques nécessaires à l'exploitation du bâtiment.



- **Indicateurs de production de déchets**

Production de déchets non dangereux (t) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

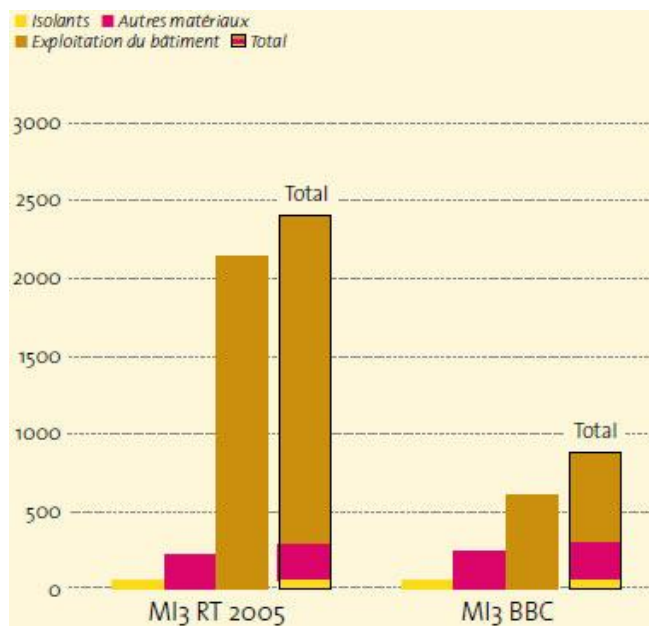
La quantité de déchets non dangereux produits lors de la durée de vie du bâtiment correspond à la démolition du bâtiment, sans recyclage des déchets inertes. Les déchets d'isolation (laine minérale et PSE) correspondent à 9 % des déchets des matériaux de construction. L'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment a peu d'influence sur cet indicateur déchets non dangereux. Néanmoins, isoler une maison au niveau BBC permet de réduire de 70% les déchets radioactifs (liés à la consommation d'énergie) pendant l'exploitation de la maison.



- **Indicateurs de consommation d'eau**

Consommation d'eau (m³) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

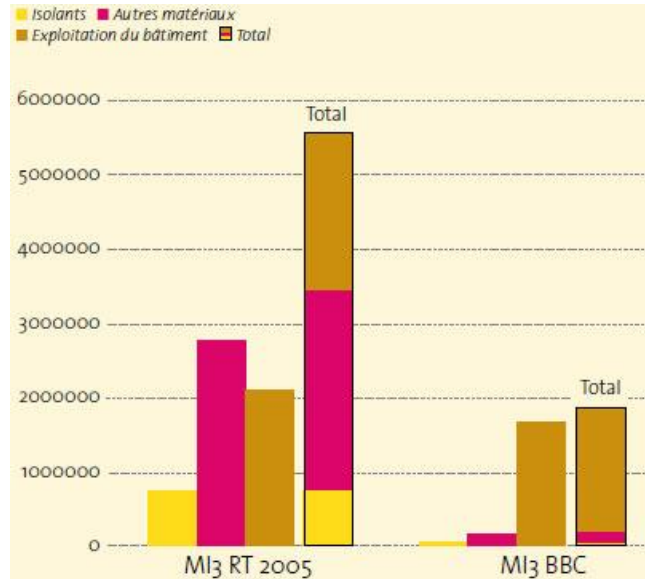
Isoler une maison au niveau BBC permet de réduire d'environ 63 % la consommation d'eau par rapport à une maison isolée au niveau RT2005, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Pour une maison BBC, la part de l'isolation représente 7 % de la consommation d'eau nécessaire à l'exploitation du bâtiment (hors consommation ECS).



- **Indicateurs de pollution de l'eau**

Pollution de l'eau (m³) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

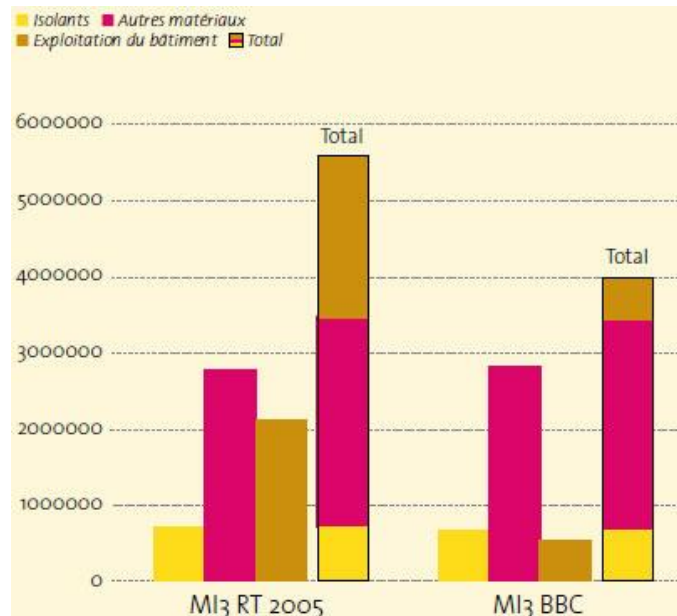
Isoler une maison au niveau BBC permet de réduire d'environ 66 % l'impact pollution de l'eau par rapport une maison isolée au niveau RT2005, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Pour une maison BBC, la part de l'isolation représente moins de 1 % de l'impact pollution de l'eau pendant l'exploitation de la maison.



- **Indicateurs de pollution de l'air**

Pollution de l'air (m³) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

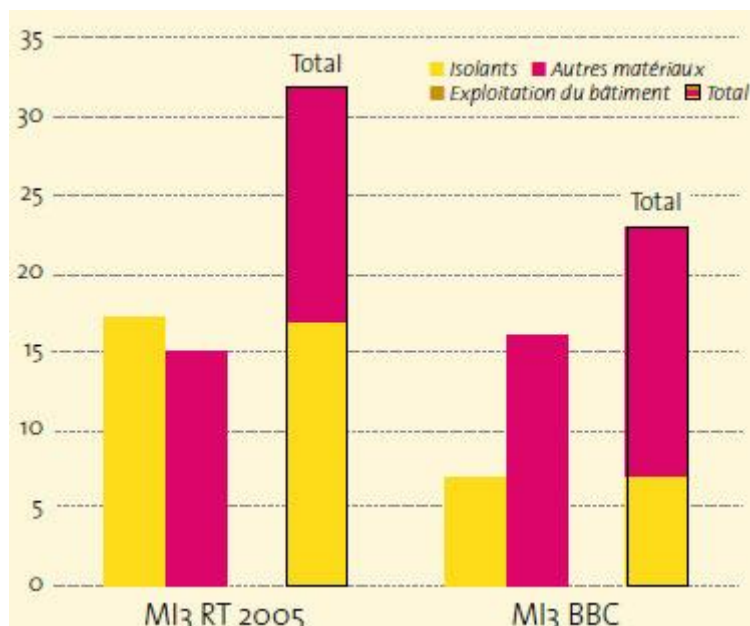
Isoler une maison au niveau BBC permet de réduire d'environ 28 % l'impact pollution de l'air par rapport à une maison isolée au niveau RT2005, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Pour une maison BBC, la part de l'isolation représente environ 15 % de l'impact pollution de l'air sur l'ensemble de cycle de vie de la maison.



- **Indicateurs de formation d'ozone photochimique**

Indicateur d'ozone photochimique (kg eq éthylène) pour une durée de vie du bâtiment de 100 ans.

Cet indicateur concerne tous les gaz imbrulés de système générant de la chaleur à partir de combustibles fossiles. Isoler une maison au niveau BBC permet de réduire d'environ 30 % l'impact formation d'ozone photochimique par rapport à une maison isolée au niveau RT2005, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Pour une maison BBC, la part de l'isolation représente environ 30 % de l'impact formation d'ozone photochimique sur l'ensemble de cycle de vie de la maison et 30 % du même impact de l'ensemble des matériaux de construction nécessaires à la construction de la maison.



4. Coût d'une maison BBC basse consommation



Le prix d'une maison BBC est à peine plus élevé qu'une maison standard. Et l'écart de coût est actuellement compensé par les avantages fiscaux et de financements.

Cette étude menée sur un cas concret de maison basée à Niort, montre l'intérêt de s'orienter inexorablement vers la basse consommation. La réglementation thermique RT 2012 nous y contraindra ! Et d'ici-là, l'industrialisation des procédés et solutions verra cet écart très probablement réduit à zéro !

Nous avons donc comparé une maison BBC avec une maison RT 2005 du constructeur Villa Tradition, basé à Niort. Pour une maison de plain pied de 86 m² de surface habitable avec garage en zone H2B, vendue environ 120 000 euros TTC.

→ **Le surcoût pour passer à une maison BBC est de 9 %, réparti de la manière suivante :**

		MAISON RT2005	MAISON BBC	SURCOUT TOTAL
Orientation bioclimatique		non	Orientation Est-Ouest Débords de toit sur les façades Sud Est et Sud Ouest Pas d'ouvertures au Nord	0 € TTC
	combles perdus	Comblissimo R = 6 m ² .K/W Up = 0,16 W/(m ² .K)	Comblissimo R = 7 m ² .K/W Up = 0,13 W/(m ² .K)	
	sol	R = 1,7 m ² .K/W	R = 2,6 m ² .K/W	5000 € TTC 4%
	murs	Parpaing + GR100 Up = 0,27W/(m ² .K)	Brique BGV + GR 120 Up = 0,20 W/(m ² .K)	
Enveloppe	étanchéité à l'air	Pas de traitement particulier	Câblage dans le volume chauffé Passage de gaines Coffres de volets roulants Éviter les percements du mur extérieur I4 = 0,6m ³ /(h.m ²)	
	ventilation	VMC simple flux Hygro B	VMC simple flux Hygro B microwatt	
	vitrages	4/16/4 argon peu émissif	4/16/4 argon et 4/18/4 argon peu émissif	
Équipements	chauffage	Chaudière à condensation	Chaudière à condensation	6000 € TTC 5%
	ECS		ECS solaire	

→ **Le financement compense l'écart de coût** et l'utilisateur bénéficie en plus de charges d'énergie moins élevées.

	MAISON RT 2005	MAISON BBC EFFINERGIE
Prix total terrain	60 000 €	60 000 €
Prix de la maison TT C	120 000 €	131 000 €
Prix total maison	180 000 €	191 000 €
Apport personnel	60 000 €	60 000 €
Prêt à taux 0	40 350 €*	60 350 €**
Emprunt à 5 %	79 650 €	70 650 €
Intérêts d'emprunt	46 505 €	41 253 €
Déduction des intérêts d'emprunt	- 4 457 € (40 % la 1 ^{ère} année, 20 % les 4 suivantes)	- 8 769 € (40% sur 7 ans)
Crédit d'impôt équipement		- 3 000 € (ECS solaire)
Estimation de la mensualité moyenne sur 20 ans (intégrant le crédit d'impôt et les déductions d'intérêts d'emprunt, lissée sur 20 ans)	675 €	669 €
Estimation des dépenses de chauffage mensuelles moyennes	60 €/mois	< 20 €/mois

* sous réserve d'un maintien du doublement du seuil de ressources du prêt à taux 0 en 2010

** sous réserve de parution du décret sur la majoration de 20 000 € du prêt à taux 0 au 1^{er} janvier 2010

Hypothèses :

- Remise des clés au 1^{er} janvier 2010
- Couple marié, 2 enfants, primo accédant, zone C (hors agglomération)
- Revenu imposable du foyer : 40 000 euros
- Apport personnel : 60 000 euros
- Emprunt bancaire sur 20 ans à 5 %
- Simulation de la mensualité moyenne sur 20 ans, intégrant le crédit d'impôt et les déductions d'intérêts d'emprunt, lissée sur 20 ans.

Maison BBC, maison basse consommation, RT 2012, Effinergie+

L'étanchéité à l'air d'une maison BBC. Sur quels points faut-il être particulièrement vigilant ?

Déjà sur la méthode de travail, il est nécessaire de sensibiliser tous les corps d'état à cette nouvelle obligation de résultat. Dans les dossiers de conception et CCTP, un chapitre à part doit être consacré à la perméabilité à l'air. Sur le chantier, une réunion préliminaire doit être réalisée sur ce thème. Ensuite, dans la mise en œuvre, il faudra être tout particulièrement attentif aux liaisons des coffres de volets roulants, à la pose des menuiseries dans le gros-œuvre, aux rebouchages de toutes les réservations, à l'obturation des gaines et boîtiers électriques,

Une maison BBC est-elle plus chère ?

La question ne se posera bientôt plus car toute construction neuve devra être à un niveau BBC selon la réglementation thermique RT 2012. Actuellement, un écart de prix moyen est de l'ordre de 9% réparti grosso modo, pour 50% sur l'enveloppe renforcée, et 50% sur les équipements performants. Le financement et avantages divers neutralisent cet écart. L'utilisateur est dans le temps gagnant car dans le bilan il paie chaque année 3 fois moins de charges de chauffage, et gagne en plus-value immobilière à la revente ou en simple location (locataire plus fidèle).

Comment mesurer l'étanchéité à l'air simplement sans attendre le certificateur agréé ?

Effectivement, atteindre la performance de $0,6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ en maison individuelle et la faire mesurer en fin de chantier est un risque pour chaque installateur intervenant. Il existe désormais des solutions avec des outils simples qui permettent de mesurer l'étanchéité à l'air de logements à réception du support hors d'eau hors d'air avec toiture isolée et étanche à l'air - en cours de chantier pour améliorer les performances avant pose du parement et en fin de chantier pour anticiper la mesure officielle.

C'est par exemple l'outil dit *Isov'air T* qui est une machine d'auto évaluation de l'étanchéité à l'air d'un bâtiment avec une très bonne précision, simple à utiliser.

Le rupteur de ponts thermiques ? Est-ce obligatoire ?

Oui !! Nous conseillons dans tous les cas le traitement des ponts thermiques qui représentent de véritables fuites thermiques. Dans le cas d'une isolation par l'intérieur

ou ITI, nous recommandons un coefficient $\Psi_9 \leq 0.40 \text{ W}/(\text{ml.K})$

Rappelons la RT 2012 et les exigences minimales en termes d'isolation et de traitement des ponts thermiques :

- *La limitation du ratio transmission thermique linéique moyen global ponts thermiques $R\Psi$ du bâtiment et de $R\Psi \leq 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$*
- *La Liaison « plancher intermédiaire/ façade » doit être obligatoirement traitée avec un coefficient $\Psi_9 \leq 0.60 \text{ W}/(\text{ml.K})$*

Soit la mise en œuvre obligatoire solutions suivantes :

- *En Isolation Thermique Intérieure avec rupteurs ou planelles et maçonneries performantes*
- *En Isolation Thermique Répartie : mono murs terre cuite ou béton cellulaire*
- *En Isolation Thermique par l'Extérieur, les balcons devront être traités également*
- *Pour les façades à ossatures bois ou métal, passage au nez de dalle*

Quelles solutions de ventilation sont recommandées pour la maison BBC ?

Elles doivent déjà être validées par le calcul réglementaire de la RT 2012. Globalement la VMC sera mécanique car la ventilation ne doit pas s'arrêter (arrêté du 24 mars 1892), d'autant plus dans des maisons de plus en plus étanches. Les moteurs seront de type microwatt, et basse consommation dans tous les cas ; la ventilation de type Hygro B donne les meilleurs résultats en VMC simple-flux. Dans les régions plus froides, la VMC double-flux avec récupérateur d'énergie est recommandée.

Le confort d'été, comment faire pour l'assurer ?

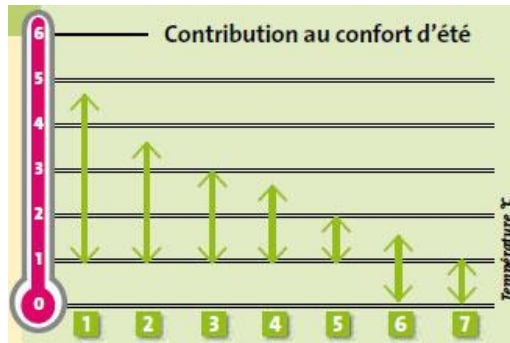
Il existe plusieurs solutions depuis la conception du bâtiment (performances des parois et inertie thermique) jusqu'à l'utilisation d'équipements adaptés (surventilation voire rafraîchissement en zone H3, si compatible avec le bilan BBC). A titre indicatif, voici le résultat d'une étude sur le confort d'été.

Réalisée par l'EMPA en 2008 cette étude met en évidence les facteurs agissant sur la température intérieure d'un logement bien isolé ($u_p = 0, \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ pour les parois).

Les facteurs agissant sur le confort d'été sont :

1. la surventilation nocturne
2. Les protections solaires
- 3 les charges internes (apports de chaleur par les équipements, le nombre de personnes...)
4. La masse accumulatrice du bâtiment (masse totale)
5. La durée de la période de chaleur (la possibilité ou non de refroidir le bâtiment)
6. Les revêtements de parois
7. La nature des isolants

Par exemple la surventilation nocturne a une influence de 1 à 4,5°C sur la température intérieure du logement pendant la journée.



→ Téléchargez le dossier [Confort d'été avec Isover](#)

3 - ASPECTS REGLEMENTAIRES

1. La réglementation thermique RT 2012



La RT 2012 impose une construction de logements basse consommation pour tout permis de construire postérieurs au 1^{er} janvier 2013. Autant dire que les projets actuels de construction neuve partent d'ores et déjà sur cette base. Quant à la rénovation et son potentiel d'économies d'énergie, nous ne saurions que trop conseiller au lecteur de se baser sur les solutions appliquées au neuf (isolation extérieure quand cela est possible, ventilation basse consommation,).

Le calendrier réglementaire, selon le décret et arrêté du 27 octobre 2010, sont le suivant:

- Bâtiments neufs de bureaux, d'enseignement primaire et secondaire, d'accueil de la petite enfance, cités universitaires, foyers de jeunes travailleurs, bâtiments neufs résidentiels en zone ANRU : **pour un permis de construire déposé après le 28 octobre 2011.**
- Logements individuels et collectifs, bâtiments résidentiels autres que cités ci-dessus : **pour un permis de construire déposé avant le 1^{er} Janvier 2013.**

Comment consommer moins de 50 kWh(ep)/m².an pour les 5 usages ? Chauffage, climatisation, ECS, éclairage, auxiliaires électriques.

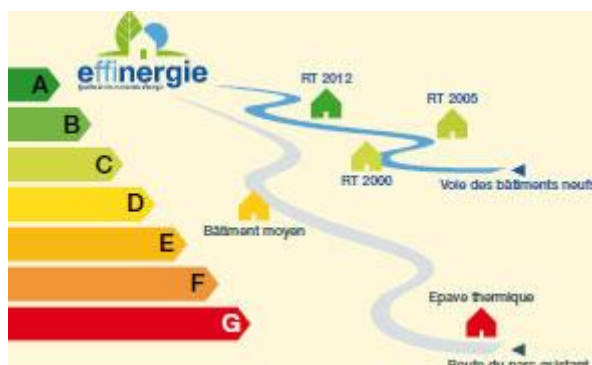
Une protection de la maison par un manteau isolant et étanche aux infiltrations d'air

parasites est la solution première et en amont de toute réflexion sur la sélection des équipements techniques.

En effet, quelle pertinence aura la meilleure chaudière ou pompe à chaleur dans un bâti de type passoire énergétique ?

Le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre doivent désormais penser « bâtiment pérenne sur le plan énergétique ». C'est tout l'enjeu du coefficient Bbio de la RT 2012 à respecter dès le permis de construire.

2. Perméabilité à l'air : pour une garantie de résultat



Désormais pour atteindre les performances des bâtiments BBC et de la RT 2012, il est obligatoire de traiter l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Pour un bâtiment basse ou très basse consommation, les défauts d'étanchéité prennent une place majeure dans le bilan des déperditions thermiques. C'est donc l'amélioration de l'étanchéité à l'air qui fait gagner de précieux kilowatt-heure et qui permet de garantir la basse consommation maximale des « 50 kWh(ep)/m² et par an ».

Perméabilité à l'air : que dit la RT 2012 ?

Pour la première fois une réglementation thermique impose des valeurs seuil et des mesures obligatoires.

L'indice réglementaire français est le Q4Pasurf (anciennement I4). C'est le ratio du débit de fuites à 4 Pascals (exprimé en m³ d'air par heure) rapporté à la surface de parois froides hors plancher bas du bâtiment (exprimé en m²). Son unité est le m³/(h.m²).

Les valeurs seuils à ne pas dépasser sont en résidentiel :

- 0.6 m³/h.m² en maison individuelle,
- 0.8 m³/h.m² en maison individuelle, démarche qualité,
- 1.0 m³/h.m² en immeuble collectif

- Soit mesures par opérateurs certifiés
- Soit application démarche qualité (arrêté annexe 7, RT)

3. La démarche HQE®



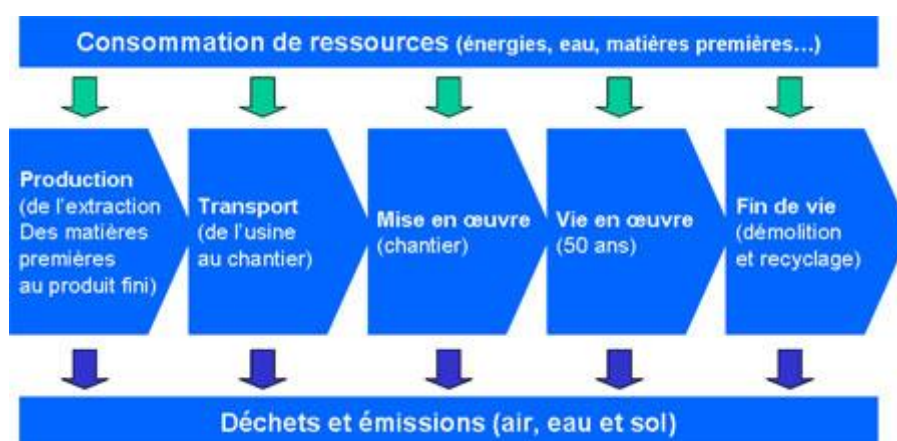
La Haute Qualité Environnementale

La HQE ou Haute Qualité Environnementale est une orientation qui va plus loin que le simple critère énergétique ou d'économies d'énergie. Dans une démarche HQE, le choix des matériaux est important pour assurer la qualité environnementale et la durabilité du bâtiment. Au-delà de leur performance énergétique, les produits et leurs procédés de construction doivent être économes en ressources, en énergie et sans risque pour l'environnement durant toute leur durée de vie « du berceau jusqu'à la tombe » et au delà si l'on prend en compte leur recyclage.

La Qualité Environnementale du Bâtiment

Le professionnel de la Qualité Environnementale du Bâtiment ou autrement dit QEB, suivra ainsi la norme NF P01-010. Cette norme précise les informations du fabricant qui s'est engagé dans une approche HQE de ses produits: données brutes issues des (ACV) ou Analyses de Cycle de Vie, impacts environnementaux et informations relatives aux caractéristiques sanitaires.

L'impact sur l'environnement d'un produit doit prendre en compte les données de l'ensemble du cycle de vie et ne se résume pas à quelques données sur une seule étape. C'est pourquoi les fabricants engagés dans une démarche HQE doivent détailler les étapes du cycle de vie de leurs produits :



Les données en totalité doivent être détaillées pour chaque phase de vie du produit dans les (FDES) ou Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires des produits de construction. → **En savoir plus** : [FDES](#)

La HQE® Performance

Non seulement les cibles HQE sont déclarées mais la performance environnementale est désormais « mesurée » ! C'est un pas en avant important qui permettra de quantifier par la mesure les indicateurs environnementaux globaux et normalisés.

Cette toute nouvelle démarche HQE performance permet ainsi de rendre la performance lisible et compréhensible par un affichage et de mettre à disposition un standard français reconnu dans la compétition mondiale de la reconnaissance des "bâtiments durables".

4. Certification Effinergie®



Effinergie est un label de qualité certifiant des bâtiments neufs ayant une très faible consommation d'énergie (label BBC arrêté du 8 mai 2007) et offrant un confort supérieur à la moyenne.

Pour une maison neuve, le label Effinergie fixe un objectif simple de consommation d'énergie primaire : 50 kWh/m² .an (modulé en fonction des régions pour tenir compte du climat), prenant en compte le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires de chauffage et de ventilation, l'éclairage et la climatisation.

Pour bénéficier du label BBC Effinergie, il faut faire appel à un certificateur indépendant, qui vérifie que la maison atteint bien les performances requises.

La certification est donc un gage de qualité et de performance.

Elle est aussi la condition nécessaire pour bénéficier des dispositions fiscales prévues pour la maison BBC car il faut pouvoir justifier du niveau de performance.

Comme le label Effinergie met le bâtiment à un niveau BBC qui sert de base à la réglementation RT 2012, l'évolution d'un label est de mettre la barre toujours plus haute par rapport à la contrainte purement réglementaire. Ainsi, dès la mise en application de la RT 2012, les labels « Effinergie+ » abaisseront encore plus les niveaux de performances des 5 usages, prendront en compte « tous les usages »,, et permettront ainsi d'aller vers la très basse consommation et le BEPOS (bâtiment à énergie positive – base de réflexion de la future RT 2020).

→ [Liste des certificateurs Effinergie](#)

4 - REGLES ET OUTILS DE CONCEPTION ET DE REALISATION

1. Isolation thermique des combles



Pour un travail soigné et une garantie de résultat, respecter les solutions complètes d'isolation produits isolants + systèmes de fixations de pose.

Les systèmes Isover :

- Membrane d'étanchéité à l'air
- Écran de sous-toiture
- Passe câble
- Adhésifs Vario KB1 et Multitape
- Respect des règles de l'art du CPT 35.60

Combles aménagés

Isolation des charpentes traditionnelles



1 ^{ère} couche entre chevrons: Isoconfort 35	80 mm R = 2,25 m ² .K/W	80 mm R = 2,25 m ² .K/W
2 ^è couche sous chevrons: Isoconfort 35	160 mm R = 4,55 m ² .K/W	220 mm R = 6,25 m ² .K/W
Étanchéité à l'air : Membrane Vario	oui	oui
	Up = 0,17 W/(m².K)	Up = 0,14 W/(m².K)
Écran de sous-toiture HPV Fermettes 35 x 225 mm – Entraxe entre fermettes : 0,60 m 3 suspentes Intégra Fermette par m ² fixées aux fermettes Parement plaques de plâtre		

Isolation des toitures fermettes



1^{ère} couche entre chevrons:

Isoconfort 35

220 mm R = 6,25 m².K/W

220 mm R = 6,25 m².K/W

2^è couche sous chevrons:

Isoconfort 35

non

80 mm R = 2,25 m².K/W

Étanchéité à l'air :
Membrane Vario

oui

oui

Up = 0,17 W/(m².K)

Up = 0,12 W/(m².K)

Écran de sous-toiture HPV

Fermettes 35 x 225 mm – Entraxe entre fermettes : 0,60 m

3 suspentes Intégra Fermette par m² fixées aux fermettes

Parement plaques de plâtre

Sarking



1^{ère} couche sur chevrons:

Luro

100 mm R = 2,85 m².K/W

120 mm* R = 3,45 m².K/W

2^è couche sur chevrons:

Luro

100 mm R = 2,85 m².K/W

120 mm* R = 3,45 m².K/W

Étanchéité à l'air :
Membrane Vario

oui

oui

Up = 0,19 W/(m².K)

Up = 0,15 W/(m².K)

*Le cahier des charges du Luro permet actuellement d'aller jusqu'à 200 mm d'isolant. Au-delà, il faudra réaliser une étude particulière.

Panneaux de bois sur chevrons

Membrane Vario Duplex

Contre-chevonnage et couverture

Combles perdus et toitures terrasse

Laine de verre à dérouler sur plancher



1^{ère} couche : **IBR 40**

2^è couche : **IBR 40**

Étanchéité à l'air :
Membrane Vario

260 mm R = 6,50
m².K/W

non

oui

Up = 0,14 W/(m².K)

200 mm R = 5 m².K/W

200 mm R = 5 m².K/W

oui

Up = 0,10 W/(m².K)

Laine de verre soufflée pour combles difficiles d'accès



1 couche : **Comblissimo**

Étanchéité à l'air :
Membrane Vario

300 mm R = 6,50
m².K/W

oui

Up = 0,14 W/(m².K)

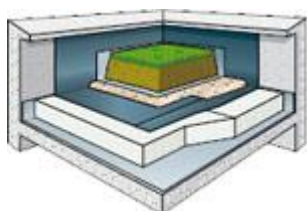
460 mm R = 10 m².K/W

oui

Up = 0,10 W/(m².K)

Fermettes 35 x 225 mm – Entraxe entre fermettes 0,60 m
3 suspentes Integra Fermette par m² fixées aux fermettes
Pare-vapeur entre la fourrure et la plaque de plâtre
Parement plaques de plâtre

Isolation des toitures terrasse



1 couche : **Epsitoit 20**

220 mm R = 6,10 m².K/W

Up = 0,16 W/(m².K)

Montage :
Dalle support maçonnée + rupteur thermique
Pare-vapeur sous isolant
Écran d'indépendance sur isolant
Étanchéité
2 solutions : soit lestage gravier
soit couche drainante + filtre + substrat végétal

2. Isolation thermique des murs



En maison individuelle, le niveau BBC est facilement atteignable pour toutes les technologies de construction. Aucune technologie ne s'impose pour obtenir le niveau BBC. Chaque technologie a ses points forts et ses points faibles, car les ponts thermiques à traiter ne sont pas les mêmes. Soigner les finitions et les raccords entre les murs et :

- les sols
- les plafonds
- les jonctions refend et façade

Isolation d'un mur support en maçonnerie traditionnelle

Mur support : parpaing creux 20 cm



1^{ère} couche : **GR 32**

Épaisseur totale du mur

Appui Optima2
Parement : plaque de plâtre

160 mm R = 5 m².K/W

Up = 0,18 W/(m².K)

39 cm

Mur support : brique 20 cm



1^{ère} couche : **GR 32**

160 mm R = 5 m².K/W

Up = 0,17 W/(m².K)

Épaisseur totale du mur

41 cm

2 Maxi PB-FIX pour 3 m²
 Contre-cloison brique plâtrière : 40 mm
 Enduit plâtre : 10 mm

Isolation par l'extérieur



1^{ère} couche : **Isofaçade 35**

100 mm R = 2,85 m².K/W

120 mm* R = 3,40 m².K/W

2^è couche : **Isofaçade 35**

100 mm R = 2,85 m².K/W

120 mm* R = 3,40 m².K/W

Up = 0,19 W/(m².K)

Up = 0,17 W/(m².K)

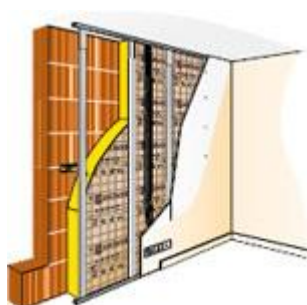
40 cm

44 cm

Épaisseur du mur (sans bardage)

Isolation d'un mur support en maçonnerie isolante (isolation répartie)

Brique collée de 20 cm (R = 1 m².K/W)



1^{ère} couche : **GR 32**

120 mm R = 3,75 m².K/W

160 mm R = 5 m².K/W

Up = 0,20 W/(m².K)

Up = 0,16 W/(m².K)

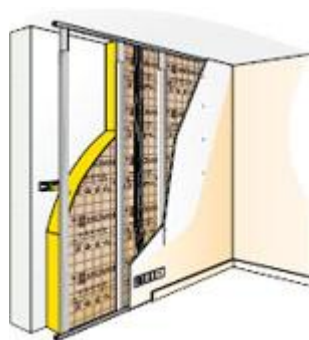
Épaisseur totale du mur

35 cm

39 cm

Système Optima
 Parement : plaque de plâtre

Béton cellulaire 20 cm (R = 1,55 m².K/W)



1 ^{ère} couche : GR 32	120 mm R = 3,75 m².K/W	160 mm R = 5 m².K/W
	Up = 0,18 W/(m².K)	Up = 0,15 W/(m².K)
Épaisseur totale du mur	35 cm	39 cm

Système Optima
Parement : plaque de plâtre

Isolation d'un mur de maison à ossature bois

Isolation entre montants



1 ^{ère} couche : Isofaçade 35 MOB	120 mm R = 3,45 m².K/W	145 mm R = 4,10 m².K/W
2 ^è couche : Isofaçade 35	60 mm R = 1,70 m².K/W	60 mm R = 1,70 m².K/W
Étanchéité à l'air : Membrane Vario	oui	oui
	Up = 0,19 W/(m².K)	Up = 0,17 W/(m².K)
Épaisseur totale du mur (sans bardage)	22 cm	25 cm
Bardage ventilé Écran pare-pluie Voile de contreventement Montants en bois de 120 x 45 mm ou 145 x 45 mm Système Optima Parement : plaque de plâtre		

3. Isolation thermique des sols

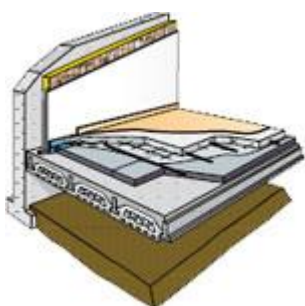


Les sols :

- Soigner les traitements des ponts thermiques
- les plafonds
- Respecter les traversées de plancher (canalisations...)

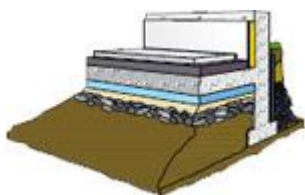
Isolation du plancher bas maçonné

Isolation sur vide sanitaire



Entrevous polystyrène : Voutisol	159 mm	202 mm
Couche sous chape : Epsisol	61 mm R = 2 m ² .K/W	61 mm R = 2 m ² .K/W
ou Floormate 200 SL -X	60 mm R = 2,10 m ² .K/W	60 mm R = 2,10 m ² .K/W
	Up = 0,25 W/(m².K)	Up = 0,18 W/(m².K)
Plancher entrevous polystyrène Chape 60 mm		

Isolation sur terre plein



Couche sous dalle :
Epsisol
ou
Floormate

61 mm R = 2 m².K/W
60 mm R = 2,10
m².K/W

70 mm R = 2,25 m².K/W

70 mm R = 2,45 m².K/W

Couche sous chape :
Epsisol 61 mm
ou
Floormate

61 mm R = 2 m².K/W
60 mm R = 2,10
m².K/W

70 mm R = 2,25 m².K/W

70 mm R = 2,45 m².K/W

Up = 0,25 W/(m².K)

Up = 0,22 W/(m².K)

Dalle de béton 140 mm
Chape 60 mm

Isolation des planchers de maison à ossature bois

Isolation entre poutres en " I "



1^{ère} couche sous dalle :
Isoconfort 35 MOB

200 mm R = 5,70 m².K/W

Étanchéité à l'air :
Membrane Vario

oui

Up = 0,16 W/(m².K)

Hauteur poutres : 350 mm
Entraxe entre poutres : 400 mm
OSB III 9 mm sur poutres
Membrane climatique Vario Duplex
OSB III 16 mm côté sol

4. Garantir d'étanchéité à l'air du bâtiment

Les « nouveaux points clefs » de l'étanchéité à l'air : soigner les détails de la mise en œuvre



Isolation ayant une résistance thermique élevée, posée en continu.



Étanchéité des réseaux de ventilation et des pourtours de jonctions de tous les percements dans les parois.



Étanchéité des passages de câbles, des pourtours de prises, des boîtiers de connexion dans les parois et des boîtiers de dérivation.



Liaisons entre les menuiseries, la maçonnerie et le doublage.



Liaisons entre la maçonnerie, la charpente et l'isolation.



Jonctions entre les planchers, les passages de conduits, les trappes et l'isolation.

Pour arriver à un résultat maîtrisé, il est indispensable de fixer l'objectif dès le début du projet.

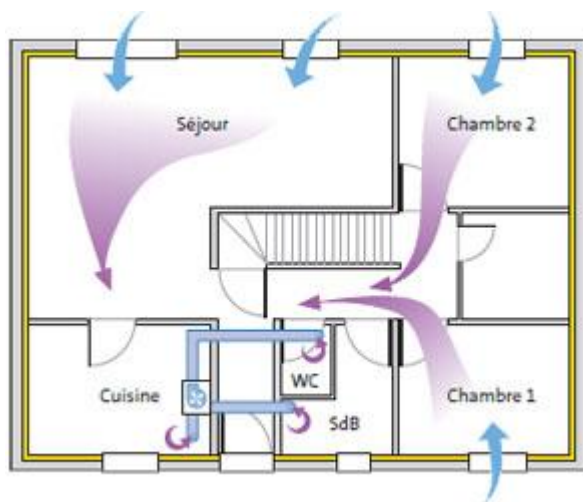
La valeur de la perméabilité à l'air pour atteindre le BBC est fixée à $I_4 < 0,6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$.

Pour éviter les fuites d'air, chaque corps d'état doit connaître les limites exactes de son intervention et les points singuliers à traiter. Le respect de la qualité d'exécution devra être contrôlé au fur et à mesure du chantier.

L'étanchéité à l'air ne peut pas être traitée uniquement par le dernier intervenant sur le chantier. Seul le soin des détails à chaque étape de la construction permet d'arriver à l'objectif fixé. Chaque corps d'état doit donc contrôler le respect de la qualité d'exécution.

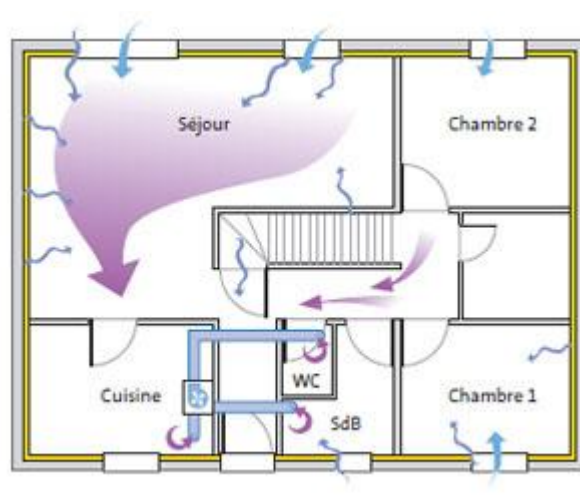
Importance de la qualité de l'air intérieur

Une bonne étanchéité à l'air du bâtiment améliore le fonctionnement de la VMC, puisqu'elle évite que les fuites d'air ne court-circuitent le balayage d'air dans la maison.



Bonne étanchéité à l'air :

renouvellement d'air optimisé



Mauvaise étanchéité à l'air :

renouvellement d'air imparfait

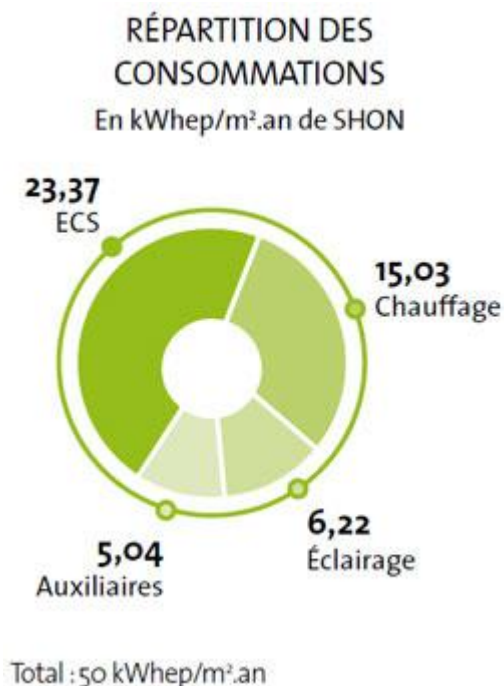
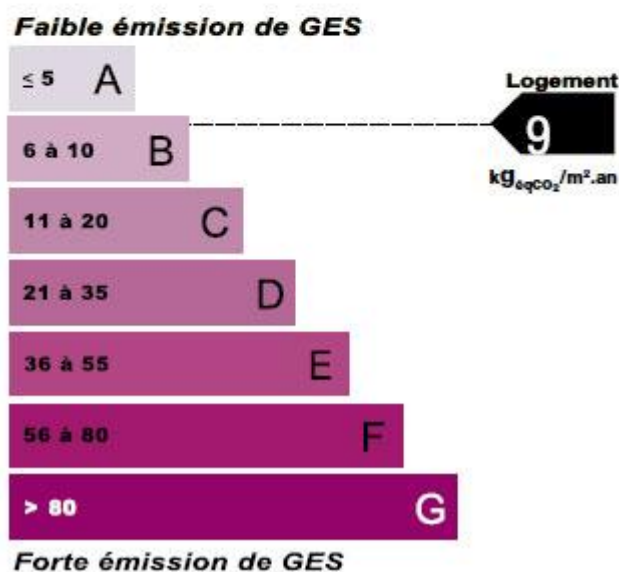
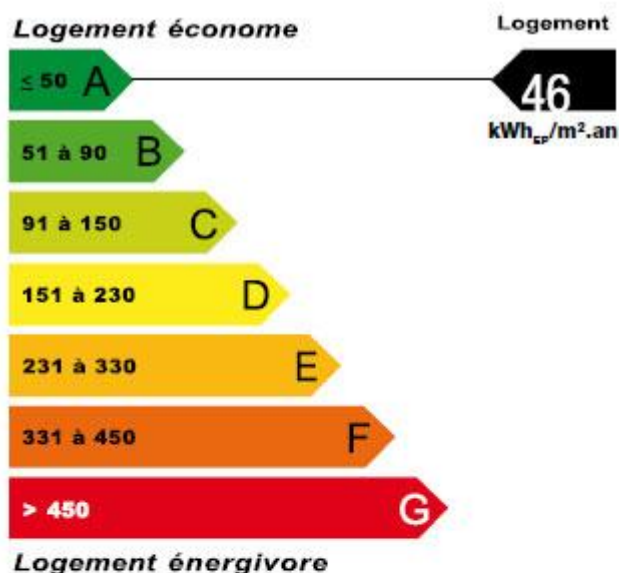
Le renouvellement de l'air est ainsi maîtrisé, garantissant une bonne qualité de l'air intérieur, et évitant de chauffer plus d'air que nécessaire pour le renouvellement. Dans le cas d'une VMC double-flux avec échangeur de chaleur, elle garantit les rendements élevés, qui peuvent chuter en cas de défauts d'étanchéité à l'air.

Etanchéité à l'air et ventilation sont liées

Dans un espace clos, les polluants présents dans l'air (odeurs, fumées, vapeur d'eau, CO₂, COV, ...) s'accumulent. La ventilation a pour objectifs de renouveler l'air intérieur et d'évacuer ses polluants. Plus le logement est isolé et étanche à l'air, plus le renouvellement d'air par la ventilation est efficace.

5. Les solutions de chauffage BBC

Avec une enveloppe performante et étanche à l'air, les besoins de chauffage sont réduits comme le montre l'étude thermique d'une maison BBC ci-dessous :



La puissance des générateurs installés, tels que chaudières, peut être réduite, ce qui diminue aussi leur coût. Il faut privilégier des équipements justement dimensionnés et le recours aux sources d'énergies renouvelables comme le solaire.

En fonction des zones climatiques plus ou moins froides, les besoins de chauffage sont différents.

Dans les zones plus froides, avec des hivers plus rigoureux, il faut privilégier des modes de chauffage avec des émetteurs qui diffusent la chaleur en continu.

Dans les zones plus chaudes, avec des variations importantes de température pendant la journée, il faut privilégier des types de chauffage plus réactifs.

Pour un habitat BBC, les types de chauffage les plus efficaces et recommandés sont :

- La chaudière à condensation fioul ou gaz, avec des rendements supérieurs à 100 %.
- La chaudière à bois automatisée de classe 3.
- La pompe à chaleur eau/eau ou géothermie avec un COP annuel > 4.
- La pompe à chaleur air/eau avec un COP annuel > 4.
- La pompe à chaleur air/air avec un COP annuel > 3.
- Le raccordement à un réseau de chaleur utilisant les EnR,
- Le chauffage électrique pour des bâtiments fortement isolés en zone H3.
- Le chauffage solaire CESI et SSC,
- La production d'eau chaude sanitaire par procédé thermodynamique.
- Les pompes à chaleur fonctionnant à l'électricité mais également les pompe à chaleur gaz (adsorption ou à moteur gaz),
- Les systèmes de VMC associant la VMC à la production d'ECS thermodynamique,
- Les éco-générateurs, si le coût le permet.
- Et l'usage de panneaux photovoltaïques pour baisser encore plus le bilan de consommation annuel avec l'apport d'une production autonome.

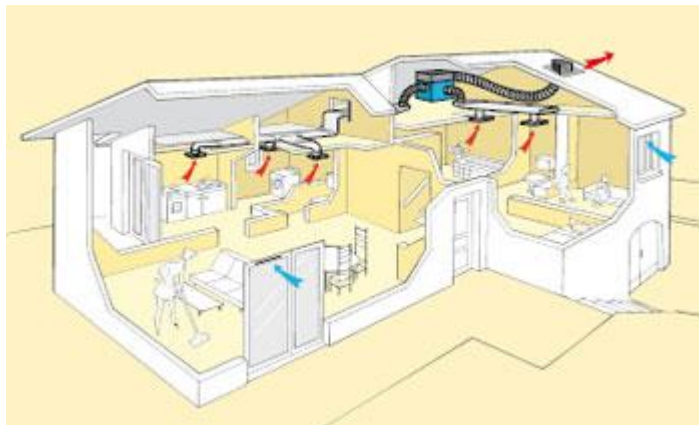
6. La ventilation BBC

Un système de renouvellement de l'air efficace est incontournable dans tout habitat bien isolé et étanche à l'air pour :

- Apporter un air neuf assurant la qualité de l'air intérieur.
- Évacuer les pollutions de l'air (odeurs, humidité, produits chimiques...).
- Maîtriser le confort thermique et acoustique.
- Améliorer la performance énergétique des bâtiments en optimisant la quantité d'air renouvelé.
- Protéger le bâtiment des dégradations dues à l'humidité.

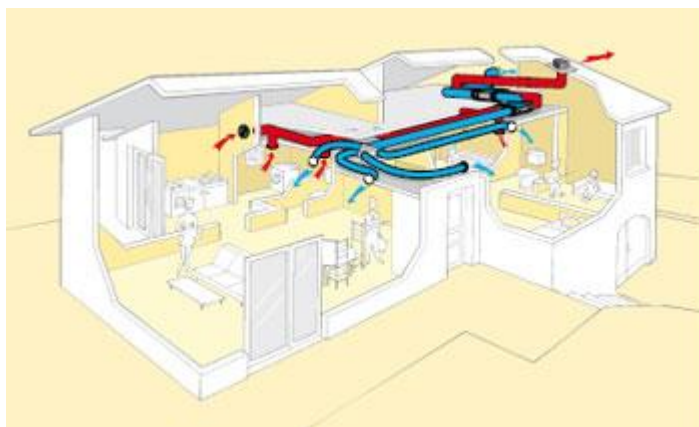
La solution de base : VMC Simple Flux Hygro B Bahia microwatt

- Cette VMC Hygroréglable s'adapte en fonction du besoin de renouvellement de l'air.
- Le débit d'air augmente lorsque l'humidité est plus forte dans la maison, et est réduit en cas d'innoculation
- L'ouverture et la fermeture des bouches et entrées d'air sont entièrement automatisées.



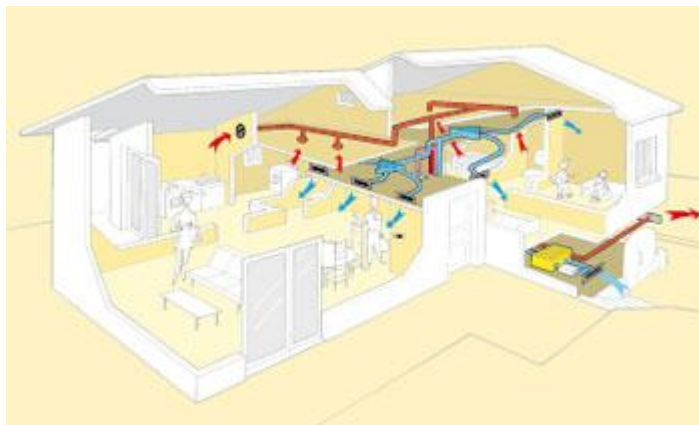
La solution recommandée : VMC Double Flux Dee Fly

- C'est un système de ventilation haute performance, amenant qualité d'air et confort thermique.
- L'air pollué est extrait du logement et traverse un échangeur de chaleur avant d'être rejeté à l'extérieur.
- L'air neuf est filtré, avant de traverser l'échangeur et de récupérer 90 % de la chaleur pour l'amener dans la maison.
- Pour le confort d'été : la ventilation géothermique abaisse la température en été de 3 à 5 °C.



La solution 3 en 1 : Températion

- Ce système intègre une pompe à chaleur qui assure le chauffage et le rafraîchissement.
- La qualité d'air est assurée par la fonction renouvellement d'air, et l'air neuf est filtré pour évacuer les pollens et les allergènes.



7. Vitrages : choix et orientations

Les menuiseries influent fortement sur la consommation d'énergie du bâtiment à trois niveaux :

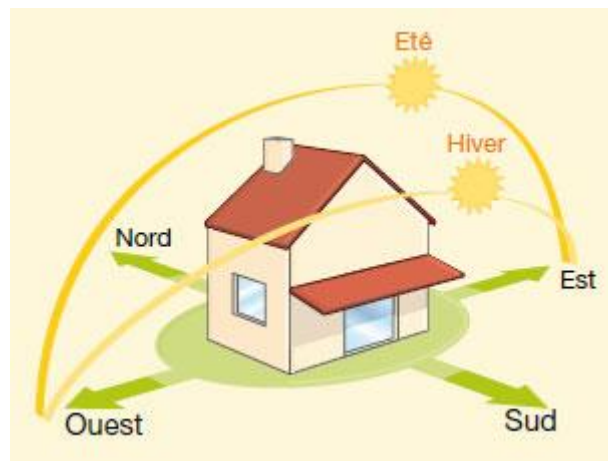
- le chauffage par leur performance thermique
- la climatisation et le confort d'été
- l'éclairage artificiel

Répartition optimale des surfaces de fenêtres et porte fenêtres

Pour bénéficier de l'éclairage naturel et d'apports solaires en hiver tout en ayant un bon confort thermique toute l'année, il faut prévoir une surface totale de fenêtres équivalant à 20 % de la surface habitable. Les ouvrants doivent donner sur 3 ou 4 faces de la maison pour pouvoir bénéficier de ventilation traversante l'été.

Voici une répartition optimale des surfaces de fenêtres :

- 50 % orientées vers le sud
- 10 % orientées vers le nord
- 20 % orientées vers l'ouest
- 20 % orientées vers l'est



Prévoir des vitrages adaptés à l'orientation du bâtiment

Les baies vitrées devront avoir une performance $U_w < 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, ce qui correspond au minimum à du vitrage 4/16/4 Pe Argon (verre de 4 mm, lame de gaz argon de 16 mm, verre peu émissif de 4 mm) et un châssis isolant.

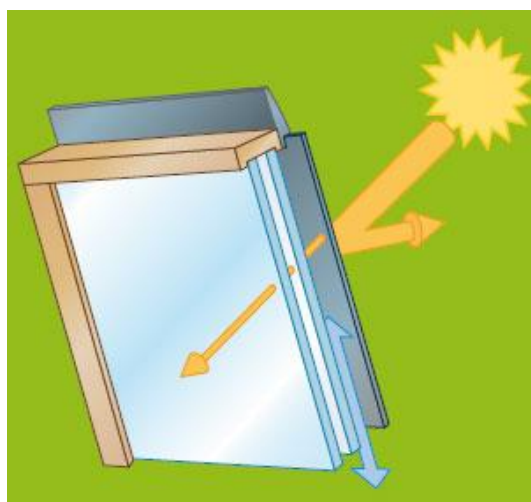
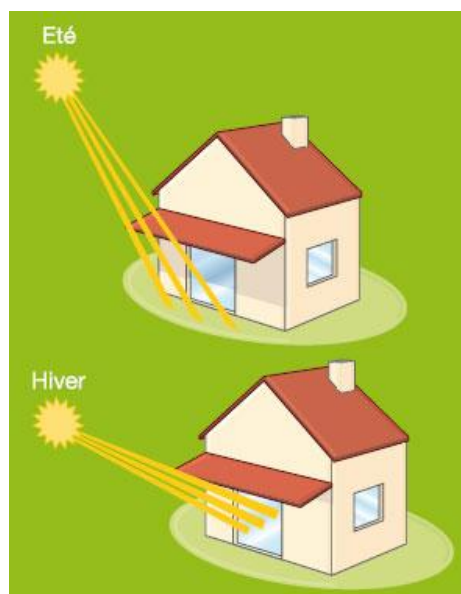
En fonction des zones climatiques et de l'altitude, il faudra parfois avoir recours à des triples vitrages, en particulier sur la façade nord, avec des $U_w^* < 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

Pour les façades fortement exposées aux rayons du soleil, il est conseillé d'utiliser des vitrages à isolation thermique renforcée et de contrôle solaire, de type SGG Climaplust 4S. Ces vitrages ont un facteur solaire inférieur à 42 %, c'est-à-dire qu'ils ne laissent passer que 42 % de la chaleur du soleil, surtout important en été.

Prévoir des protections contre les rayons du soleil l'été

Dès la conception du bâtiment, prévoir des débords de toit pour éviter que les rayons du soleil arrivent directement sur les baies vitrées en été.

Les occultations (stores, persiennes...) placées à l'extérieur permettent de limiter fortement les surchauffes liées à l'action directe des rayons du soleil. Ils peuvent ainsi réduire les apports solaires de 80 à 85 % en particulier pour les fenêtres de toit.



8. Confort d'été. A retenir !

Les principaux facteurs pour un confort d'été



La performance thermique globale des parois

Une forte performance thermique des parois (résistance thermique des parois opaques, vitrage, traitement des ponts thermiques) a une influence favorable de l'ordre de 2 à 4 °C sur la température intérieure du logement en été. Elle rend beaucoup plus efficaces les systèmes de rafraîchissement de l'air par la ventilation.

Les surfaces vitrées et leur occultation

La surface totale des vitrages, leur orientation et leur occultation ont aussi une influence de 2 à 4 °C sur la température intérieure du logement l'été.

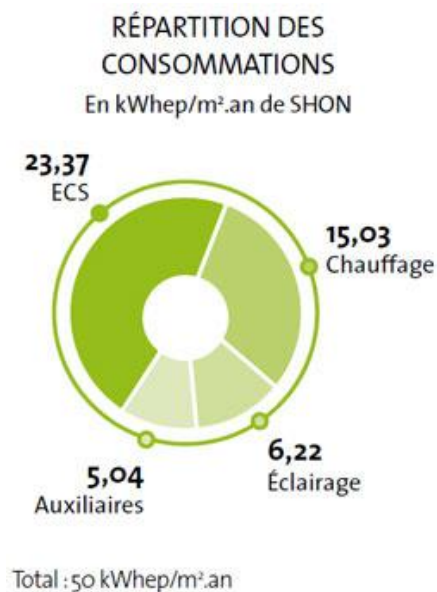
La surventilation nocturne

Il faut utiliser la fraîcheur de la nuit pour évacuer les calories accumulées la journée: c'est un moyen efficace pour améliorer le confort thermique l'été tout simplement en ouvrant des fenêtres opposées ce qui créera un courant d'air. Dans les zones bruyantes, au lieu d'ouvrir les fenêtres, le débit de la VMC double flux pourra être augmenté de manière à renouveler trois fois le volume d'air de la maison par heure. Cette surventilation a une influence de 2 à 5 °C sur le confort d'été.

L'inertie du bâtiment

Plus un bâtiment a une masse élevée, plus les transferts de température entre l'extérieur et l'intérieur seront décalés dans le temps. Il faut prendre en compte la masse totale du bâtiment (murs, dalle béton, plancher, cloisons...) dans le calcul d'inertie. Dans les zones froides (H1), une trop forte inertie du bâtiment peut le rendre très difficile à chauffer l'hiver. La nature et la masse volumique de l'isolant ne contribuent que pour 1 % au confort d'été.

9. L'eau chaude sanitaire dans une maison BBC



Avec une enveloppe performante et étanche à l'air, les besoins de chauffage sont réduits certes mais les besoins en eau chaude sanitaire émergent à hauteur de 50% du bilan annuel comme le montre l'étude thermique d'une maison BBC ci-contre.

Il est recommandé de dissocier la génération d'eau chaude sanitaire de la production de chauffage. En effet, les besoins pour le chauffage de préférence basse température, en moyenne à 35 °C dans l'année et la production d'eau chaude sanitaire à 60 °C, souvent en appel ponctuel dans la journée, ne sont pas du tout les mêmes.

Utiliser le même générateur pour ces deux usages entraîne donc une surconsommation d'énergie et rend plus difficile l'atteinte des objectifs BBC.

La production d'ECS, si elle est optimisée, représente une consommation de l'ordre de 25 kWh_{ep}/m².an, soit près de la moitié du bilan annuel BBC !

Pour la production d'ECS dans un projet BBC, nous recommandons la mise en œuvre des solutions suivantes :

- Chauffe-eau thermodynamique avec PAC Air extrait/eau. La PAC utilise les calories de l'air chaud extrait par la VMC pour générer de l'eau chaude.
- Chauffe-eau thermodynamique avec Air/eau ou eau/eau. Dans ce cas, la source de calories se trouve dans l'air extérieur ou dans la nappe phréatique pour le cas de la géothermie.
- Le CESI ou chauffe-eau solaire : les panneaux solaires permettent de préchauffer l'eau. L'appoint de chauffage peut être réalisé par une résistance électrique ou une chaudière à gaz d'appoint.
- Le ballon électrique classique dit cumulus. Attention, sa consommation d'énergie primaire le pénalise et il faudra dans le cas d'un projet BBC compenser avec une production d'électricité, par exemple avec des panneaux photovoltaïques.

5 - PRODUITS RECOMMANDÉS

1. Isolation des combles aménagés



Gamme Isoconfort 35, laines minérales semi-rigides faciles à mettre en œuvre perméables à la vapeur d'eau.

Leur meilleure performance thermique permet de gagner sur l'encombrement (environ 15%) par rapport à une isolation traditionnelle présentant un coefficient de conductivité thermique de valeur «40» : exemple IBR40 200 mm résistance thermique $R=5\text{m}^2.\text{K/W}$ et Isoconfort35 180 mm résistance thermique $R=5.10\text{m}^2.\text{K/W}$.

La Membrane Vario Duplex laisse la charpente respirer.

Grand confort de pose grâce au voile confort ou au surfaçage kraft.

2. Isolation des murs par l'intérieur (sous ossature)

OPTIMA, l'isolation des murs par l'intérieur sous ossature

Le système de doublage Optima Murs est adapté à toutes les situations d'isolation par l'intérieur des bâtiments :

- Bâtiments résidentiels ou tertiaires (habitat social, appartements privés, maisons individuelles, hôtellerie, hôpitaux, bureaux, ...), en neuf ou rénovation
- Tout niveau de complexité du gros œuvre : murs cintrés, murs non droits ou murs irréguliers, murs en mauvais état, ainsi que parois de grande hauteur...
- Système sec et propre, ne nécessitant pas l'emploi de colle
- Pose simple et surtout contrôlable à chaque étape, rien n'est irréversible
- En bâtiment BBC et HQE : avec notamment 5 fois moins de déchets qu'un doublage collé (nettoyage de chantier facilité, limitation des coûts de démontage ultérieur et de mise en décharge).



Le système Optima Murs est constitué d'éléments simples, standards et économiques :

- l'ossature métallique (structure à forte résistance mécanique comprenant rails et montants),
- l'isolant en laine de verre (l'enveloppe assurant l'isolation thermique et acoustique),
- le parement (paroi présentant de nombreuses possibilités de finition, le plus souvent en plaque de plâtre Placo).

3. Isolation des murs par l'intérieur (doublage collé)

Panneaux roulés de laine de verre semi-rigides pour l'isolation des murs GR 32



Grâce à sa très faible conductivité thermique (λ) égal à 0,032 W/(m.K), la gamme GR 32 offre un excellent rapport épaisseur/performance lui permettant d'isoler des murs avec des épaisseurs limitées. Avec les plus fortes épaisseurs, il est possible de concevoir des bâtiments basse consommation, conformément au nouveau label BBC-

EFFINERGIE. GR 32 est aussi un excellent isolant acoustique. Utilisable en neuf comme en rénovation, il est l'isolant de référence pour les murs.

MISE EN OEUVRE

Isolation sous ossature métallique avec le système Optima Murs

Il constitue la réponse idéale aux exigences de la réglementation thermique 2005 (RT 2005) et des bâtiments basse consommation (BBC).

Système Optima Murs + GR 32 Roulé :

160 mm: $U_p = 0,18 \text{ W/m}^2.\text{K}^*$

140 mm: $U_p = 0,20 \text{ W/m}^2.\text{K}^*$

120 mm: $U_p = 0,23 \text{ W/m}^2.\text{K}^*$

100 mm: $U_p = 0,27 \text{ W/m}^2.\text{K}^*$

Isolation traditionnelle derrière une contre-cloison maçonnée

GR 32 Roulé peut être mis en oeuvre derrière une contre-cloison en carreaux de plâtre ou en brique plâtrière et fixé avec l'accessoire Maxi PB Fix.

4. Isolation des murs par l'extérieur (ITE)

ITE, l'isolation thermique par l'extérieur



Plutôt utilisée jusqu'à présent dans l'Europe du Nord, l'isolation par l'extérieur représente aujourd'hui 7% du marché de l'isolation en France. Lorsqu'elle est réalisable, elle cumule deux grands avantages :

- Elle assure une haute performance de l'isolation grâce à la suppression des ponts thermiques de structure
- Elle permet de conserver l'espace intérieur de l'habitation lors d'une rénovation.

Contrairement aux idées reçues, l'isolation des façades par l'extérieur offre une grande variété d'aspects, du plus traditionnel au plus moderne, ce qui la rend compatible pour la rénovation de maisons anciennes mais elle modifie complètement l'aspect extérieur du bâtiment et n'est donc pas toujours applicable. Avant tout projet, il faut consulter les règles d'urbanisme de la commune (plan local d'urbanisme et plan d'occupation des sols et le règlement d'urbanisme local) pour connaître les contraintes esthétiques s'appliquant aux façades.

L'isolation par l'extérieur est également moins pertinente sur une façade présentant trop de parois vitrées, modénatures (éléments en relief), balcons, loggias et autres bow-windows, qui représentent autant de ponts thermiques à traiter (linteaux, appuis de fenêtres) et donc de difficultés voire d'obstacles à la réalisation.

En revanche, c'est une solution possible notamment à l'occasion d'une rénovation complète ou à l'occasion du ravalement d'une façade ou d'un pignon. Lorsque les enduits extérieurs sont dégradés, l'isolation extérieure permet en effet de réaliser plusieurs opérations en même temps : isolation, étanchéité, ravalement.

5. Isolation toiture par l'extérieur (ITE)

ITE, l'isolation thermique par l'extérieur



L'heure est aux économies d'énergie dans le bâtiment, de plus en plus la maison BBC (Bâtiment Basse Consommation) devient la référence tant en matière de construction que de rénovation et deviendra exigence à l'horizon 2013 en résidentiel (RT 2012). Mais l' isolation des combles en rénovation, fondamentale pour atteindre les objectifs du BBC , présente un certain nombre de contraintes : vider les pièces, déposer les parements de rampants et plafond pour pouvoir procéder à l'isolation de la charpente enfin prévoir une nouvelle décoration, Une solution existe : procéder à l'isolation de la toiture par l'extérieur.

Deux solutions d'isolation de la toiture par l'extérieur sont possibles avec Isover :

- la solution Intégra Réno, un système innovant pour isoler la toiture sans toucher à l'intérieur associant 3 produits performants : la membrane hygro-régulante Vario-Duplex , l'isolant haute performance Isoconfort et un écran de sous-toiture HPV (Haute Perméabilité à la Vapeur d'eau)
- la solution Sarking, une solution d'isolation haute performance qui s'adapte à tout type de couverture en rénovation mais aussi dans le neuf. 2 choix d'isolation possible :
 - une isolation thermique et acoustique grâce au produit Luro, une laine de verre à haute densité et haute performance thermique
 - une isolation thermique grâce au produit Roofmate , polystyrène extrudé à haute performance thermique

Les deux techniques s'adaptent sur charpente traditionnelle (pannes/chevrons) conforme aux DTU et aux règles neige et vents (cf. www.cstb.fr) mais sont complexes car il faut qu'il y ait une reprise de charge du poids de l'isolation sur la charpente existante. Il faut en effet tenir compte de la surcharge mise en œuvre (poids des chevrons complémentaires + isolant léger en réno, poids du platelage + du Luro + des contre-chevrons en solution Sarking). Lorsque la solution Sarking est adoptée, il faut des chevrons d'une largeur minimale de 100 mm pour assurer l'ancrage des vis Twin (vis à double filetage) spécifiques à ce type de solution. La solution Sarking répond à un cahier des charges très précis de ce point de vue, notamment lorsque ce type de toiture est mis en œuvre en climat de montagne et doit tenir compte de la surcharge de la neige en saison hivernale.

Ces deux techniques relèvent donc de la compétence des entreprises de charpente et de couverture qualifiées car la charpente doit être suffisamment dimensionnée pour recevoir l'un ou l'autre aménagement.

D'un point de vue de la qualité d'isolation thermique, les deux solutions présentent l'avantage de limiter au maximum les ponts thermiques .Pour la solution Sarking , l'isolant Luro est mis en oeuvre de façon jointive (croisée pour la deuxième couche) sur un platelage continu. Le pare-vapeur est préalablement posé horizontalement sur le platelage, parallèlement à l'égoût. L'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre du platelage continu. Pour la solution Réno , il faut apporter un soin particulier à la mise en oeuvre du pare-vapeur qui doit épouser la forme de la charpente + plafond entre chevrons afin de recouvrir l'ensemble du toit. L'isolant Isoconfort est inséré entre les chevrons pour obtenir un parfait calfeutrement et jusqu'à affleurer la face supérieure des chevrons. En effet, en rénovation, suite à la modification intervenue sur le CPT3560 en 2009, un écran de sous-toiture HPV (Haute Perméabilité à la Vapeur d'eau) doit être mis en oeuvre (suivant les prescriptions de pose édictées par son Avis Technique) lorsqu'il y a une dépose de couverture. Sa nature HPV permet de le poser au contact de l'isolant sans ménager de lame d'air. De fait, la hauteur totale des chevrons est utilisée pour insérer l'isolation, ce qui permet d'obtenir de fortes performances thermiques et acoustiques. L'écran de sous-toiture complète l'étanchéité à l'air en toiture nécessaire à obtenir de hautes performances énergétiques dans l'habitat.

Rappel : L'isolation des toitures en climat de montagne (zones froides ou altitude > 900m) doit satisfaire aux règles relatives à ce climat. Il convient donc de faire valider le projet par une étude thermique qui prendra en compte les conditions climatiques réelles de l'habitation ainsi que le mode de fonctionnement des systèmes de chauffage et de ventilation.

6. Appareil de mesure de l'étanchéité à l'air : isov'air Test



Isov'air Test est la première machine d'auto évaluation de l'étanchéité à l'air d'un bâtiment avec une très bonne précision.

Elle évalue la performance d'étanchéité à l'air d'un bâtiment en terme de Q4Pasurf (0,6 ou 0,8 ou 1 m³/(h.m²)) rapporté à sa surface de parois froides.



Le principe de fonctionnement est le même qu'une Blower Door : après avoir obturé toutes les entrées d'air prévues, la porte est remplacée par une bâche étanche dans laquelle est intégrée la machine. Le ventilateur d'Isov'air Test met le bâtiment en dépression ou surpression à 50 Pascals.

La lecture du résultat est instantanée et fiable (moins de 10 % d'écart par rapport à la mesure officielle).

Les fuites d'air parasites peuvent ensuite être détectées grâce à des fumigènes ou directement à la main.

Avantages chantier et qualité

- Outil simple d'autoévaluation de l'étanchéité à l'air
- La mesure sert de preuve (conflits inter-entreprise, réception de supports, qualité d'entreprise, ...)
- Simplicité d'utilisation et rapidité de mise en œuvre
- Robustesse et légèreté de la machine
- Lecture immédiate du résultat et fiabilité de l'évaluation
- Visualisation en temps réel de l'impact du traitement des fuites
- Fiabilité dans l'évaluation de la performance (calibration par le CETIAT)

La machine **Isov'AIR Test** peut être utilisée pour mesurer l'étanchéité à l'air de logements dont la surface de paroi froide est inférieure à 700 m² en habitat individuel et à 420 m² en immeuble collectif dans les cas suivants :

- à réception du support hors d'eau hors d'air avec toiture isolée et étanche à l'air
- en cours de chantier pour améliorer les performances avant pose du parement
- en fin de chantier pour anticiper la mesure officielle

Mode opératoire

- 1 - Obturation des entrées et sorties d'air
- 2 - Mise en place de la porte
- 3 - Mise en place de la machine Isov'air Test
- 4 - Réglage de la machine Isov'air Test
- 5 - Lecture du résultat
- 6 - Détection des fuites