



GUIDE AITF/EDF

BÂTIMENTS BASSE CONSOMMATION



Les bâtiments à basse consommation (BBC)

Une révolution technique et culturelle ?

En France, le bâtiment est responsable d'environ 40 % de l'énergie consommée et 25 % des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), CO₂ essentiellement. Un des enjeux clé pour contenir la dérive climatique est de diviser par 4 (« facteur 4 ») d'ici 2050 ces émissions de GES et donc de baisser de façon conséquente les consommations d'énergie dans ce secteur.

Le Grenelle de l'environnement a clairement montré que le chemin pour y parvenir passe par une forte accélération de la réglementation thermique dans les prochaines années, afin que tous les nouveaux bâtiments construits ou réhabilités aient un niveau de consommation d'énergie très bas, et soient même, à terme, à énergie positive, c'est-à-dire produisent plus d'énergie qu'ils en consomment.

Des pionniers en France et à l'étranger ont commencé à construire ce type de bâtiments, et leurs premiers retours d'expérience sont précieux pour tous ceux qui souhaitent s'engager dans des projets basse consommation. Volonté politique, organisation, méthodologie, pratiques de conception et de construction : beaucoup de nouveautés et d'innovations doivent être intégrées, de coûts maîtrisés, et ceci, tant dans les domaines du bâti que de ceux des techniques de chauffage, de ventilation, d'éclairage...

Les ingénieurs et les architectes qui sont tous concernés, devront avancer ensemble, très en amont et différemment, pour répondre aux nouvelles exigences : le confort des utilisateurs en hiver comme en été, la lumière naturelle, et la réduction de la consommation d'énergie.

Le suivi fin des études et du chantier pour faire en sorte que la qualité soit au rendez-vous, la mesure dans le temps des résultats obtenus, sont autant d'impératifs pour avancer et progresser.

Ce guide a pour objectif de donner à tous les intervenants dans l'acte de construire, quelques points de repère, de les accompagner dans le lancement de cette nouvelle génération de travaux, où matière grise et travail collaboratif seront le fil directeur. Il traite des consommations énergétiques soumises à la réglementation thermique française – consommations liées au chauffage, à la production d'eau chaude sanitaire, à la ventilation, à l'éclairage et au refroidissement – dans les bâtiments à usage d'habitation (logements collectifs ou individuels) et tertiaires (écoles, bureaux, crèches ...).

Philippe Tessier
Michel Irigoïn
Groupe de travail
énergie de l'AITF

Jean-Charles Rue
EDF

REMERCIEMENTS

Le groupe de travail était composé de :

- Véronique HEULARD – CR Nord Pas de Calais
- Florence LANG – CA de Pau
- Estelle LE ROY – CG Bas Rhin
- Audrey SCOFFONI – CG Essonne
- Sandrine SEGAUD – Ville de Béziers
- Michel IRIGOÏN – Ville de Montpellier

- Christophe PHILIPPE – CG Nord
- Francis RIPOLL – EDF
- Jean-Charles RUE – EDF
- Philippe TESSIER – SIGEIF

Assistés de :

- David CHENIER et Jonathan LOUIS – AMOES, pour les parties techniques,
- Sylviane REDOLFI – Dialectica, pour la rédaction

● Qu'est-ce qu'un bâtiment basse consommation ? p.3

- Définitionp.4
- Comment s'expriment les consommations ?...p.4
- Évolution des consommations.....p.5
- Perspectives réglementairesp.5

● Description des bâtiments basse consommation p.6

- La conception architecturalep.6
 - compacité du bâtiment
 - surfaces vitrées et orientation
- L'enveloppe du bâtimentp.6
 - modes constructifs et isolation
 - confort d'été
 - menuiseries et occultations solaires
 - ponts thermiques
 - étanchéité de l'air
- La ventilationp.10
 - système double-flux
 - puits canadien : refroidissement/réchauffement passif
- Le chauffage.....p.11
 - chaudière gaz à condensation
 - bois énergie
 - pompes à chaleur
- Systèmes innovantsp.13
 - système combiné capteurs solaires + pompe à chaleur
 - régulation
- Dimensionnementp.14
- L'eau chaude sanitaire.....p.14
 - production par le solaire thermique
 - distribution et stockage
- Les usages électriques.....p.15
 - rappel de quelques précautions
 - avantages de l'énergie solaire photovoltaïque

● Partenariats et métiers..... p.17

- Une situation nouvelle pour les intervenantsp.17
 - rôle des collectivités territoriales
 - partenaires
 - montages techniques et financiers
- De nouvelles compétences.....p.19
 - principaux acteurs et relations
 - formations associées

● Retours d'expériencep.21

- Fiche 1 — Enseignement : École Zéro énergiep.21
- Fiche 2 — Bureaux administratifs : INEED, une vitrine de l'éco-construction.....p.23

● Annexes p.25

- Annexe 1 — La réglementation.....p.25
- Annexe 2 — Labels existants pour les bâtiments basse consommation.....p.29
- Annexe 3 — Liste et cartographie des appels à projets BBC (PREBAT)p.31
- Annexe 4 — Définitions.....p.32
- Annexe 5 — Bibliographie, sites et liens utiles..... p.32

Qu'est-ce qu'un bâtiment basse consommation ?

● Définition

Le bâtiment basse consommation (BBC) est défini par l'**arrêté du 8 mai 2007** relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label «haute performance énergétique».

Les bâtiments à usage autre que d'habitation sont considérés BBC lorsque la consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage (calculée selon les règles THC-E) est inférieure, ou égale, à 50 % de la consommation conventionnelle de référence, définie à l'article 9 de l'arrêté du 24 mai 2006 relatif à la réglementation thermique 2005 (cf. annexe 1).

Pour les bâtiments d'habitation l'objectif de performance BBC est fonction de la zone climatique et de l'altitude. La consommation conventionnelle (selon la RT 2005) d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage,

le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage doit être inférieure à 50 kWh_{ep}/m²/an pondéré d'un coefficient géographique (cf. annexe 1, D page 26).

Le label BBC peut être obtenu grâce à des combinaisons bâti/équipements qui permettent d'atteindre les seuils de performances indiqués.

Effinergie est le référentiel français pour les bâtiments basse consommation. Ses champs d'application portent sur les logements dont la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la climatisation et la ventilation ne dépasse pas 50 kWh_{ep}/m²/an. Les logements anciens pourront également être labellisés s'ils ne franchissent pas le seuil de 80 kWh_{ep}/m²/an, alors que les immeubles tertiaires, quant à eux, devront afficher une performance énergétique inférieure de 50 % aux valeurs fixées dans le cadre de la réglementation thermique actuellement en vigueur (RT 2005).

● Comment s'expriment les consommations ?

1. Les consommations s'expriment en kWh d'énergie primaire.

L'énergie primaire est l'énergie nécessaire pour fournir **l'énergie finale** que nous consommons. L'énergie primaire correspond à des produits énergétiques dans l'état (ou proches de l'état) dans lequel ils sont fournis par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel ou bois.

Pour la production d'électricité, la comptabilisation en énergie primaire est plus complexe :

- La production d'électricité par l'hydraulique (ainsi que l'éolien et le photovoltaïque), est comptabilisée directement en kWh d'énergie primaire,
- Pour la production d'électricité par des centrales thermiques (nucléaires et autres), on comptabilise, en sus du kWh électrique produit, les pertes calorifiques liées à la transformation de chaleur en électricité. La moyenne du rendement énergie électrique finale produite / énergie primaire consommée d'une centrale est compris, suivant l'âge de l'installation, entre 35 et 40 %.

En France les équivalences énergie finale/énergie primaire sont données par l'arrêté du 24 mai 2006, (article 35) et sont les suivantes :

Énergies	Pouvoir calorifique inférieur (PCI)		Rapport Énergie primaire/PCI
		Unité	
Gaz naturel	8 à 12	kWh/m ³ (n)*	1
Propane	13 800	kWh/tonne	1
Butane	12 780	kWh/tonne	1
Fioul domestique	9,97	kWh/litre	1
Bois (plaquettes forestières à 25 % d'humidité)	3750	kWh/tonne	1 (0,6**)
Électricité			2,58

* m³ (n) signifie normal m³ soit un m³ de gaz dans les conditions normales de températures et de pression (0°C et pression atmosphérique)
** Pour les bâtiments BBC, le coefficient de conversion en énergie primaire pour le bois tient compte du caractère renouvelable de cette source d'énergie (arrêté du 8 mai 2007, article 5-c).

Qu'est-ce qu'un bâtiment basse consommation ?

2. Les consommations sont généralement ramenées au mètre carré de surface hors œuvre nette de bâtiment (SHON) ou de surface utile (SU). Attention, la surface de référence peut varier selon la réglementation :

- **SHOB (surface hors œuvre brute)** : surface égale à la somme des surfaces de planchers de chaque niveau de construction (épaisseur des murs comprise),
- **SHON (surface hors œuvre nette)** : surface obtenue

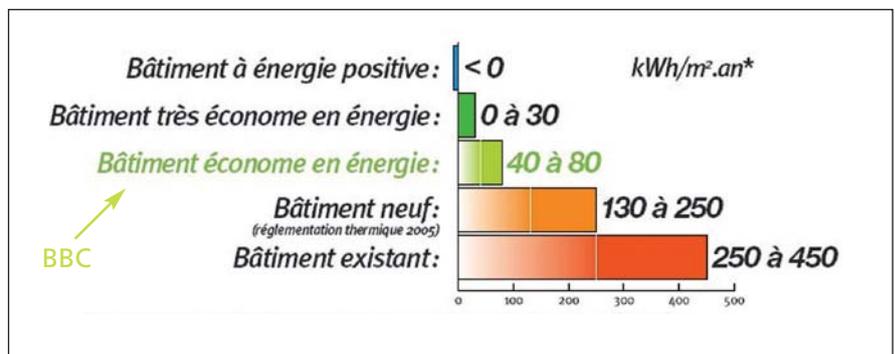
à partir du SHOB par déduction des surfaces de planchers hors œuvre des combles et sous-sols non aménageables, des parkings, des toitures terrasses, balcons, loggias, ainsi que les surfaces non closes situées en rez-de-chaussée,

- **SU (surface utile)** : surface égale à la somme des surfaces intérieures des locaux ne prenant pas en compte les circulations verticales et horizontales, les paliers d'étage, les locaux techniques, l'encombrement de la construction.

● Évolution des consommations

Les objectifs de réduction de la consommation d'énergie en matière de construction et de rénovation du bâti sont ambitieux, au vu de l'état actuel du parc et des habitudes des entreprises du BTP.

* Consommation exprimée en kWh d'énergie primaire par rapport à la surface hors œuvre nette (SHON) et incluant chauffage, rafraîchissement, ventilation et eau chaude sanitaire.



● Perspectives réglementaires

Les mesures retenues lors du Grenelle de l'environnement, en octobre 2007, ainsi que le projet de loi référent, pour lutter contre les changements climatiques et la maîtrise de la demande d'énergie, laissent présager l'arrivée de profondes réformes réglementaires dans le secteur du bâtiment :

A) Programme de rupture dans le neuf, vers des bâtiments à « énergie positive » (bâtiments qui produisent plus d'énergie, à partir de sources renouvelables, qu'ils n'en consomment) :

- la norme « bâtiment basse consommation » s'applique à toutes les constructions neuves faisant l'objet d'une demande de permis de construire déposée à compter de la fin 2012, et par anticipation, à toutes les constructions neuves de bâtiments publics et tertiaires à compter de fin 2010,
- la norme « bâtiment à énergie positive » s'applique à toutes les constructions neuves faisant l'objet d'une demande de permis de construire déposée à compter de la fin 2020.

De plus le parc de logements neufs construits dans le cadre du programme national de rénovation urbaine prévu par la loi n°2003-710 du 1^{er} août 2003 respecte par anticipation la norme « bâtiment basse consommation ».

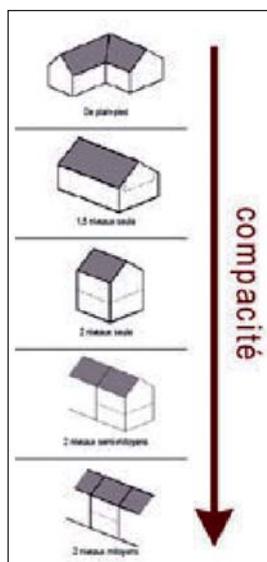
B) Lancement d'un chantier sans précédent de rénovation thermique des bâtiments existants :

- pour les bâtiments publics : la rénovation de l'ensemble des bâtiments d'ici 2012 et le traitement à cette échéance des surfaces les moins économes énergétiquement. Cette rénovation aura pour objectif, selon un programme adapté aux spécificités de chaque administration et établissement public, de réduire d'au moins 40 % les consommations d'énergie et d'au moins 50 % les émissions de gaz à effet de serre de ces bâtiments dans un délai de dix ans,
- pour le parc de logements sociaux : la rénovation thermique à terme de l'ensemble du parc, en commençant avant fin 2020 par 800 000 logements sociaux dont la consommation énergétique est supérieure à 230 kWh d'énergie primaire par mètre carré et par an. L'objectif est de ramener leur consommation annuelle à des valeurs inférieures à 150 kWh d'énergie primaire par mètre carré et par an.
- lancement d'un grand plan de formation professionnelle pour répondre aux besoins spécifiques de la rénovation thermique.

C) Engagement d'un plan volontariste d'éco-quartiers impulsé par les collectivités territoriales : au moins un éco-quartier avant 2012 dans toutes les communes ayant des programmes de développement de l'habitat.

Description des bâtiments basse consommation

● La conception architecturale



Compacité du bâtiment

La compacité d'un bâtiment représente le rapport entre le volume habitable et l'ensemble des surfaces de déperdition. Les pertes sont donc d'autant plus réduites que ces surfaces sont optimisées par rapport au volume habitable. La réduction des décrochés de façades et l'optimisation de la compacité du bâtiment sont les clés de la réussite d'un projet sur le plan énergétique.

(Source : Pour une amélioration de la performance énergétique des logements neufs, MRW (Ministère de la Région wallonne), édition 2004).

Le travail d'optimisation de la compacité va de pair avec une bonne répartition des pièces à l'intérieur d'un bâtiment. Les zones type garages, serres, circulation... doivent être réparties afin de créer des espaces tampons entre les locaux chauffés et l'extérieur, si possible au nord pour les locaux de services.

Surfaces vitrées et orientation

Le soleil fournit lumière et chaleur. Une orientation adaptée du bâtiment peut permettre d'en bénéficier et de réduire ainsi les consommations énergétiques. Il convient de :

- **limiter** les surfaces vitrées aux alentours de 1/6 de la surface habitable,
- **orienter** la majorité des vitrages au sud pour capter les apports solaires en hiver,
- **optimiser** la nature des vitrages pour :
 - bénéficier des apports solaires en hiver,
 - réduire les déperditions en hiver,
 - éviter les surchauffes l'été,
- **protéger** les façades en installant :
 - sur les façades exposées au sud des protections fixes (auvents, débords) qui suppriment le rayonnement en été (soleil haut sur l'horizon), mais captent les apports solaires en hiver (soleil bas sur l'horizon),
 - sur les façades ouest des protections mobiles (volets, stores à lames orientables).

● L'enveloppe du bâtiment

Modes constructifs et isolation

Plusieurs types de modes constructifs permettent d'atteindre le label BBC :

- solution classique d'isolation extérieure ou intérieure. Sachant que dans le cas d'une isolation par l'intérieur, les ponts thermiques peuvent représenter une forte part des déperditions (voir paragraphe sur les ponts thermiques), cette solution sera plutôt réservée au cas de réhabilitation,
- la construction sans isolation rapportée – exemple : solutions à isolation répartie, briques en terre cuite en 50 cm d'épaisseur : $U = 0,26 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- la construction bois dont les avantages sont équivalents à ceux de la construction à isolation répartie, avec un avantage supplémentaire, la fabrication d'une maison en bois nécessite 10 fois moins d'énergie que celle d'une maison « conventionnelle ».

Le tableau indique l'épaisseur des principaux isolants à mettre en œuvre pour obtenir un coefficient R de $4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. (rappel : $R=1/U$), ce coefficient est le minimum à respecter pour les murs et le plancher bas dans une construction BBC.

Type d'isolant	Épaisseur en cm
Polyuréthane	12
Polystyrène extrudé	14
Laine de roche	16
Laine de verre	16
Laine de lin	16
Liège expansé	16
Laine de bois	17
Chanvre en vrac	18
Laine de mouton	18
Polystyrène expansé	18

Description des bâtiments basse consommation

Le tableau ci-dessous illustre la comparaison entre les valeurs de résistance thermique R (en $m^2.K/W$), de

référence de la RT 2005, et un exemple d'une construction basse consommation.

Parois	RT 2005 (zone H1 H2 et H3 > 800m)		Label BBC	
	R	Equivalent en cm de laine de roche	R	Equivalent en cm de laine de roche
Murs en contact avec l'extérieur	2,78	10	4,3	16
Autres planchers hauts et toitures	5	20	6-7	30
Planchers hauts sur extérieur	3,7	15	6-7	30
Planchers bas	3,7	15	4,3	30

Confort d'été

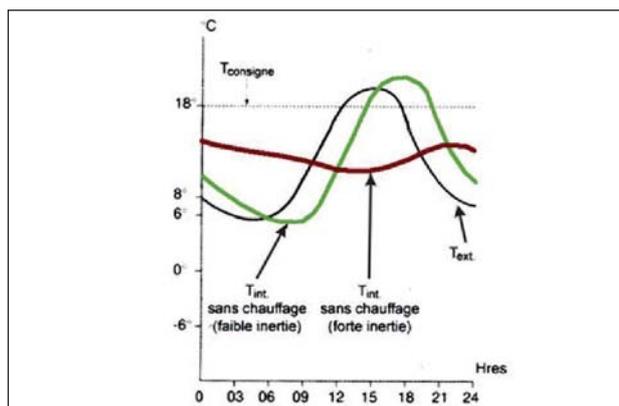
Les bâtiments sur-isolés sont sujets aux surchauffes estivales selon un effet « thermos ». D'où la nécessité de :

- **réduire** de manière drastique les apports de chaleur dans le bâtiment :

- les apports solaires par des occultations efficaces,
- les apports internes provenant des consommations électriques, de l'utilisation d'ECS, etc., ce qui entraîne une diminution des consommations d'électricité.

- **stocker** (inertie)

En hiver et en demi-saison, lors d'une journée bien ensoleillée, une forte inertie (courbe rouge) permet d'emmagasiner les apports solaires et de décaler le pic de température intérieure plus tard dans journée, quand la température extérieure est plus basse. Mais une faible inertie (courbe verte) n'amortit que très peu le pic de température intérieure, qu'il ne retarde que de quelques heures. L'inertie thermique agit donc comme une régulation naturelle du climat intérieur,



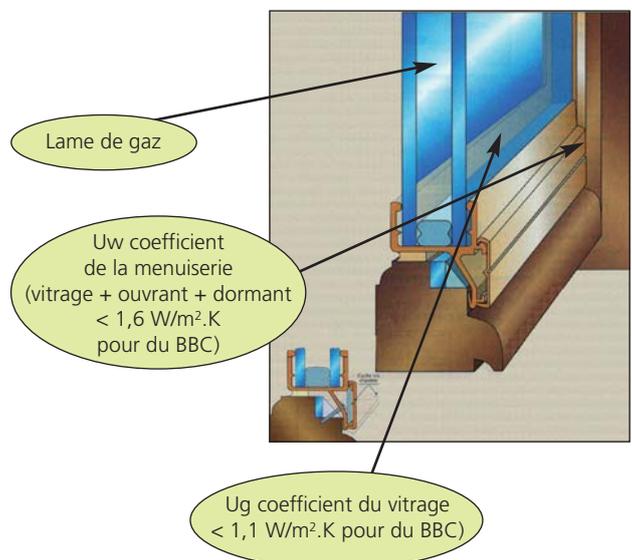
(Source : Pour une amélioration de la performance énergétique des logements neufs, MRW, édition 2004)

- **évacuer** les apports stockés dans la structure du bâtiment, de préférence par la ventilation naturelle nocturne, c'est-à-dire en ouvrant les fenêtres la nuit, ce qui implique que la disposition des pièces permette un brassage d'air suffisant. La ventilation mécanique est déconseillée, mais si elle doit être utilisée, les consommations électriques du ventilateur doivent entrer dans le bilan énergétique,

- **rafraîchir** avec des solutions à basse consommation d'énergie (brasseur d'air), si les dispositions précédentes ne permettent pas d'obtenir un confort d'été suffisant.

Menuiseries et occultations solaires

Les déperditions par les fenêtres sont importantes car la résistance thermique d'une fenêtre peut être dix fois plus faible que celle d'un mur. Voici les éléments à privilégier :



Description des bâtiments basse consommation

- **le bois** : les menuiseries bois avec parement aluminium offrent tous les avantages (si PVC et bois ont un très bon rapport performance/prix, le recyclage du PVC constitue un handicap),
- **une lame d'air épaisse**, le double vitrage comprend deux vitres de verre entre lesquelles est enfermée une lame de gaz (argon, voire krypton) qui rend le vitrage isolant. Un triple vitrage (3 vitres, 2 lames d'air) est encore plus isolant, mais, au-delà de 16 mm d'épaisseur de la lame de gaz, il n'y a plus d'isolation supplémentaire,
- **des vitrages peu émissifs**, à savoir des vitres recouvertes d'une pellicule ultra mince, invisible à l'œil nu, qui arrête les infrarouges, car les infrarouges sont la chaleur,
- **pourquoi pas un label**, pour les menuiseries avec Label *Acotherm, exiger l'étiquetage « Th 9 » ou « Th10 » voir « Th11 » ,

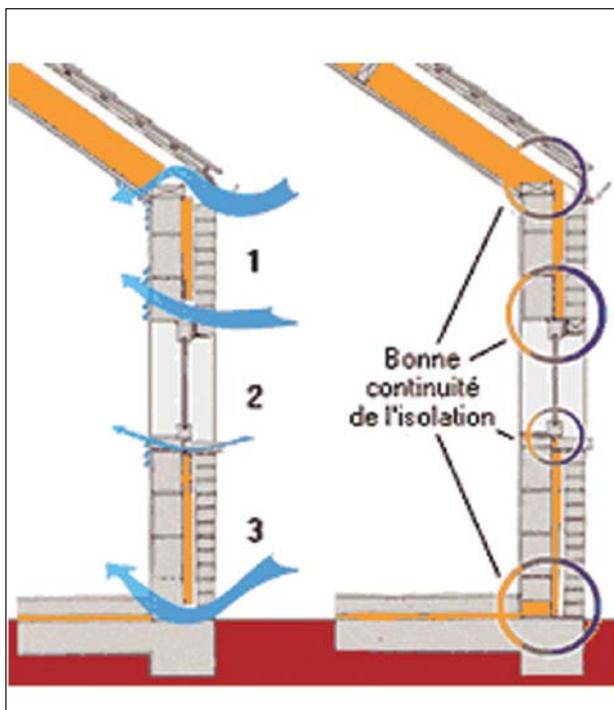
Classe Th	Menuiserie U_w en $W/m^2.K$
Th6	$2,6 \leq U < 2,2$
Th7	$2,2 \leq U < 2,0$
Th8	$2,0 \leq U < 1,8$
Th9	$1,8 \leq U < 1,6$
Th10	$1,6 \leq U < 1,4$
Th11	$1,4 \leq$

Le label ACOTHERM garantit les performances acoustiques et thermiques des fenêtres en tenant compte à la fois de la menuiserie et du vitrage (tous matériaux confondus)

- **un bon coefficient d'isolation**, on préconise un coefficient U_w de valeur inférieure ou égale à $1,6 W/m^2°C$, ce qui correspond à l'isolation de la fenêtre complète (vitrage + ouvrant + dormant), à ne pas confondre avec le coefficient d'isolation U_g du vitrage seul ($U_g < U_w$). Le coefficient U_g est toujours inférieur au U_w . Les fenêtres à triple vitrage ont un coefficient U_w inférieur à $1 W/m^2.K$. La RT 2005 impose pour le U_w une valeur maximum de $2,6 W/m^2.K$. Dans les constructions performantes les coefficients U_w sont proches de $1 W/m^2°C$,
- **un bon facteur solaire moyen (S_w)**, le facteur solaire exprime la proportion d'énergie solaire transmise dans le bâtiment à travers le vitrage, un facteur solaire de 0.42 laisse passer 42 % de l'énergie du soleil. Le maximum théorique de 1 correspondant à l'absence de vitrage. Le facteur solaire moyen doit être maximisé (0.6 double vitrage, 0.5 triple vitrage), sauf pour certains bâtiments tertiaires si le confort d'été exige des vitrages de contrôle solaire.

Nota : ne pas hésiter à demander à l'installateur des menuiseries de fournir, dans ses mémoires de travaux, les performances thermiques des menuiseries (utile pour le dépôt des CEE)

Ponts thermiques



Principaux ponts thermiques à traiter :

- **les jonctions avec la toiture**
- **les jonctions avec les menuiseries**
- **les jonctions avec les planchers intermédiaires et bas**
- **les poutres sur parking**

Ces ponts thermiques doivent être limités en conception, en s'attachant à avoir une « frontière » d'isolant autour du bâtiment.

Description des bâtiments basse consommation

Le tableau ci-dessous reprend les principaux ponts thermiques et indique quelques possibilités de traitement :

	Isolation intérieure	Isolation extérieure
Acrotère	Faire un retour d'isolant d'au moins 5 cm d'épaisseur autour de l'acrotère	
Balcon	Désolidariser totalement ou partiellement le balcon de la façade extérieure	Désolidariser totalement ou partiellement le balcon de la façade extérieure
Poutres sur parking	Faire un retour d'isolant d'au moins 5 cm d'épaisseur sur les 3 faces des poutres	
Plancher bas sur terre plein	Prolonger l'isolant dans le sol sur au moins 60 cm	Prolonger l'isolant dans le sol sur au moins 60 cm
Dalle intermédiaire	Mettre en place dans la mesure du possible des rupteurs de ponts thermiques	
Menuiseries	Effectuer systématiquement un retour d'isolant d'au moins 5 cm d'épaisseur sur le pourtour de la menuiserie	Effectuer systématiquement un retour d'isolant d'au moins 5 cm d'épaisseur sur le pourtour de la menuiserie

Les solutions pour supprimer ou limiter les ponts thermiques sont explicitées sur le site de Promotelec.

(Source <http://www.promotelec.com>)

Étanchéité à l'air

Assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air dans un bâtiment consiste à maîtriser les flux d'air qui circulent à travers les orifices volontaires (bouches de ventilation et entrées d'air) et à limiter les flux incontrôlés pouvant causer pathologies, inconfort, et gaspillage d'énergie.

On peut distinguer cinq enjeux principaux liés à l'étanchéité à l'air :

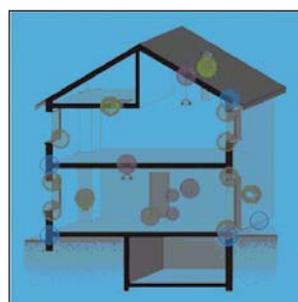
- l'hygiène et la santé (qualité de l'air intérieur),
- le confort thermique et acoustique,
- la facture énergétique,
- la conservation du bâti.

Dans un bâtiment peu étanche à l'air, le volume d'air infiltré peut être équivalent à celui introduit mécaniquement !

Traiter le problème de l'étanchéité à l'air du bâtiment revient à s'attaquer à tous les points sensibles de manière transversale sur l'ensemble des lots techniques et non techniques, à savoir :

- les liaisons façade plancher,
- les menuiseries extérieures (seuils de porte, liaisons en linteau, appuis, tableaux...),
- les équipements électriques (interrupteurs et prise de courant sur parois extérieures),
- les trappes et éléments traversant les parois (trappes accès comble gaine électriques).

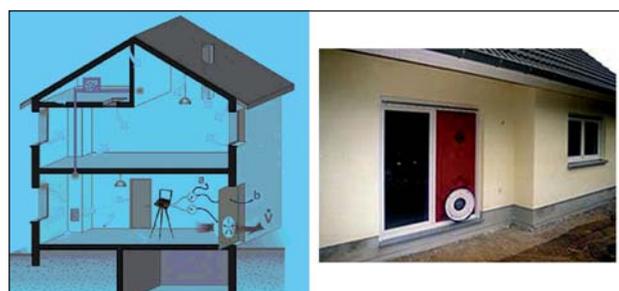
Test de la porte soufflante : Pour l'obtention du label BBC, un test de la porte soufflante doit obligatoirement être réalisé. Le principe consiste à remplacer un des ouvrants de l'enveloppe par un dispositif parfaitement étanche, comportant une ouverture connectée à un ventilateur de vitesse variable.



L'équipe technique peut ainsi mesurer le volume d'air aspiré ou expulsé par les endroits non étanches du bâtiment, ceci sous des conditions de pression variables. Le critère déterminant est le flux d'air en m³ par heure, indiqué par les instruments de la soufflerie.

Une fois les mesures effectuées, il est possible de visualiser les points de fuite à l'aide d'une poire à fumée.

On trouve sur le site www.effinergie.org des informations sur les entreprises capables d'effectuer ce genre de test.



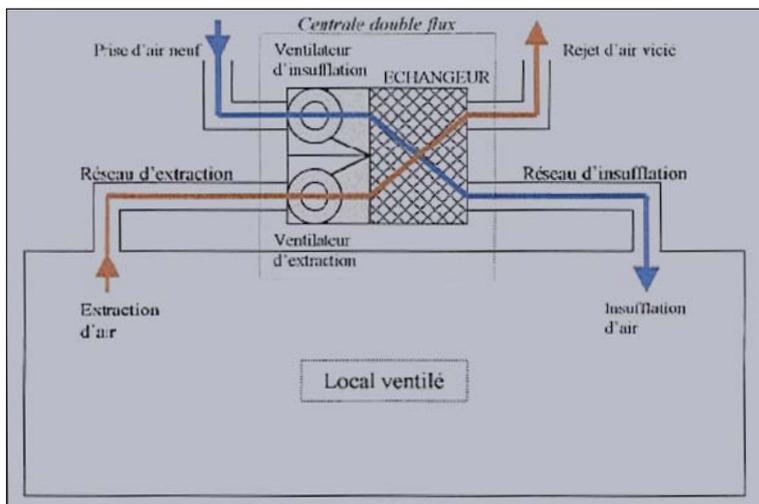
Description des bâtiments basse consommation

● La ventilation

Des études (ADEME) montrent que dans les logements mal ventilés, l'air intérieur peut être plus pollué que l'air extérieur. La ventilation est donc une priorité, à condition de limiter les déperditions de chaleur par l'utilisation de systèmes performants.

Système double-flux

Grâce à un échangeur de chaleur entre l'air du bâtiment et l'air frais, appelé centrale double flux (cf schéma), on réchauffe l'air frais avec la chaleur de l'air évacué, sans mélanger les flux. On peut récupérer jusqu'à 90 % des calories extraites, à condition que le bâtiment soit étanche à l'air, car tout l'air neuf entrant doit passer par l'échangeur de chaleur.



Source : <http://www.energelio.fr/>

Elle permet par ailleurs une filtration des polluants et allergènes provenant de l'extérieur (particules, pollens...) et élimine les problèmes de bruit liés aux ouvertures dans les fenêtres des systèmes de ventilation classiques. La qualité des ventilations double flux peut être variable : il faut choisir un produit présentant une bonne efficacité de récupération de l'échangeur (plus de 70 % pour des bâtiments tertiaires), avec des moteurs à faible consommation d'énergie (à courant continu...)

La modulation des débits de la ventilation peut se faire en fonction d'une détection de présence, du taux d'humidité, du taux de CO₂... Une réflexion sur l'usage des locaux doit être menée pour choisir la meilleure solution de régulation et de systèmes de ventilation indépendants ou non (occupation intermittente, nombre d'occupants variable ou non...)

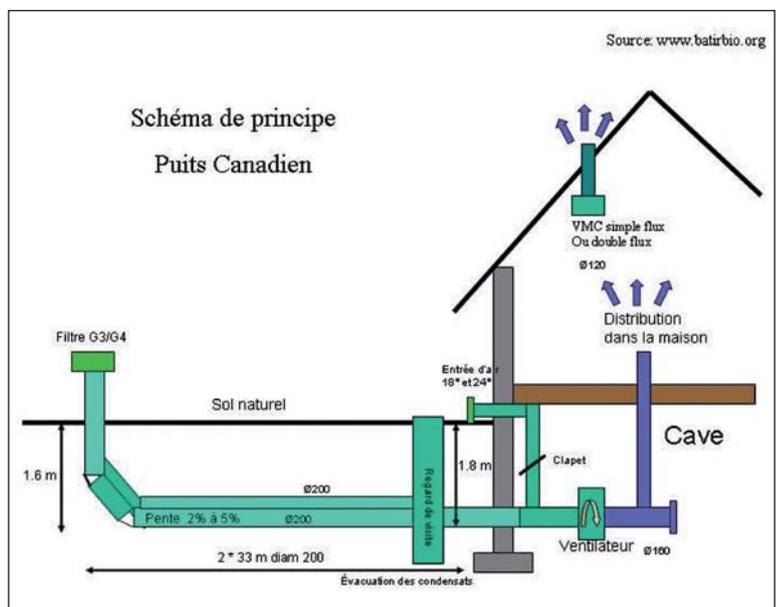
Il faut prévoir d'éviter le passage dans l'échangeur pour la ventilation nocturne en été.

La récupération de chaleur peut également s'effectuer au moyen de pompes à chaleur permettant le transfert de chaleur entre l'air extrait et l'air insufflé. Ces installations sont plus complexes, plus coûteuses, mais autorisent d'importantes économies de fonctionnement.

Puits canadien : refroidissement/réchauffement passif

Le puits canadien, ou puits provençal, permet de réduire la température de 5 à 8° C en période de canicule, avec une consommation électrique dérisoire. Il diminue aussi la consommation de chauffage l'hiver. C'est un système géothermique de surface, basé sur le simple constat que la température du sol à 2 m de profondeur est à peu près constante, environ 17° C en été et 4° C l'hiver. Il sert surtout de climatisation naturelle, mais son installation nécessite une étude sérieuse, par un bureau d'études spécialisé, et implique des travaux de terrassement importants.

Source : <http://www.batirbio.org/>



Description des bâtiments basse consommation

● Le chauffage

La production de chauffage, d'eau chaude sanitaire ou d'électricité à partir d'énergies renouvelables, va de pair avec une utilisation rationnelle de l'énergie.

Voici les avantages et inconvénients comparés de quatre dispositifs :

* COP : Coefficient de performance. C'est la quantité d'énergie transférée pour 1 kWh électrique utilisé. Valeur moyenne annuelle.

	gaz	bois	PAC eau/eau	PAC air/eau
Avantages	Condensation rendement élevé, Simplicité de mise en œuvre	Energie renouvelable neutre en émissions de CO ₂ et issue de ressources locales	COP* élevé supérieur à 4	Coût moindre que les PAC eau/eau Utilisable dans l'existant
Inconvénients	Emissions de CO ₂	Filière d'approvisionnement, manipulations, présence d'un silo	Coût élevé, études de sol nécessaires Réservé au neuf	COP* moindre que les PAC eau/eau, (environ 2.2)

Chaudière gaz à condensation

Dans les chaudières à condensation, la chaleur résiduelle contenue dans les gaz d'échappement est récupérée sous forme de vapeur d'eau par voie de condensation.

Elles comportent un ou plusieurs étages et la combustion peut être modulable. Leur rendement peut dépasser les 109 % (sur PCI, pour 40/30° C et 30 % de charge).

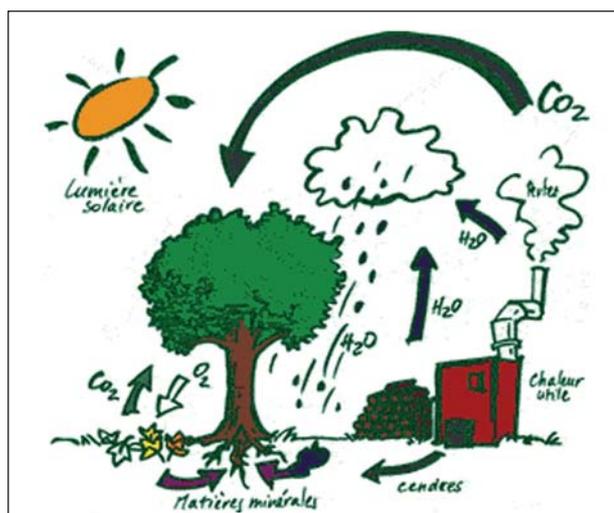
La température du retour est un facteur clé pour la bonne récupération de la chaleur latente de la vapeur contenue dans les gaz de combustion. D'où l'importance du choix d'un régime de température compatible avec le choix de la condensation. Il existe des méthodes astucieuses pour récupérer très efficacement la condensation :

- préchauffage de l'ECS,
- régime de chauffage basse température (60-45 ou 50-40),
- retour dit « froid » et retour dit « chaud », les retours les plus froids permettant de récupérer la condensation.

Le marquage CE, obtenu sur la base de la conformité aux directives européennes est en application depuis 1988, et la Directive Rendements 92/42 définit la valeur nominale de rendement à respecter, non seulement à la pleine puissance de l'appareil, mais aussi à charge partielle à 30 % de la puissance nominale.

Bois énergie

Le bois énergie constitue un élément important de développement durable, à condition d'utiliser des appareils performants et bien entretenus, et du bois de qualité.



Source : ADEME

Aujourd'hui, les différents modèles de chaudières à bois permettent de brûler des combustibles secs ou humides. Ils sont équipés de systèmes d'alimentation et de décendrages automatiques. De plus, l'électronique contrôle et optimise la combustion pour garantir des rendements élevés et le respect des normes anti-pollution. Les besoins de surveillance et d'entretien s'en trouvent réduits (cf www.itebe.fr).

Description des bâtiments basse consommation

Pompes à chaleur (PAC)

Le principe de fonctionnement d'une PAC est identique à celui d'un réfrigérateur.

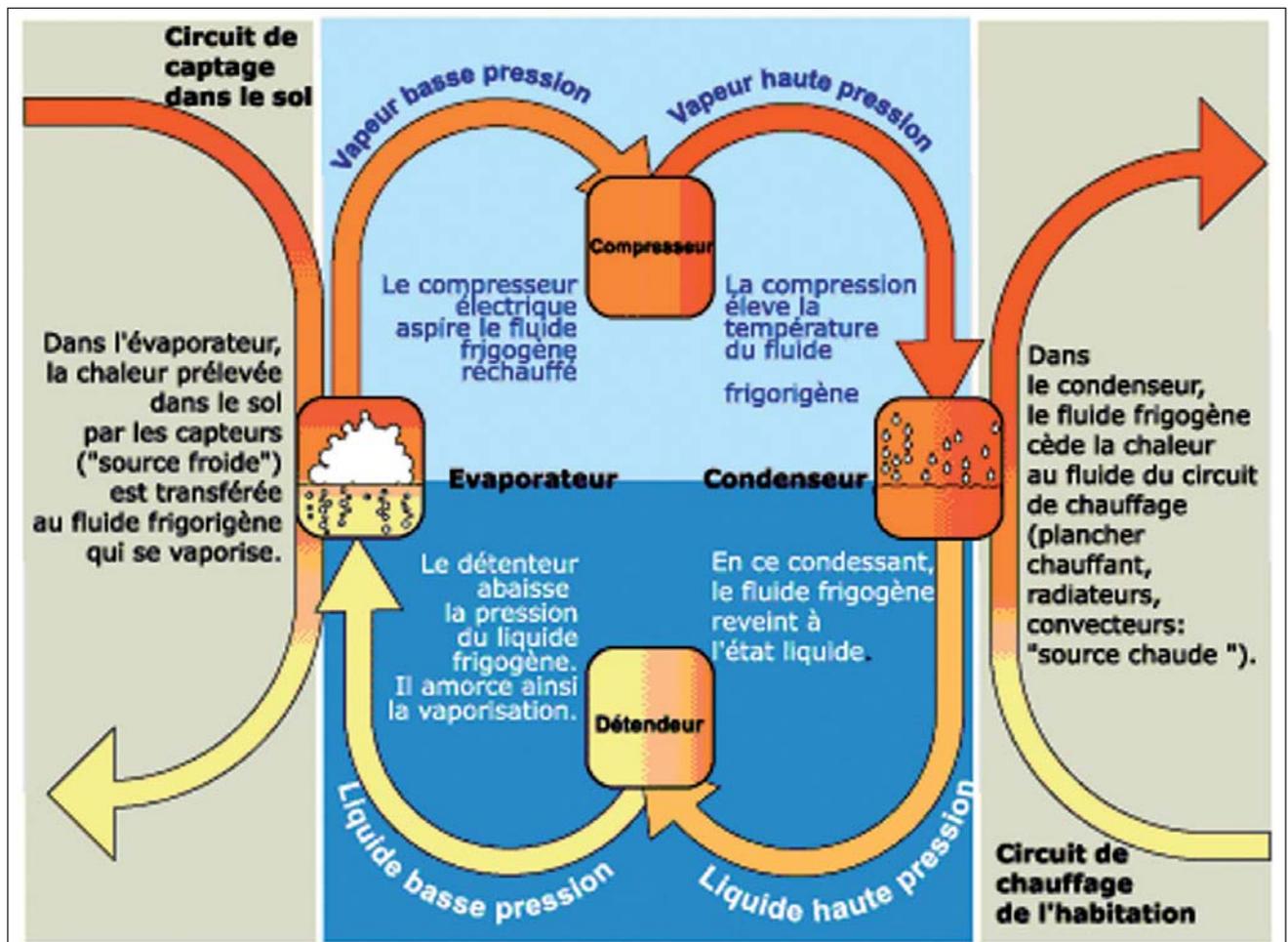
Alors qu'un réfrigérateur évacue ses calories pour rafraîchir son atmosphère, la pompe à chaleur va chercher les calories d'une source froide (air extérieur, sol, nappe phréatique) pour les injecter à l'intérieur du volume à chauffer.

On définit l'efficacité η d'une PAC (son « COP ») par le rapport de l'énergie « utile », la chaleur restituée (pour le chauffage), sur l'énergie coûteuse, le travail fourni à la PAC (électricité).

Il existe plusieurs types de pompes à chaleur : eau/eau, air/eau, air/air...

Le premier terme désigne l'origine du prélèvement, le second, le mode de diffusion de la chaleur (soufflerie, circuit d'eau chaude, plancher chauffant avec fluide frigorigène).

Plus la source contenant l'énergie à prélever (sol, air, nappe phréatique) est stable et proche de la température de consigne, plus la performance (COP) de la PAC est élevée.



Exemple de captage sur sol

Le coefficient de conversion en énergie primaire de l'électricité étant, en France, de 2,58 (cf. §1 page 6), cela signifie que si le COP annuel de la pompe à chaleur (comprenant les auxiliaires) est inférieur à 2,58, la performance du système de chauffage sera inférieure à celle d'une chaufferie gaz.

Les pompes à chaleur air/eau dont le COP ne dépasse pas 2.2 pendant les périodes les plus froides de

l'année permettent plus difficilement d'atteindre les performances du label BBC dans le neuf, hors couplage avec des apports solaires complémentaires (ECS ou chauffage).

Sources : www.pac.ch, www.hespul.org

Description des bâtiments basse consommation

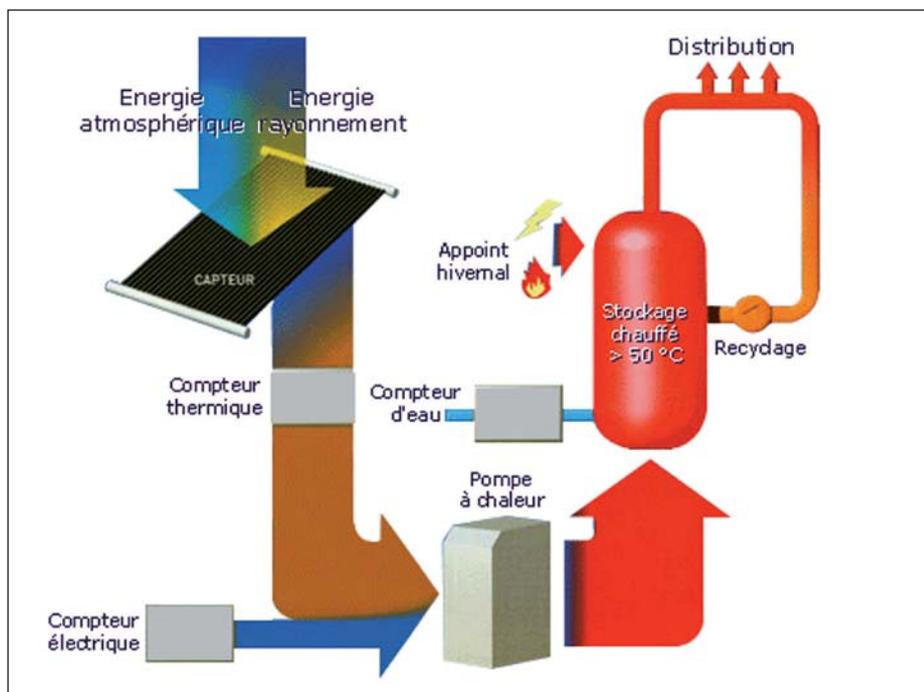
● Systèmes innovants

Système combiné capteur solaire + pompe à chaleur

Grâce à l'association d'un capteur solaire non vitré et d'une pompe à chaleur, ce système permet de produire de l'eau chaude sanitaire en réunissant les avantages des deux technologies.

Le Conseil général du Nord a installé dans une dizaine de collèges une PAC eau/eau qui fournit l'eau chaude sanitaire des élèves en demi-pension, avec un taux de couverture des besoins par les capteurs solaires avoisinant 55 %, le reste est couvert par la PAC et un appoint d'environ 10 %. Le COP moyen annuel est de 3.

De nombreux systèmes innovants émergent sur le marché, on peut notamment citer les pompes à chaleur sur l'air extrait, celles récupérant l'énergie



des eaux usées pour produire l'eau chaude sanitaire, la microcogénération...

Régulation

Une régulation performante est la meilleure façon de consommer peu.

Elle permet en premier lieu de respecter les températures de consignes (+19°C), point fondamental de la consommation du poste chauffage.

En effet, les déperditions énergétiques d'un bâtiment sont fonction de ses caractéristiques thermiques propres et augmentent avec l'écart de température entre intérieur et extérieur (pour un passage de 19 à 20 °C, l'augmentation est d'environ 7 % de ces déperditions pour une température extérieure moyenne de 5°C).

On note également que dans un bâtiment basse consommation (comme pour un bâtiment traditionnel), +1°C sur la température de consigne conduit à élargir la période de chauffage et donc la consommation de chauffage.

* Détail des calculs : +1°C de la température de consigne conduit à +1°C sur le delta moyen de température entre intérieur et extérieur. Pour une température moyenne extérieure sur l'hiver de 5°C, 1°C sur la température de consigne conduit effectivement à $(1 - (20-5)/(19-5)) = 7\%$ d'augmentation des déperditions totales.

L'avis du bureau d'études AMOES

Dans un bâtiment à basse consommation d'énergie, 1°C supplémentaire de température de consigne induit une surconsommation d'énergie de 10 % à 15 % suivant l'usage du bâtiment (et non de 7 % comme pour les bâtiments RT 2005).

S'assurer du respect de la température de consigne est l'une des clés de la réalisation d'un bâtiment BBC. Pour y arriver, deux points sont indispensables :

- La mise en place d'une régulation primaire basée sur la température extérieure et d'une régulation terminale zone par zone, pour profiter des apports internes et solaires. Pour obtenir une régulation terminale fine, on préférera les moteurs électrothermiques aux robinets thermostatiques dont l'efficacité limitée ne permet pas de profiter des apports solaires et internes.
- La sensibilisation des usagers au respect de la température de consigne de 19°C. En effet, pour deux degrés de consigne supplémentaire, un bâtiment BBC aura au mieux les mêmes performances qu'un bâtiment RT2005 -30 % (soit 5 % de mieux que le label THPE), et les efforts portés sur l'enveloppe et les systèmes seront mal valorisés.

Description des bâtiments basse consommation

● Dimensionnement

Un dimensionnement précis des installations de production d'énergie est indispensable pour assurer un bon fonctionnement et des économies d'énergie importantes. Il est notamment indispensable de ne pas surdimensionner les installations de production de chauffage. Sauf cas particulier, une chaudière surdimensionnée aura un rendement médiocre et incompatible avec les objectifs BBC.

De plus ces surdimensionnements engendrent des surcoûts inutiles, alors que c'est précisément dans

les bâtiments BBC que l'on peut observer de fortes moins-values sur le poste chauffage. Les pompes de distribution ne doivent pas être surdimensionnées mais calculées au plus juste en fonction des caractéristiques du réseau de distribution. Il ne faut pas oublier que certaines de ces pompes fonctionnent toute l'année et que leurs consommations sont à peu près proportionnelles au cube du débit.

Enfin, les organes de chauffage (vannes, échangeurs, bouteille de mélange...) doivent être nécessairement isolés. Une vanne non isolée représente 1.5 m de conduite non isolée.

● L'eau chaude sanitaire (ECS)

L'ECS peut représenter plus de 50 % des consommations en énergie primaire d'un bâtiment performant. C'est un point très sensible à prendre en compte dès la conception du bâtiment.

Réduire les besoins à la source constitue le moyen le plus simple de limiter les consommations d'énergie liées à l'ECS. Plusieurs solutions existent :

- **des temporisateurs, limiteurs de débit auto-régulés (4l/min) au nez des lavabos et éviers,**
- **les douchettes économes (venturi, turbulence...) à 7 l/min,**
- **installer des robinets temporisés (boutons-poussoir, détecteur de présence des mains)**
- **l'information des usagers sur la part importante de l'ECS dans leur facture**

Production par le solaire thermique

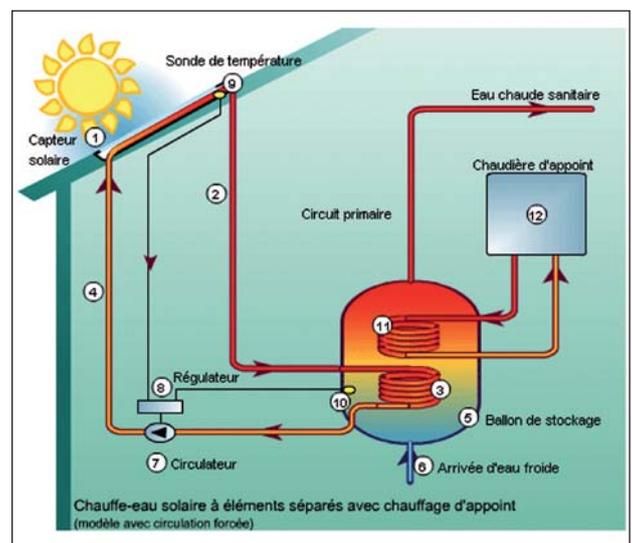
La production solaire permet d'économiser jusqu'à 50 % sur les besoins en énergie pour la production d'eau chaude.

Il comprend des capteurs solaires thermiques posés en toiture, un système de circulation et de régulation et un ballon de stockage d'eau chaude. Il peut être utilisé indépendamment du système de chauffage.

Pour la production d'ECS, on prévoit un mètre à un mètre carré et demi de capteurs solaires thermiques par logement en habitat collectif social, et un volume de stockage d'environ 50 litres par mètre carré de capteurs. La productivité des capteurs atteint 400 à 500kWh/an/m², en énergie utile, et couvre 40 à 50 % des besoins annuels.

L'été, la couverture des besoins est proche de 100 %, ce qui permet de ne pas utiliser la chaudière d'appoint et augmente donc sa durée de vie. Pour une installation 100 % renouvelable on peut coupler le chauffe-eau solaire avec **une chaudière bois**.

Pour un bâtiment BBC avec des usages d'eau chaude sanitaire réguliers et continus en été, le recours à



Source : ADEME

une installation solaire thermique est fortement recommandé.

Distribution et stockage

On veillera à limiter les points de puisage et à les regrouper autour d'une gaine technique unique, ainsi qu'à isoler les tuyaux d'ECS afin que les pertes n'excèdent pas 5W/ml. Les ballons mal isolés représentent aussi une forte déperdition d'énergie. L'utilisation d'une résistance équivalente à 10 cm de laine de roche limite les pertes liées au stockage et les surchauffes d'été qui en découlent.

Remarque : Pour diminuer les pertes, il est possible de diminuer la température de production de l'eau chaude sanitaire. D'après l'arrêté du 30 novembre 2005 concernant la légionellose et sauf cas spécifique (établissement de santé...), il n'y a pas de minimum de température de stockage pour un volume de ballon inférieur à 400 l et un réseau de distribution qui contient moins de 3 l. Sinon la température de stockage doit être de 55°C.

Description des bâtiments basse consommation

● Les usages électriques

Les solutions pour atteindre une meilleure efficacité électrique échappent au projet d'architecture et résident principalement dans le choix des appareils. La tâche est facilitée avec les étiquettes-énergie qui informent des caractéristiques de l'appareil.

Énergie		Lave-linge
Fabricant		
Modèle		
Économe		A
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
Peu économe		
Consommation d'énergie kWh/cycle <small>(Sur la base des résultats obtenus pour le cycle blanc 60°C dans des conditions d'essai normalisées)</small>		0.95
La consommation réelle dépend des conditions d'utilisation de l'appareil		
Efficacité de lavage <small>A: plus élevé 0: plus faible</small>		A B C D E F G
Efficacité d'essorage <small>A: plus élevé 0: plus faible</small>		A B C D E F G
Vitesse d'essorage (tr/mn)		1200
Capacité (blanc kg)		5,0
Consommation d'eau L		48
Bruit [dB(A) re 1 pW]	Lavage	51
	Essorage	65
<small>Norme EN 60456 Directive 95/12/CE relative à l'étiquetage des lave-linge</small>		

Étiquette-énergie. Source : ADEME

Dans un bâtiment tertiaire BBC, l'éclairage représente un poste de consommation important. Ainsi, il est important de viser à limiter les puissances installées à 7W/m² (puissance des ballasts et veille des détecteurs de présence incluses), de différencier le niveau d'éclairage entre l'éclairage d'ambiance et le poste de travail et d'utiliser des lampes et une régulation performante (lampes basse consommation, éclairage direct, détecteurs de présence, détecteur crépusculaire et horloge pour l'éclairage extérieur...).

Remarque : pour l'éclairage de sécurité (BAES), les systèmes classiques ont une puissance de veille pour compenser l'auto-décharge des batteries comprise entre 5 et 7 W. Ceci représente une consommation de 60 kWh/an par bloc ; dans les bâtiments performants, ces dispositifs peuvent représenter 80 % de la consommation de tous les postes d'éclairage.

Certains systèmes récents ont une puissance de veille plus raisonnable de l'ordre de 1 à 2 W.

(cf annexe 5)

Rappel de quelques précautions

Dans un lave-linge ou un lave-vaisselle classique plus de 80 % de l'énergie est absorbée par le chauffage de l'eau. On peut considérablement réduire cette consommation en fournissant aux appareils de l'eau chauffée non électriquement (chauffe-eau solaire, par exemple). Ceci nécessite une double entrée « eau chaude, eau froide » sur l'appareil, qui permet d'injecter directement de l'eau chaude.

Les lave-vaisselle à double entrée existent, les lave-linge sont encore peu répandus.

Outre le choix de l'appareil, son emplacement importe, il est préférable, bien sûr, de ne pas installer le réfrigérateur à côté du four.

Dans le secteur tertiaire, le choix des équipements bureautiques doit tenir compte de l'adaptation des performances aux besoins, et de la consommation.

Attention à la consommation en veille !

Avantages de l'énergie solaire photovoltaïque (www.hespul.org)

L'énergie solaire photovoltaïque produit de l'électricité à partir du rayonnement solaire. Elle assure une production renouvelable et propre, exploitable aussi bien dans un village isolé qu'au centre d'une ville, aussi bien dans le Sud de la France que dans le Nord.

L'électricité, produite au plus près du lieu de consommation, de manière décentralisée, est facilement accessible au particulier.

Les systèmes photovoltaïques sont extrêmement fiables : aucune pièce mécanique n'est en mouvement, les matériaux employés (verre, aluminium) résistent aux pires conditions climatiques (notamment à la grêle), et leur durée de vie est de plusieurs dizaines d'années.

En France continentale, la voie la plus intéressante, à court terme, est celle de l'intégration dans le bâti (PRIB – photovoltaïque raccordé au réseau et intégré au bâti). Le module PV assure alors une seconde fonction (couverture étanche, verrière translucide, brise-soleil) qui justifie son coût.

Description des bâtiments basse consommation

Arrêté du 10 juillet 2006 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000

L'arrêté définit de nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite à partir de l'énergie radiative du soleil : 30 c€/kWh pour la France continentale et 40 c€/kWh pour la Corse, les départements d'outre-mer et Mayotte, prix indexés sur l'évolution des tarifs réglementés.

Il définit par ailleurs une prime d'intégration au bâti. Cette prime vise à faciliter le développement de composants standards de la construction neuve intégrant la fonction de production d'électricité photovoltaïque. Elle se monte à 25 c€/kWh pour les installations situées en France continentale et à 15 c€/kWh pour celles situées en Corse, dans les départements d'outre mer et à Mayotte.

Vous pouvez accéder à l'information mise à jour :

- <http://service-public.edf.com/107122i/Accueil-com/EDF-Service-public/les-obligations-dachat.html>
- http://www.industrie.gouv.fr/energie/electric/f1e_elec.htm, **rubrique « la production d'électricité »**



● Une situation nouvelle pour les intervenants

Rôle des collectivités territoriales

Les collectivités locales sont des acteurs essentiels de la lutte pour la réduction des gaz à effet de serre (GES) :

- par leurs décisions d'équipement (aménagement, urbanisme, transport...),
- au titre du patrimoine qu'elles gèrent (bâtiments, éclairages publics...),
- par les activités qui dépendent d'elles (transports, déchets, chauffages urbains...),
- par l'exemple qu'elles fournissent.

Elles contribuent d'ailleurs à produire plus de 12 % des émissions nationales de GES, soit une soixantaine de millions de tonnes éq.CO₂ par an.

La réalisation de bâtiments démonstrateurs à basse consommation énergétique constitue un des moyens d'atteindre, à l'horizon 2050, l'objectif de réduction d'un facteur 4 des émissions de GES et donc de réduire dans les mêmes proportions les consommations énergétiques du parc de bâtiments.

Mais, il existe peu d'exemples de construction basse consommation sur le territoire national. On évoque souvent le « surcoût » d'investissement, le manque d'acteurs locaux dans le domaine ou le manque de compétences (internes ou/et externes) pour mener à bien les projets.

Or la demande augmente de la part des maîtres d'ouvrage. L'engouement pour les opérations dites « passives », ainsi que les souhaits du Grenelle de l'environnement impliquent une compréhension et un savoir-faire autres.

Partenaires

Les collectivités territoriales peuvent disposer de soutiens techniques et financiers des différents partenaires institutionnels : ADEME, régions, agences régionales de l'énergie, agences locales de l'énergie, etc.

Les organismes de certifications et de labellisations sont aussi des partenaires incontournables. L'association Effinergie veut démontrer que la « basse énergie » ne nécessite pas d'équipements exceptionnels et coûteux mais qu'elle peut être obtenue par l'addition harmonieuse et intelligente de la conception et des équipements. Inspirée du label allemand, PassivHaus, et du label suisse, Minergie, cette nouvelle certification pose des exigences ambitieuses qui devraient propulser le secteur vers l'éco-construction.

Quatre organismes certificateurs reconnus par l'Etat, et accrédités par le COFRAC, vont utiliser la marque EFFINERGIE® pour la certification des BBC :

- **CERTIVEA** pour les bâtiments tertiaires (écoles, bureaux...), en association avec la certification NF Bâtiments Tertiaires-Démarche HQE®,
- **CERQUAL** pour les immeubles collectifs et les logements individuels groupés, en association avec les certifications Qualitel (confort et économie de charges) et Habitat & Environnement (confort et respect de l'environnement),
- **CEQUAMI** pour les maisons individuelles en secteur diffus, en association avec les certifications NF Maison Individuelle et NF Maison Individuelle démarche HQE®,
- **PROMOTELEC** pour les maisons individuelles, les logements individuels groupés et les logements collectifs, dans le cadre de son Label Performance.

Enfin, des associations locales travaillent au développement des bâtiments basse consommation.

Montages techniques et financiers

Aides financières des collectivités :

De nombreuses Régions sont à l'initiative de démarches pour le développement de bâtiments peu énergivores et peu émetteurs de gaz à effet de serre.

Elles agissent sur leur territoire soit directement auprès de l'ensemble des différentes typologies de maîtres d'ouvrage, soit en sollicitant les communes ou leur groupement pour des actions plus ciblées géographiquement.

Trois aides existent et peuvent être cumulées :

- **l'aide à la décision** : la Région prend en charge une part importante (de 50 à 70 %) des coûts de diagnostic,
- **l'aide à l'investissement** : pour des opérations exemplaires (jusqu'à 40 %),
- **l'aide à la sensibilisation et à la communication** auprès de différents publics, particuliers et entreprises.

[Deux exemples d'aides financières sont disponibles sur les liens suivants :](#)

• CR Basse-Normandie :

http://www.cr-basse-normandie.fr/aide_region_fiche.php?id=90&polit=environnement%20et%20ruralité&domaine=Economies%20d%27%E9nergie&ben=collectivité%E9s

• CR Alsace :

<http://sites.region-alsace.eu/energie/menugauche/Batiments+economies+en+energie/3.+Aides+3.htm>

À n'en pas douter, les communautés d'agglomérations et les communautés urbaines ne manqueront pas, comme certaines d'entre elles le font déjà pour le développement des EnR, à ajouter leur pierre au développement sur leur territoire de projets BBC.

Les appels à projets :

Les appels à projets se multiplient émanant de l'Europe, l'ADEME, et dorénavant des régions... Outre les aides définies nationalement des dispositifs d'appels à projets locaux voient le jour.

L'ADEME, l'ANAH⁽¹⁾, le PUCA⁽²⁾ et l'ANRU⁽³⁾ viennent de lancer, avec certaines régions, des appels à projets portant sur les « bâtiments démonstrateurs à basse consommation énergétique ».

Dans un communiqué, l'ADEME rappelle que, **responsable de 42 % des consommations d'énergie et de 20 % des émissions de gaz à effet de serre en France, le secteur du bâtiment est un domaine d'intervention prioritaire pour répondre aux enjeux énergétiques et climatiques actuels. Il s'agit d'obtenir d'ici fin 2009, un nombre significatif de bâtiments neufs ou réhabilités très performants.**

Les partenaires du PREBAT ont pour mission de susciter la réalisation de ce type de bâtiments dont les performances doivent aller très au-delà des exigences de la réglementation énergétique actuelle. L'organisation d'appels à projets régionaux est ainsi lancée à l'attention des maîtres d'ouvrages, dans le cadre d'une démarche nationale. Ils sont pilotés par les délégations régionales de l'ADEME et les régions en collaboration, le cas échéant, avec les structures locales d'Effinergie, et d'autres partenaires régionaux. Ainsi, les niveaux de performances sont modulés selon les régions pour tenir compte des zones climatiques et des spécificités régionales. Ces appels à projets sont pluriannuels jusqu'en 2009. (cf annexe 3).

Pour les régions membres de l'association Effinergie, les niveaux de performance énergétique exigés seront conformes au référentiel développé par l'association dans le cadre du PREBAT, avec le soutien financier de l'ADEME qui précise que **les aides pourront être obtenues dès les phases d'esquisse et de conception afin d'orienter au maximum les opérations vers une performance énergétique élevée.**

Pour les bâtiments achevés, les aides contribueront à financer la réalisation d'un diagnostic énergétique. Pour les bâtiments à construire ou à réhabiliter, elles seront dédiées aux études à caractère énergétique préalables et à la réalisation des travaux.

Deux exemples :

• Appel à projet de la Région Languedoc-Roussillon :

http://www.cr-languedocroussillon.fr/uploads/Document/WEB_CHEMIN_5225_1210940728.pdf

• Appel à projet de la Région Centre :

<http://www.regioncentre.fr/jahia/Jahia/AccueilRegionCentre/Environnement/AppelsProjets/EfficaciteEnergetiqueBatiments>

Exemples de montages financiers et techniques : le contrat de performance énergétique (CPE) :

Le principe est simple : financer les mesures de réduction des consommations par les économies d'énergie qui en résultent. Un opérateur privé planifie et entreprend des mesures d'efficacité énergétique dans un bâtiment, et garantit la performance par une garantie d'économie d'énergie. L'opérateur organise lui-même le financement de l'opération, exploite le nouveau système énergétique pendant la durée du contrat, obtient comme rémunération tout ou partie des économies d'énergie et rembourse ainsi l'investissement et ses coûts opérationnels.

À la fin du contrat, le propriétaire du bâtiment bénéficie de l'intégralité des économies d'énergie.

L'innovation en matière de produits financiers reste à construire en France. Les directions évoquées lors du Grenelle de l'environnement concernent les prêts à taux réduit, un fond de garantie des financements, l'augmentation du budget PREBAT et l'harmonisation des différents programmes.

Guide Gimelec - MAPPP : Optimisation de la performance énergétique dans les bâtiments publics par la mise en œuvre des Contrats de Partenariat. <http://www.gimelec.fr/Content/Default.asp?PageID=205>

(1) ANAH : Agence nationale de l'habitat

(2) PUCA : Plan urbanisme, construction, architecture

(3) ANRU : Agence nationale pour la rénovation urbaine

● De nouvelles compétences

Les améliorations techniques liées aux performances énergétiques s'imposent progressivement depuis plus de 20 ans dans certains pays d'Europe et d'Amérique du Nord. Nous pouvons nous appuyer sur leur expérience pour la conception architecturale, la mise en œuvre pour les entreprises, la réglementation.

Le bâtiment basse consommation n'est déjà plus une utopie. Reste qu'une réalisation pilote n'est pas transposable à toutes les constructions neuves, et encore moins aux logements existants. Nombreuses sont les références aux labels étrangers, or tous ne sont pas transposables à cause de modes constructifs différents. Au-delà de la démarche opérationnelle semblable à toute opération de construction, régie par la loi MOP, il convient de redéfinir les missions et le rôle des acteurs.

Principaux acteurs et leurs relations

La réduction de la consommation énergétique du bâtiment exige une participation aux projets aussi précoce que possible. Deux prestations indispensables doivent être redéfinies pour répondre aux nouvelles exigences :

- les études de faisabilité
- la maîtrise d'œuvre

Les approches sont différentes mais complémentaires.

Maître d'œuvre

Son rôle de conseil auprès de la maîtrise d'ouvrage doit être renforcé.

Il doit veiller à la bonne gestion des coûts que les entreprises ont tendance à surévaluer pour les constructions et systèmes nouveaux. En évitant les dérives de prix, il peut limiter le surcoût des bâtiments basses consommations. Son expertise technique et son rôle de chef d'orchestre doivent être accompagnés d'une meilleure information des entreprises sur les systèmes/matériels et leur mise en œuvre. En effet, il doit s'assurer de la maîtrise effective de la mise en œuvre des solutions techniques par les acteurs du bâtiment (artisans, entreprises, économistes, bureaux d'étude...).

La conception des bâtiments basse consommation d'énergie requiert des compétences d'ingénierie subtiles, il est donc indispensable de renforcer l'action du maître d'œuvre en missionnant un bureau d'études techniques fluides pour l'assister, ce qui assure la cohésion du projet et renforce la lisibilité des objectifs.

Bureau d'études fluides

Le bureau d'études fluides doit intervenir dès la phase « esquisse », notamment en réalisant une simulation dynamique. Les systèmes pourront être choisis en fonction des consommations d'énergie qu'ils engen-

drent, et leur dimensionnement sera calculé finement pour éviter les surdimensionnements générateurs de dégradations de rendements et de surcoût.

Le bureau d'études fluides doit prendre en charge la mission d'EXE, car si les entreprises disposent d'un savoir faire du terrain, elles ont tendance à « prendre des marges » dans le dimensionnement des équipements pour éviter tout problème. Ce n'est plus possible pour un BBC. La présence du bureau d'études fluides sur le chantier permettra d'éviter des erreurs lors de choix concernant, par exemple, les isolants, le diamètre des conduites, les pompes, etc. Il doit assurer un réel suivi de chantier.

Lors de la phase étude, il est primordial d'utiliser les outils informatiques tels que la simulation thermique et dynamique qui permettent de décrire l'ambiance des futurs bâtiments, en fonction des apports solaires et de l'inertie des matériaux. La simulation thermique dynamique modélise le comportement d'un bâtiment, en général au pas de temps horaire et sur une année. C'est un outil indispensable dans la conception de bâtiments très performants, pour deux raisons :

- le **contrôle des besoins de chauffage** dans les bâtiments à basse consommation d'énergie requiert des ajustements fins – des phénomènes auparavant marginaux (ponts thermiques, infiltrations d'air...) deviennent prépondérants lorsque les postes principaux (isolation, menuiseries, ventilation) ont été traités,
- les **bâtiments sur-isolés** sont davantage sujets aux surchauffes estivales à cause de l'effet « thermos ». L'outil de la simulation thermique dynamique anticipe ce problème et permet de choisir les solutions pour le résoudre.

Attention, la simulation thermique dynamique est à distinguer du calcul réglementaire thermique :

- la **réglementation thermique** est un outil de calcul normatif, pas un outil de conception. Un certain nombre d'hypothèses sont figées, ce qui implique que le comportement réel du bâtiment peut différer significativement de la modélisation sous le moteur RT,
- la **simulation thermique dynamique** doit être réalisée en phase APS au plus tard, et toujours avant le dépôt du permis de construire, pour permettre les ajustements architecturaux. Si elle est réalisée en phase APD ou DCE et révèle que des modifications architecturales sont nécessaires, le projet est souvent déjà trop figé pour modifier les choix.

Entreprises

En termes de redéfinition des tâches et de synergie entre les acteurs, on peut prendre l'exemple de l'étanchéité à l'air. En effet, un bon allotissement de l'étanchéité à l'air peut déterminer la réussite d'un projet de construction BBC. L'allotissement doit être

le plus cohérent et le plus simple possible pour éviter la multiplication d'intervenants non formés à cette question. Une personne doit en être responsable au quotidien sur le chantier (souvent le lot charpente, pour les constructions bois), avoir le mandat et s'assurer que les autres corps d'état n'abîment pas ce qui a été fait. La visite hebdomadaire de l'architecte et/ou du maître d'œuvre n'est pas suffisante.

Exploitant

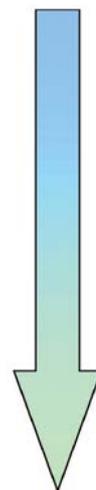
Le rôle de l'exploitant est primordial, car les installations (GTC, GTB...) nécessitent souvent une surveillance. Pour que les systèmes restent performants, les automatismes permettant de répondre à une réduction des consommations doivent rester opérationnels. Il est de plus en plus demandé au bureau d'études fluides de rédiger une notice d'utilisation pour les usagers, ainsi qu'un cahier des charges et/ou une charte de bonne utilisation. Des prestations de commissionnement apparaissent lorsque le bureau d'études s'engage à faire un tour d'horizon régulier du bâtiment pour valider son bon fonctionnement et réaliser les ajustements éventuels permettant des économies d'énergie (voir à ce sujet le guide du COSTIC).

Assistant à maîtrise d'ouvrage

Sur les premières opérations BBC menées par une collectivité, une mission spécifique d'AMO BBC ou HQE avec compétences BBC, étendue à toute la durée des études et de la réalisation, voire à un suivi évaluation, apparaît comme une bonne solution pour sensibiliser, accompagner et former le maître d'ouvrage à la dé-

marche BBC. Attention, un AMO HQE n'a pas forcément les compétences d'un AMO BBC. Un AMO BBC est bon s'il fait aussi de la maîtrise d'œuvre sur d'autres projets. Ce recours doit se faire si possible dès l'initiation du projet et s'étendre jusqu'au suivi de performance du bâtiment réalisé. Avec ce suivi continu, l'AMO énergie est ainsi le premier garant de la réussite énergétique du projet. À terme, les différents éléments de la mission pourront être réalisés au sein même de la maîtrise d'ouvrage, ou par un conducteur d'opération ayant intégré la compétence BBC.

Les points indispensables d'étapes des relations entre les acteurs



- Phase : Etude de faisabilité
AMO Energie associé à AMO HQE/environnement
- Phase : Programme
AMO Energie : conseille le maître d'ouvrage.
Ses missions d'assistances portent sur :
l'aide à l'élaboration du programme.
- Phase : APS
BET Fluides : simulation dynamique indispensable
- Phase : APD
- Phase : DCE
Dimensionnement précis des systèmes
- Phase : Réalisation. Mission d'EXE sur les lots techniques prise en charge par le BET fluides.
Suivi effectif de chantier
- Phase : Gestion
Elaboration d'un contrat d'exploitation

Formations associés

Les formations associées à la construction des bâtiments basse consommation concernent tous les acteurs : architectes, ingénieurs et techniciens, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, économistes... Elles sont généralistes (allant de la réglementation thermique à la démarche BBC) ou spécifiques (par exemple, formation sur l'étanchéité à l'air organisée par la région Bourgogne). Mais très peu sont diplômantes, d'où les parcours singuliers des acteurs actuels.

Quelques exemples :

- **formations régionales** : il n'existe pas aujourd'hui à proprement parler de cursus de formation soutenue par les directions de la formation professionnelle des Régions sur le champ de la basse consommation d'énergie. Mais de très nombreuses initiatives se font jour à destination de maîtres d'ouvrage ou maîtres d'œuvre, axées sur une sensibilisation et des premiers apports méthodologiques.

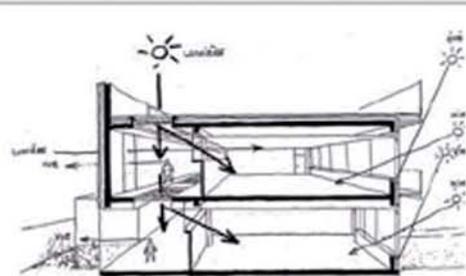
Exemples :

- CR Poitou-Charentes : www.poitou-charentes.fr/fr/exergue/breves/index.dml?id=546
- CR Bourgogne : http://www.cr-bourgogne.fr/index.php?&o=article&c=684&p=&article_article_id=3397&article_direction=fiche
- formations à l'attention des maîtres d'ouvrage publics, au CNFPT et à l'ENACT,
- formations des écoles d'architecture et d'ingénieurs (INSA Strasbourg, Ecole des Mines d'Alès, ...),
- formations universitaires,
- formations FFB à destination des entreprises,
- formations ADEME, CSTB,
- formations de l'INES (Institut national de l'énergie solaire), d'Effinergie

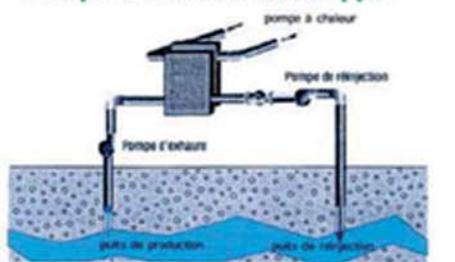
Un des temps fort du Grenelle de l'environnement a été la proposition d'un grand plan de formation professionnelle adapté aux besoins spécifiques de la rénovation thermique.

● Fiche 1 - Enseignement : École Zéro énergie

Fiche n° 1	Enseignement	Bâtiment d'enseignement <i>En cours de réalisation</i>
<h3><i>Ecole « Zéro Energie » à Limeil-Brévannes (94)</i></h3>		
<p><u>Éléments innovants de l'opération :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Isolation par l'extérieur - 65 000kWh de production énergétique, 60 000kWh de consommation estimée - Energies renouvelables : solaires photovoltaïque, solaire thermique, PAC géothermique - Sobriété énergétique 		
<p>À la rentrée 2007, les élèves découvriront le premier bâtiment public français passif. Il produira 65 000 kWh par an pour un besoin estimé à 60 000 kWh</p> <p>Un projet déjà primé !</p> <p>L'Ecole Jean-Louis Marquize a déjà reçu le 1^{er} prix au 10^e Prix de l'Environnement des Villes d'Ile-de-France dans la catégorie «Qualité environnementale des constructions» (mai 2006) ainsi que le 1^{er} prix aux Oxygen Awards dans la catégorie «Politique environnementale/Energie propre» (novembre 2006)</p>	 <p>image cabinet GOLDSTEIN</p> <p>Contrôle de circulation naturel de l'air par les baies vitrées Plan du rez-de-chaussée Plan du 1^{er} étage Prise et canal de réfrigération en terrasse (réduction du bruit pour le voisinage)</p>	
<p>Toutes les classes seront orientées sud- sud- est. Leurs larges baies vitrées seront équipées d'un vitrage double peau enfermant une lame d'air.</p> <p>Les stores y seront intégrés. Des triples vitrages émissifs avec gaz rares seront posés sur la façade nord. Le bâtiment à structure béton sera isolé par l'extérieur : les murs, grâce à une épaisseur de laine de verre de 18cm ; la toiture, par 14 cm de polyuréthane et une terrasse végétalisée.</p> <p>Sur le toit : 700 m² de panneaux photovoltaïques (80 kW_c) et 30 m² de capteurs thermiques qui couvriront les trois quarts des besoins de l'école en eau chaude sanitaire.</p> <p>Le chauffage sera assuré par une pompe à chaleur qui puisera ses calories à 70 m de profondeur dans une nappe à 13°C.</p> <p>Dans les salles au taux d'occupation variable (bibliothèque, salle polyvalente...), des détecteurs de CO₂ permettront d'optimiser la ventilation (VMC double flux). Lampe basse consommation, récupération des eaux pluviales sont également prévus</p>		
<p>Les coordonnées des intervenants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Maître d'ouvrage : Mairie de Limeil- Brévannes – Tel. : 01 45 10 76 00 ➤ Maître d'ouvrage délégué : Auris – Tél. : 01 49 09 99 00 ➤ AMO HQE : Tribu – Tél. : 01 43 49 55 75 ➤ Maîtrise d'œuvre : Cabinet Goldsrein – Tél. : 01 48 35 14 48 ➤ Cofinancement : Région, ADEME ➤ exploitant : ... 		



Pompe à chaleur sur nappe



Utilisation de la nappe phréatique comme source géothermique

Objectif 1 : minimiser les besoins énergétiques

La lumière :

larges baies vitrées permettant une très faible utilisation de la lumière artificielle, tout en obtenant une luminosité performante dans les salles de classe.

On s'attache ici au principe d'éclairage naturel.

La chaleur : parois vitrées et isolation thermique

- Exposition du bâtiment : orientation sud afin de couvrir, en hiver, une partie importante des besoins de chauffage grâce à la chaleur du soleil.
- Une «sur-isolation» (21 cm) extérieure des murs, fenêtres et toiture du bâtiment.
- Utilisation des dernières techniques de vitrage plus performant (triple vitrage)

La ventilation :

- Ventilation naturelle du bâtiment : système de « double flux » qui permet de récupérer la chaleur contenue dans l'air avant de la rejeter vers l'extérieur sans dépense électrique.

Capteurs dans les classes et la bibliothèque : ces capteurs permettent de mesurer la teneur en CO₂ afin de réguler la ventilation à l'intérieur des différentes pièces.

Objectif 2 : utiliser uniquement des énergies renouvelables

Préoccupation majeure : réduire l'impact sur l'effet de serre et la pollution atmosphérique (au moins 20 tonnes de CO₂ évitées par an).

Installation d'une pompe à chaleur puisant son énergie dans la chaleur des nappes phréatiques : on pompe l'eau chaude des nappes phréatiques en profondeur.

Un échange thermique est créé avec le système de chauffage puis l'eau refroidie est réinjectée dans la nappe phréatique.

Objectif 2 bis : utiliser uniquement des énergies renouvelables

- Production autonome d'énergie : 800 m² de cellules photovoltaïques installées en toiture et en façade.
- Les panneaux photovoltaïques produisent du courant continu transformé en courant alternatif par les onduleurs, pour être compatible avec le réseau de distribution publique.

Ce courant est ensuite intégralement injecté dans le réseau EDF qui achète les kWh produits. Le prix d'achat, fixé par décret, est particulièrement attractif (0,55 €/kWh) afin de favoriser les énergies renouvelables.

En vendant l'électricité solaire qu'elle produit, Limeil-Brévannes allègera sa facture énergétique et donnera un coup de pouce à l'environnement.

L'eau chaude sanitaire est en majeure partie issue de capteurs solaires qui réchauffent un fluide (eau + antigel) avec l'action du soleil.

Ce fluide assure ensuite un transfert de chaleur vers le réseau d'eau du groupe scolaire.

Données techniques de l'opération

Production estimée : 65 000 kWh

Consommation estimée : 60 000 kWh/an

$U_{\text{bat}} = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}^\circ$

Données économiques de l'opération

Coût total : 5M€

Surcoût estimé à 30 %

Partenariat de co-financement :
Région - ADEME

(Valeur 2007)

Pour en savoir plus :

Les contacts :

Sources : Initiatives – Environnement Magazine – Septembre 2006

● Fiche 2 – Bureaux administratifs : INEED, une vitrine de l'éco-construction

Fiche n° 2	Bureaux administratifs et ERP	Bureaux administratifs et ERP <i>(État d'avancer)</i>
<i>Appellation de l'opération et/ou du bâtiment</i>		
<p><u>Eléments innovants de l'opération :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Un recours systématique aux eco-matériaux - Objectif : moins de 30 kWh/m²/an* - Construction HQE 		
<p>Le bâtiment INEED est une vitrine et un centre d'expérimentation en matière d'éco-construction.</p> <p>Les principales innovations portent sur l'utilisation du bois comme matériau de structure et sur la maîtrise de l'énergie par l'apport d'inertie thermique. Le bâtiment a été conçu dans la démarche de management environnemental étudiant l'impact dans les matériaux et modes constructifs à chaque étape : conception, construction, fonctionnement, démolition.</p>		
<p>Principales dispositions HQE :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiment compact, sans décrochements de façade, avec des surfaces de vitrage optimisées pour assurer un bon confort en été, sans recourir à la climatisation, ▪ Briques Monomur, épaisses de 49,5 cm, offrant une résistance thermique exceptionnelle, améliorant l'inertie thermique et participant au confort d'été, ▪ Renouvellement d'air à débit variable par centrale double flux et échangeur de chaleur à haute efficacité, ▪ Enduit terre pour équilibrer l'hygrométrie, ▪ Puits canadiens en solution alternative à la climatisation mécanique et Panneaux photovoltaïques, ▪ Toiture-terrasse végétalisée (apport d'inertie au bâtiment), Treille végétalisée en façade sud et brise-soleil, ▪ Automatisation des systèmes de surveillance nocturne. 		
<p>–Les coordonnées des intervenants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Maître d'ouvrage : Chambre de Commerce et d'Industrie de la Drôme (CCID) ➤ Maître d'ouvrage délégué : Société d'Equipement du Département de la Drôme (SEDRO) ➤ Programmation et AMO HQE : PROFILE ➤ AMO : Drome Aménagement Habitat ➤ Maîtrise d'œuvre : Cabinet DESSUS ➤ BET Fluides : Enertech, Olivier Siedler 		



Objectif : moins de 30 kWh/m²/an*

* : besoins énergétiques théoriques en chauffage et ventilation

La maîtrise de l'énergie dans INEED et la consommation d'électricité a fait l'objet d'une vigilance particulière et efficiente :

- **Éclairage** : il allie confort et performance énergétique (6 W/m²) grâce à l'utilisation de tubes néons T5 avec ballasts électroniques, la différenciation entre zone de bureau et tâche de travail (200/400 lux) - lampe de travail avec LBC, les commandes d'éclairage des parties communes par détecteurs de présence.
- **Bureautique** : la consommation électrique bureautique a été réduite d'un facteur 20, par l'usage généralisé d'ordinateurs portables, consommant en moyenne 20 kWh/an et par machine, contre 400 kWh/an pour une tour avec écran à tube.

La forte isolation et l'inertie du bâtiment (briques monomur, le double vitrage peu émissif à lame Argon et forte épaisseur d'isolant en toiture), limitent les échanges thermiques avec l'extérieur et donc les fluctuations thermiques (journalière et annuelle). La limitation drastique des apports internes d'origine électrique ainsi que la protection solaire (casquette) contribuent à conserver une température intérieure stable dispensant de climatisation.

Un puits canadien intervient dans la régulation thermique de bâtiment. Il collecte l'air extérieur, qui parcourt près de 500 m de canalisations enterrées entre 1,5 et 2,5 m de profondeur avant d'être insufflé dans le bâtiment... avec un « bénéfice » thermique pouvant aller jusqu'à +/-15°. Un échangeur à roue permet de récupérer la chaleur de l'air extrait du bâtiment pour réchauffer l'air entrant, avec un rendement effectif mesuré de 74% générant une économie de gaz de 12 % environ.

Une chaudière gaz à condensation fonctionne avec un rendement de 91 %. Le réseau de chauffage régule la température à 19 °C uniformément dans tout le bâtiment, hors salles de réunions et de conférences, qui ne sont chauffées et ventilées que lors de leur utilisation.

Un coût maîtrisé

Le coût du bâtiment s'est élevé à 1.400 Euros HT/m² utile (hors foncier, hors mobilier, honoraires inclus), soit un surcoût de 5 % par rapport à un bâtiment traditionnel, tout en offrant une qualité de matériaux et de confort sans comparaison, ainsi que des niveaux de consommation divisés par un facteur 7, et sans besoin de climatisation.

Données techniques de l'opération

- Terrain : 15.000 m².
- Bâtiment : R + 2 + 1 partie sous-sol + chaufferie.
- Hauteur : 15 m.
- SHON : 3.600 m².
- Briques Monomur : 1.200 m².
- Plancher ossatures bois : 700 m².
- Bardages bois façades : 500 m².

Données économiques de l'opération

- Coût des travaux : 3 957 132 €HT
- Total prévisionnel de l'opération : 5 963 942 € TTC
- Financement :
 CCID : 1 515 128 €
 Europe : 1 569 404 €
 Région Rhône-Alpes : 1 497 073 €
 C G de la Drôme : 967 191 €
 ADEME : 99 060 €
 Etat FNADT : 232 264 €
 (Valeur 2007)

Pour en savoir plus : ...

Les contacts : ...

Sources : INEED

● ANNEXE 1

LA REGLEMENTATION

1. réglementation spécifique aux bâtiments neufs
2. réglementation spécifique aux bâtiments existants
3. réglementation commune à tous les bâtiments

1- Réglementation spécifique aux bâtiments neufs

A) Décret n° 2006-592 et arrêté du 24 mai 2006 relatifs aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions (Réglementation thermique 2005 = RT 2005)

- applicable pour toute construction neuve, avec permis déposé après le 01/09/2006,
- la réglementation thermique s'appuie sur le calcul de trois coefficients :
 - *Ubât* : pour caractériser le bâti,
 - *C* : pour caractériser les consommations prévisionnelles d'énergie primaire,
 - *Tic* : pour le confort thermique d'été.

Ces coefficients sont comparés à des coefficients de référence calculés pour chaque projet.

Type de coefficient	Projet	Bâtiment de référence	Unité
Dépense du bâti	Ubât	Ubâtref	W/m ² .K (m ² de parois)
Consommations	C	Cref	kWh énergie primaire/m ² SHON
Température intérieure conventionnelle	Tic	Ticref	°C

Le coefficient C prend en compte les consommations de chauffage, d'ECS, de ventilation, d'éclairage et de refroidissement.

- les zones climatiques

La France compte huit zones climatiques, comme le montre la carte suivante – l'indice en chiffre spécifie la zone thermique d'hiver (1, 2, 3), l'indice en lettre (a à d) spécifie la zone climatique d'été,



- conformité du bâtiment à la RT 2005 :

- 1 : $C < C_{ref}$ et $Tic < Tic_{ref}$ pour les bâtiments non climatisés,
- 2 : Les caractéristiques d'isolation du bâti doivent être inférieures à des caractéristiques minimales,
- 3 : Pour les bâtiments d'habitation, dont plus de 90 % de la surface est chauffée par une énergie autre que le bois, la consommation conventionnelle d'énergie primaire pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire exprimée en kWh/m² d'énergie primaire est inférieure ou égale à C_{epmax} .

Type de chauffage	Zone climatique	Cepmax (kWh énergie primaire/m ² /an)
Combustibles fossiles	H1	130
	H2	110
	H3	80
Chauffage électrique	H1	250
	H2	190
	H3	130

Nota : le C_{epmax} est un garde-fou de la RT 2005 et ne tient pas compte des consommations des auxiliaires de ventilation et chauffage et de l'éclairage

B) Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 – article R111-22-1

Pour tout bâtiment nouveau ou partie nouvelle de bâtiment dont la superficie hors œuvre nette (SHON) totale nouvelle est supérieure à 1000 m², obligation de réaliser une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux. Le contenu de cette étude est décrit dans l'arrêté du 18 décembre 2007.

Application : permis de construire déposé après le 31/12/2007

C) Arrêté du 3 mai 2007 pris pour l'application de l'article R111-21 du code de la construction et de l'habitation relatif aux conditions à remplir pour bénéficier du dépassement de coefficient d'occupation des sols en cas de respect d'exigences de performance énergétique par un projet de construction

Le dépassement du coefficient d'occupation des sols est autorisé, dans la limite de 20 % et dans le respect des autres règles du plan local d'urbanisme, pour les constructions remplissant des critères de performance énergétique ou comportant des équipements de production d'énergie renouvelable, conformément à cet arrêté.

D) Arrêté du 8 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label «Haute performance énergétique» - article 2, alinéa 5.

Coefficient géographique

Zones climatiques	Coefficient « a »
H1-a, H1-b	1,3
H1-c	1,2
H2-a	1,1
H2-b	1
H2-c, H2-d	0,9
H3	0,8

Altitude	Coefficient « b »
< = 400 m	0
> 400 m et < = 800 m	0,1
> 800 m	0,2

2- Réglementation spécifique aux bâtiments existants

A) Travaux importants (Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 – article R131-26 et R131-27)

Lorsque le coût total prévisionnel de travaux de rénovation portant, soit sur l'enveloppe d'un bâtiment d'une surface hors œuvre nette supérieure à 1000 m² et ses installations de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement, de ventilation et d'éclairage, soit sur sa seule enveloppe est supérieure à 25 % de sa valeur, le maître d'ouvrage doit améliorer sa performance énergétique de la manière suivante :

- 1 : soit en maintenant la consommation d'énergie inférieure à des seuils fixés en fonction des catégories de bâtiments par arrêté des ministres chargés de la construction et de l'énergie (non paru),
- 2 : soit par application d'une solution technique adaptée au type de bâtiment définie par arrêté des ministres chargés de la construction et de l'énergie (non paru).

Par ailleurs, le maître d'ouvrage doit réaliser une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie comme pour les bâtiments neufs de SHON > 1000 m².

Application : permis de construire déposé après 31/03/2008 ou date de passation des marchés de travaux postérieure au 31/03/2008.

B) Autres travaux (Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 – article R131-28)

Les caractéristiques thermiques et les performances énergétiques des équipements, installations, ouvrages ou systèmes, doivent être conformes aux prescriptions fixées par l'arrêté du 3 mai 2007 (relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants).

Application : date de passation des marchés de travaux ou date d'acquisition des équipements postérieure au 31/10/2007.

Les performances demandées sont souvent moins exigeantes que celles de la réglementation thermique 2005, comme le montre le tableau suivant :

Types de parois	Valeurs de U (W/m ² .K)			
	Valeurs limite	RT 2005		Valeurs de l'arrêté du 3 mai 2007
		Valeurs de référence		
		Zone H1, H2 et H3 > 800 m	Zone H3	
Murs en contact avec l'extérieur	0,45	0,36	0,4	0,43
Rampants de toitures de pente > 60 °	0,28/0,34*	0,20/0,27*	0,25/0,27*	0,43
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45/b**	0,36	0,4	0,5
Toitures terrasse	0,34	0,27	0,27	0,4
Planchers de combles perdus	0,28	0,20	0,25	0,22
Rampants de toitures de pente < 60 °	0,28/0,34*	0,20/0,27*	0,25/0,27*	0,25
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,36	0,27	0,36	0,43
Planchers bas donnant sur vide sanitaire ou sur volume non chauffé	0,4	0,27	0,36	0,5
Ouvrants à menuiserie coulissante	2,6	2,1 (non résidentiel) / 1,8 (résidentiel)	2,3 (non résidentiel) / 2,1 (résidentiel)	2,6
Autres cas de menuiseries	2,6			2,3

* dépend de la nature de la paroi (béton, tôle métallique, tuiles ...)

** b = coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés

3- Réglementation commune à tous les bâtiments

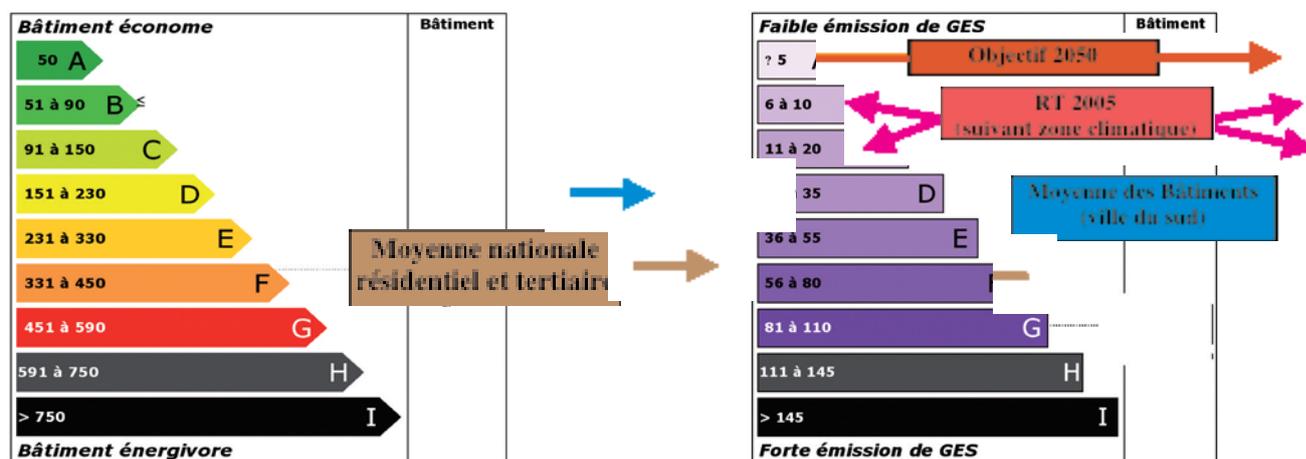
Entre autres (Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 – article R133-4-1)

Obligation à partir du 2 janvier 2008 d'afficher le diagnostic de performance énergétique de manière visible à proximité de l'entrée principale ou du point d'accueil pour les bâtiments suivants :

- 1 : SHON > 1000 m²,
- 2 : bâtiments occupés par les services d'une collectivité publique ou d'un établissement public,
- 3 : établissements recevant du public de première à quatrième catégorie.

L'arrêté d'application date du 7 décembre 2007.

Exemple de situation de bâtiments sur l'étiquette énergie



Remarque : l'affichage ne tient pas compte des conditions climatiques (ne pas l'utiliser pour comparer des bâtiments situés dans des régions climatiques différentes).



● ANNEXE 2

LABELS EXISTANTS POUR LES BATIMENTS BASSE CONSOMMATION

FRANCE		
TERTIAIRE		
Libellé	Commentaire	Organisme certificateur
Label HPE (arrêté du 8 mai 2007)	L'article 4 impose une certification portant sur la sécurité, la durabilité, les conditions d'exploitation et la qualité globale du bâtiment	Certivéa
NF Bâtiment tertiaire – démarche HQE	14 cibles	Certivéa
Minergie 	Label Suisse créée en 1998, disponible en France depuis s'applique aux bâtiments neufs et existants	Prioriterre
Effinergie 	C'est une marque, un référentiel français pour les bâtiments basse consommation	Certivéa
LOGEMENTS		
Libellé	Commentaire	Organisme certificateur
Label HPE (arrêté du 8 mai 2007)	L'article 4 impose une certification portant sur la sécurité, la durabilité, les conditions d'exploitation et la qualité globale du bâtiment	Certivéa
Minergie 	Label Suisse créée en 1998, disponible en France, s'applique aux bâtiments neufs et existants	Prioriterre
Effinergie 	C'est une marque, un référentiel français pour les bâtiments basse consommation	Cerqual, Cequami, Promotelec
Habitat neuf	Concerne les logements neufs, appartements ou maisons individuelles, collectifs ou individuels groupés. Ce label est porteur des mentions HPE et THPE 2000	Promotelec
Habitat et environnement	Concerne les logements neufs, collectifs et individuels groupés. S'inspire de la démarche HQE et des principes de qualitel (7 thèmes)	Cerqual
Habitat existant	Concerne les logements existant depuis 5 ans au moins et équipés de chauffage électrique	Promotelec
Patrimoine habitat et patrimoine habitat et environnement	Logements de plus de 10 ans, collectifs et individuels groupés	Cerqual
Performance	Concerne les logements neufs, appartements ou maisons individuelles et collectifs ou individuels groupés. Ce label est porteur des mentions HPE et THPE 2005	Promotelec
Qualitel	S'applique aux logements neufs, collectifs et individuels groupés, aux résidences pour personnes âgées, aux résidences pour étudiants. Options HPE et THPE 2005.	Cerqual

Annexes

ETRANGER	
Nom	Pays
MINERGIE	SUISSE
PASSIVHAUS	ALLEMAGNE, AUTRICHE

Comparaison des labels sur la consommation en énergie primaire :

	Zone	C (kWh énergie primaire/m ² /an)
RT 2005****	H1	130 (élec : 250)
	H2	110 (élec : 190)
	H3	80 (élec : 130)
HPE 2005		C-10 %
THPE 2005		C-20 %
HPE en R 2005		HPE 2005 + production de chauffage par biomasse > 50 %, ou réseau de chaleur par énergie renouvelable > 60 %
THPE en R 2005		C-30 % + production de chauffage, d'ECS ou d'électricité par énergie renouvelable.
BBC 2005		Habitation : 50, corrigé de la zone climatique et de l'altitude. Autres : C-50 %
MINERGIE* (Suisse)		42
EFFINERGIE** (France)		Neuf : 50, pour les logements, 50 % de la consommation de la RT 2005, pour les bâtiments non résidentiels. Rénovation (en projet) : 80, pour les logements, 40 % de réduction par rapport aux exigences de la RT 2005.
PASSIVHAUS *** (Allemagne)		120, et besoins chauffage < 15

Nota : Les labels HPE, HPE EnR, THPE, THPE EnR, BBC 2005 sont réglementés par l'arrêté du 08/05/07

* Chauffage, ECS, ventilation

** Chauffage, ECS, ventilation, éclairage, auxiliaires

*** Chauffage, ECS, ventilation, éclairage, auxiliaires, électroménager

**** Cepmax

Coefficients de conversion de l'énergie électrique en énergie primaire :
2,58 en France • 2 en Suisse • 2,85 en Allemagne

Remarque : les surfaces prises en considération dans les labels ne sont pas toutes les mêmes.

● ANNEXE 3

LISTE ET CARTOGRAPHIE DES APPELS A PROJETS BATIMENTS BASSE CONSOMMATION (PREBAT)

Consultations en cours	Date d'ouverture	Date de clôture
Bourgogne	16 mars 2007	30 avril 2007 et 15 octobre 2007
Aquitaine	23 mars 2007	1 ^{er} mai 2007
Alsace	26 mars 2007	30 septembre 2008
Midi-Pyrénées	2 avril 2007	31 août 2007
Nord-Pas-de-Calais	15 mai 2007	15 juillet 2007 et 15 octobre 2007
	17 décembre 2007	14 mars 2008 et 15 septembre 2008
Picardie	21 juin 2007	14 septembre 2007
Centre	23 juillet 2007	11 octobre 2007
Languedoc-Roussillon	9 mars 2007	15 juin 2007 et 30 octobre 2007
	15 décembre 2007	28 mars 2008 et 30 septembre 2008
Rhône-Alpes	20 juillet 2007	30 octobre 2007 et 28 avril 2008
PACA	19 novembre 2007	NC
Franche-Comté	21 septembre 2007	3 mars 2008
Poitou-Charentes	Janvier 2008	Lettre d'intention 21 mars 2008 5 mai 2008
Lorraine	20 mars 2008	30 mai 2008



Légende : Région avec Appel à projet BBC en cours
Région sans appel à projet BBC

● ANNEXE 4

DEFINITIONS

λ : Conductivité thermique d'un matériau. Elle caractérise la quantité de chaleur qui traverse un mètre de matériau. Elle s'exprime en $W/m.^{\circ}K$

R : Résistance thermique d'une paroi. C'est la résistance qu'oppose la paroi au passage de la chaleur. Elle s'exprime en $m^2/^{\circ}K.W$

U : Transmission thermique d'une paroi. Elle caractérise la quantité de chaleur qui traverse la paroi. C'est l'inverse de la résistance.

Uw : Transmission thermique de la fenêtre (vitrage + châssis).

Ug : Transmission thermique du vitrage seul.

● ANNEXE 5

BIBLIOGRAPHIE :

Guides EDF/AITF :

- Guide MDE pour les usages électriques
- Guide MDE pour les bâtiments et collectivités territoriales
- Guide pour l'éclairage intérieur des bâtiments et collectivités

Guide Effinergie : Réussir un projet Effinergie, des clés pour des logements neufs, confortables et économes en énergie

Guide du CETE de l'Est : Conduites d'opérations basse énergie, repères méthodologiques

SITES ET LIENS UTILES :

- collectivites.edf.fr
- aitf.asso.fr
- effinergie.org
- amoes.com

