

COMMENT REALISER DES BATIMENTS BASSE CONSOMMATION (BBC) EN CLIMAT MEDITERRANEEN ?

Contexte

Le Grenelle de l'Environnement a donné une orientation globale commune en terme de réduction des consommations énergétiques, mais le défi consiste désormais à généraliser les bâtiments BBC dans les prochaines années.

La Réglementation Thermique évolue très rapidement dans ce sens. Tous les bâtiments neufs devront être BBC d'ici 2012. L'objectif 2020 est l'énergie positive.

Pour les bâtiments existants, en 2012, la consommation énergétique moyenne devra avoir diminuée de 12%, puis de 38% et enfin de 70 à 80% aux horizons 2020 et 2050.

L'enjeu consiste à passer d'un marché de niche à un marché de masse.

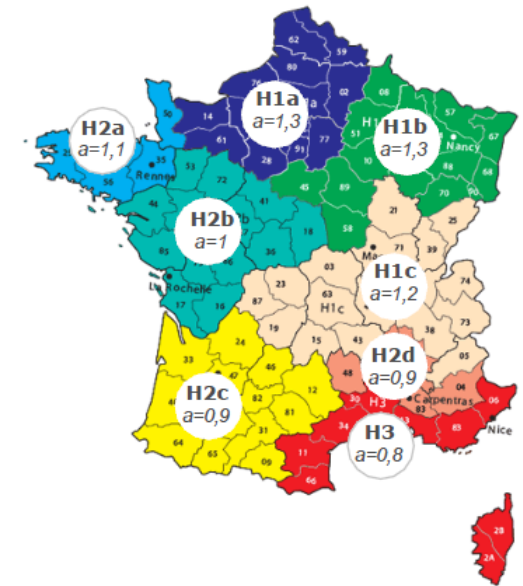
Niveaux de performance énergétique d'un bâtiment BBC

- **En construction neuve :**
 - **Pour les constructions résidentielles neuves :** la consommation conventionnelle d'énergie primaire (Cep) pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, les auxiliaires, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux doit être $\leq 50 \times (a+b) \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{SHON}\cdot\text{an}$. Le coefficient Cep est calculé selon la méthode RT 2005. Les coefficients a et b sont respectivement fonction de la zone climatique et l'altitude du projet. Ces coefficients sont présentés sur la figure ci-contre. **Pour Marseille, Cep $\leq 40 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{SHON}\cdot\text{an}$.**
 - **Pour les bâtiments à usage autres que d'habitations et notamment les bâtiments tertiaires :** Cep $\leq 50\%$ Créf (consommation conventionnelle de référence définie dans la RT 2005). Pour les bâtiments tertiaires de bureaux, la consommation liée à l'Eau Chaude Sanitaire est exclue du champ de la consommation conventionnelle.
- **En rénovation :**
 - **Pour les constructions résidentielles rénovées :** Cep $\leq 80 \times (a+b) \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{SHON}\cdot\text{an}$, soit **pour Marseille, Cep $\leq 64 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{SHON}\cdot\text{an}$.**
 - **Pour les bâtiments à usage autres que d'habitations :** Cep \leq Créf - 40%

Le label BBC-Effinergie impose des objectifs complémentaires, notamment en ce qui concerne la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâti qui ne doit pas excéder une valeur seuil, différente selon le type de bâtiments et selon qu'il s'agit d'une construction neuve ou d'une rénovation d'un bâtiment existant.

La valeur du coefficient « a » est donnée dans le tableau ci-après en fonction des zones climatiques définies dans l'arrêté du 24 mai 2006

Zones climatiques	Coefficient a
H1a, H1b	1,3
H1c	1,2
H2a	1,1
H2b	1,0
H2c, H2d	0,9
H3	0,8



La valeur du coefficient « b » est donnée dans le tableau ci-après en fonction de l'altitude du terrain d'assiette de la construction :

Altitude	Coefficient b
$\leq 400 \text{ m}$	0
$> 400 \text{ m et } \leq 800 \text{ m}$	0,1
$> 800 \text{ m}$	0,2

Définition des coefficients a et b / Source : Effinergie



Les bonnes pratiques pour la réalisation d'un Bâtiment Basse Consommation en climat méditerranéen

Un bâtiment méditerranéen doit prendre en considération la spécificité du climat l'environnant.

Ainsi l'ensoleillement important (le rayonnement global horizontal cumulé sur une saison de chauffage dépasse les 630 kWh/m²) et la clémence des températures (les Degrés Jours Unifiés sont de l'ordre de 1400) ont tendance à relativiser la part du chauffage dans le bilan énergétique d'une part et de mettre sur le devant de la scène les problématiques de confort thermique d'été, d'autre part.

L'analyse des bilans énergétiques de projets présentant des performances conformes à minima à la réglementation thermique 2005 montre que les principaux postes d'optimisation du bilan sont :

- Les consommations liées au rafraîchissement ;
- La production d'eau chaude sanitaire pour les logements ;
- Les consommations électriques liées à l'éclairage et à la ventilation pour les bureaux, tertiaires et assimilés.

• Principes généraux

- La conception architecturale doit permettre de développer une **approche bioclimatique méditerranéenne** axée sur la **maîtrise passive du confort thermique d'été**.
- Les **enjeux en termes d'isolation thermique de l'enveloppe et d'étanchéité à l'air**, particulièrement prégnants dans les modèles d'architecture bioclimatique nord européens **sont ici relativisés au regard des problématiques de maîtrise des apports solaires, évacuation des charges internes, déphasage et écrêtement des pics de surchauffe**.
- **En logement**, l'atteinte du niveau de performance BBC passe nécessairement par la mise en œuvre d'un **mode de production performant de l'Eau Chaude Sanitaire**. En effet, les consommations d'ECS représentent souvent une part supérieure au chauffage dans le bilan énergétique. Le recours à **l'énergie solaire thermique** ou dans une moindre mesure la production via une **machine thermodynamique à haute efficacité** ($COP_{moyen} > 3,7$) semblent être quasi-indispensable à l'atteinte des 40 kWh_{EP}/m²_{SHON}.an. Pour aller plus loin, des réflexions doivent également être menées sur **l'installation d'équipements hydroéconomes**, tout comme sur la **récupération des calories de l'eau chaude sanitaire souillée**, (ce seront d'ailleurs deux des futures tendances de la Réglementation Thermique).
- **L'utilisation de la ventilation mécanique contrôlée double flux ne doit pas être systématique dans les régions méditerranéennes**. En effet, un tel système génère des surconsommations électriques dont la part (majorée par le coefficient d'énergie primaire associé à cette énergie : 2,58) peut être équivalente voir supérieure au gain d'énergie thermique sur la récupération. A titre d'exemple, il s'avère en effet difficile de réduire les consommations électriques d'un système double flux en dessous de 12 à 15 kWh_{EP}/m²_{SHON} pour des bureaux. En revanche, une ville comme Marseille, située en bord de mer, bénéficie de **brises marines présentant un potentiel valorisable dans une stratégie de ventilation naturelle**. L'utilisation d'un système de ventilation double flux semble donc à réserver dans des conditions défavorables (climat très rigoureux ou a contrario extrêmement chaud, ou pour des zones soumises à des nuisances particulières : bruits, pollution de l'air...). En tertiaire, **une solution mixte peut s'avérer intéressante** à développer dans une logique de fonctionnement naturel chaque fois que les conditions extérieures le permettent et de relais possible, lors des épisodes climatiques extrême, par la ventilation mécanique.
- **Coordination de l'éclairage, du confort d'été et de la ventilation** afin de définir le juste équilibre entre autonomie en éclairage naturel et maîtrise des déperditions thermiques en hiver mais surtout des surchauffes en été. A titre d'exemple, en tertiaire, une consommation électrique pour l'éclairage (consommation conventionnelle) de l'ordre de 10 à 12 kWh_{EP}/m²_{SHON} représente un seuil sous lequel il semble difficile de descendre même avec les meilleures technologies actuelles.
- Mise en place d'une **Gestion Technique Centralisée** pour tous les équipements techniques permettant la modulation de la fourniture en chauffage, ventilation, rafraîchissement et éclairage en fonction des besoins.

- **Principes généraux pour limiter les consommations énergétiques et assurer le confort d'hiver :**
 - **Approche bioclimatique :** Les **concepts d'architecture bioclimatique** consistant à **profiter des apports solaires passifs tout en se protégeant des vents dominants restent valables en climat méditerranéen mais doivent être traités de manière équilibrée**. A Marseille, la priorité est donnée à la protection contre les vents de nord-ouest (Mistral) et ceux de sud-est (Autan). Les bâtiments doivent s'implanter entre eux de manière à minimiser les effets perturbateurs du vent pour les constructions et les espaces extérieurs. Compte tenu des niveaux de performances thermiques minimales des parois, exigés par la réglementation, les effets de vents ont un impact très limité voir négligeables sur les déperditions thermiques statiques.
 - **Choix de l'exposition :** si l'exposition Sud reste favorable à l'optimisation du bilan énergétique en logement, le niveau de performance BBC peut être atteint quelque soit les choix d'exposition. En tertiaire, les choix d'exposition sont à adapter en fonction des charges internes dégagées dans les espaces et des exigences de confort visuel
 - **Inertie thermique lourde ou très lourde :** l'inertie thermique permet de stocker durant la journée la chaleur fournie par les apports solaires. Cette chaleur sera restituée la nuit afin de faciliter le chauffage des locaux. En ajoutant les considérations liées aux problématiques de maîtrise du confort d'été, l'inertie légère semble être à proscrire en région méditerranéenne.
 - **Bonne isolation de l'enveloppe** (murs, planchers bas et hauts), minimisation des ponts thermiques par le choix d'une isolation répartie ou d'une isolation par l'extérieur et **traitement des ponts thermiques** résiduels.
 - **Optimisation des surfaces vitrées tant en terme d'autonomie en éclairage naturel que de performance thermique.** Le double vitrage performant, peu émissif, semble être une solution adaptée. Le triple vitrage n'est forcément à systématiser en climat méditerranéen, il est ainsi préférable de travailler sur du double vitrage en optimisant la taille des ouvertures. Mise en place de menuiseries à rupture de ponts thermiques.
 - **Adaptation de la puissance des émetteurs de chaleur** (corps de chauffe) **aux besoins thermiques des locaux, l'inertie des corps de chauffe devra être inférieure à celle du bâtiment.**

- **Principes généraux pour limiter les consommations énergétiques et assurer le confort d'été :**
 - Une **bonne isolation est nécessaire mais non suffisante** si les températures extérieures sont très élevées
 - Une attention particulière est à porter sur la **performance thermique de la toiture** qui doit à la fois assurer un **bon niveau d'isolation en hiver comme en été et un déphasage thermique important en période chaude**.
 - Une analyse des orientations et des masques pour maîtriser l'ensoleillement : création d'**ombrage et maîtrise des apports solaires**. Les **stores extérieurs orientables** sont particulièrement efficaces pour moduler l'ensoleillement. Des casquettes jouant le rôle de protections solaires peuvent être intégrées au bâti, elles sont cependant rarement suffisantes à la maîtrise totale des apports solaires. Pour un Bâtiment Basse Consommation en région méditerranéenne, la conception des protections solaires doit obligatoirement remplir les critères suivants :
 - Offrir une efficacité élevée en termes de maîtrise des apports solaires. Un facteur solaire inférieur à 0,15 constitue un objectif minimal ;
 - Pouvoir bénéficier d'un éclairage naturel suffisant les jours de ciel couvert, quand la protection solaire n'est plus nécessaire ;
 - Garantir un éclairage naturel suffisant des locaux, permettant de se passer d'éclairage artificiel les jours ensoleillés quand la protection solaire est en place ;
 - En tertiaire, permettre de gérer les risques d'éblouissement.
 - **Une réduction drastique des apports internes**, notamment liés aux équipements (éclairage, bureautique, etc.)

- o Une optimisation de l'inertie thermique : une **inertie forte** est intéressante dans la mesure où elle joue le **rôle d'amortisseur de l'évolution journalière de la température**. Pour bénéficier des effets d'une forte inertie, il faut d'une part que la chaleur puisse pénétrer et ressortir (conductivité des matériaux de construction importante) et d'autre part qu'une grande partie de la chaleur puisse se stocker (masse volumique et coefficient de chaleur massique des matériaux élevés).
- o Un recours important à la **ventilation naturelle nocturne** (pour rafraîchir la structure pendant la nuit en facilitant, par un balayage d'air efficace, l'évacuation des calories accumulées pendant la journée) et diurne, chaque fois que les conditions extérieures le permettent.
- o La valorisation des solutions de rafraîchissement évaporatif. Ces solutions peuvent aller du **brassage de l'air** (pour évaporer la sueur et améliorer le confort : pour une humidité relative de l'air à 60%, si la vitesse de l'air est de 0,5 m/s, alors la température de ressenti – résultante sèche - diminue de 3°C) au rafraîchissement adiabatique indirect, en passant par des systèmes de **brumisation**.
- o L'étude des solutions alternatives disponibles comme la possibilité d'installer un **puits provençal**, permettant un rafraîchissement direct de l'air par circulation dans le sol. Ce système nécessite toutefois une approche détaillée afin d'en valider la pertinence pour le projet considéré.
- o **Un travail sur la végétalisation et plus largement, la maîtrise des phénomènes d'îlot de chaleur à l'échelle de la parcelle** : en milieu urbain, se créent des effets d'îlots de chaleur dus à la réflexion des rayons infrarouges sur des bâtiments très minéraux. Ce phénomène est accentué par l'absence de végétation et la présence de climatiseurs (qui dégagent de la chaleur vers l'extérieur). Si la part de végétation est augmentée, tout comme celle des toitures claires, l'effet de l'îlot de chaleur urbain peut être réduit de 2°C.

Dans tous les cas, il est nécessaire de réaliser :

- o Une approche des conditions de **confort thermique d'été** dans les locaux par **modélisation thermique dynamique**.
- o Une analyse de **l'éclairage naturel et de l'autonomie** disponible par **modélisation des facteurs de lumière du jour**.

- **Guides de sensibilisation pour les utilisateurs et les gestionnaires d'un bâtiment BBC**

Afin de pérenniser les performances et d'assurer le maintien des qualités environnementales et énergétiques des Bâtiments Basse Consommation dans le temps, la sensibilisation à l'usage des utilisateurs et des gestionnaires d'un bâtiment BBC est absolument indispensables.

Dans les bureaux, un effort tout particulier doit être réalisé sur la gestion de l'éclairage, des équipements de bureaux et du dispositif de rafraîchissement.

Dans les logements, la consommation énergétique pour les appareils électroménagers représentent aujourd'hui 60 kWh_{EP}/m².an, soit plus que la globalité des consommations de chauffage, de refroidissement, de ventilation, de production d'eau chaude sanitaire et des auxiliaires d'un bâtiment BBC. Il est donc indispensable de guider les habitants dans le choix d'appareils consommant peu d'énergie et de les sensibiliser à la nécessité d'éteindre ces appareils quand ils ne les utilisent pas.

Retours d'expérience sur le BBC

Dans le cadre du Programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (Prebat), l'ADEME PACA a initié avec la Région, via son programme AGIR, un appel à projets régional permanent jusqu'en 2013 pour 100 bâtiments exemplaires BBC.

Un Observatoire du BBC est en train de se constituer pour référencer notamment, sur l'ensemble du territoire national, les projets qui seront lauréats des appels à projets PREBAT ou labellisés BBC-Effinergie.

A ce jour, une seule fiche pédagogique relative à un projet BBC situé dans le Sud de la France a été rédigée. Il s'agit du Centre Administratif de la Communauté Corbières en Méditerranée, situé à Sigean (Aude -11).



Sources documentaires – bibliographie

- <http://www.effinergie.org>
- <http://www.polebdm.eu/batiments-durables-mediterranens/liens>
- <http://www.observatoirebbc.org/site/ObservatoireBBC/>
- Caractéristiques pour un bâtiment méditerranéen – Publication ENERGIE de la Commission Européenne, 1999
- Guide pour les logements neufs : « Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation » - Effinergie
- Séminaire : Comment construire et rénover des bâtiments BBC en climat méditerranéen ? Région Languedoc-Roussillon, ADEME Languedoc-Roussillon, EcoBatp Languedoc-Roussillon le 12 novembre 2009.
- Fiches sur le confort d'été en Provence-Alpes-Côte-d'Azur rédigées par l'ARENE (Agence Régionale de l'Energie) Provence-Alpes-Côte-d'Azur
- « A chaque maison sa solution BBC », étude de 25000 simulations réalisée par AET Lorient, Moniteur du 11 décembre 2009.