



## VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC

VOLET N°2 :  
Une approche socio-technique et de la qualité de l'air  
Retour d'expérience sur quatre logements labellisés BBC EFFINERGIE®

Auteur : CEREMA - Direction territoriale Ouest

**› ÉDITORIAL**

---

Souhaitant disposer d'un regard sur la maîtrise de la consommation énergétique des logements certifiés « bâtiment basse consommation » (BBC), et plus particulièrement sur les conditions d'utilisations de ces logements, l'Association QUALITEL a mis en place en 2011 un observatoire « Vivre dans un logement BBC ». Dans ce cadre, quatre logements BBC ont été étudiés pendant deux ans sous le triple aspect des consommations d'énergie, de la qualité de l'air et du confort d'usage ressenti par ses occupants et sur la base des questions suivantes :

- Quelles sont les consommations réelles des logements, en comparaison des calculs théoriques effectués en phase conception ? Au-delà des cinq usages conventionnels, quelle part représentent les « autres consommations d'électricité » ?
- Comment qualifier la qualité de l'air intérieur (ventilation, taux de CO<sub>2</sub>, composés organiques volatils (COV)...) ?
- Quels sont la perception et les usages des occupants dans ces nouveaux types de logements ?

L'étude s'est déroulée de juin 2011 à septembre 2014, avec des mesures sur site d'octobre 2012 à juillet 2014.

---

## › VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC

## › LES LOGEMENTS ÉTUDIÉS

Les quatre logements étudiés sont répartis sur deux opérations différentes :

- 2 maisons individuelles groupées en Ile-et-Vilaine en accession à la propriété,
- 2 logements sociaux collectifs dans le Calvados.

Les occupants, quatre ménages volontaires, étaient de différents profils : deux couples avec enfants propriétaires de maisons individuelles, une femme vivant en couple et un célibataire locataire d'un logement social.

### > Descriptif général des 4 logements étudiés

RÉSIDENCE	Individuel groupé (7 maisons accolées) (35)		Habitat collectif de 17 logements (14)	
Logement	Maison A	Maison B	Appartement A	Appartement B
Statut	Propriétaire		Locatif social	
Date de livraison	2011		2011	
Type de logement	Maison T5		T2	T3
Nombre de personnes occupantes	4	3 à 5	1	2
Orientation	Nord-sud + pignon ouest	Nord-sud	Sud	Nord et Est
Surface habitable	90,3 m <sup>2</sup>		38,2 m <sup>2</sup>	54,2 m <sup>2</sup>
SHON	114,3 m <sup>2</sup>		45,6 m <sup>2</sup>	64,8 m <sup>2</sup>
Gros œuvre	Ossature bois		Béton	
Chauffage et eau chaude	Individuel gaz		Collectif : gaz + ecs solaire	
Ventilation	SF Hygroréglable B		SF Hygroréglable A	SF Hygroréglable B
Perméabilité mesurée Q4Pa,surf (m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> <sub>env</sub> )	0,43	0,53	Mesures réalisées sur 3 autres logements du même immeuble (2 T5 et 1 T3) : 0,17 ; 0,52 ; 0,25	
Perméabilité de l'étude thermique (m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> <sub>env</sub> )	0,60		1,0	
Température moyenne du séjour sur 2 hivers	18,7 °C	19,9 °C	22,9 °C	22,2 °C

## › MÉTHODE ADOPTÉE

Atteindre le label BBC demande de réaliser un calcul conventionnel des consommations d'énergie dans un logiciel fixant certaines données d'entrée, afin de pouvoir comparer les projets entre eux. Ces conventions concernent le climat, les modalités d'occupation du logement, les consignes de température... et sont basées sur des statistiques fixées dans la réglementation thermique. Le calcul conventionnel n'est donc pas conçu pour prévoir les consommations réelles du futur logement, mais pour pouvoir comparer les projets. Il est donc nécessaire d'effectuer des enquêtes sur des sites occupés pour connaître les performances réelles des logements BBC, en y intégrant leurs usages.

Ainsi, pour le suivi énergétique, après une évaluation par thermographie infrarouge du bâtiment permettant d'identifier d'éventuelles sources de déperdition par l'enveloppe non prises en compte dans le calcul thermique (illustration 1), une instrumentation des logements a été mise en place durant deux ans (octobre 2012 – juillet 2014). Des compteurs ont été installés afin de mesurer les consommations liées au chauffage, à la production d'eau chaude, à l'éclairage et à la ventilation (illustration 2). Le relevé régulier de ces compteurs a été comparé aux consommations théoriques. Un suivi des prises et consommations électriques totales a également été réalisé, afin de déterminer la part de ce poste par rapport aux usages réglementaires précédents. La température et l'humidité ont été mesurées dans le séjour et une chambre de chaque logement afin de qualifier le confort hygrothermique intérieur sur quatre saisons (et pour deux hivers différents). Les résultats des tests d'étanchéité à l'air ont complété la connaissance de l'enveloppe.

Un protocole complet d'analyse de la qualité de l'air intérieur des logements BBC a également été mis en œuvre, en combinant une analyse du bâtiment et des mesures de polluants chimiques (Composés organiques volatils, CO<sub>2</sub>...).

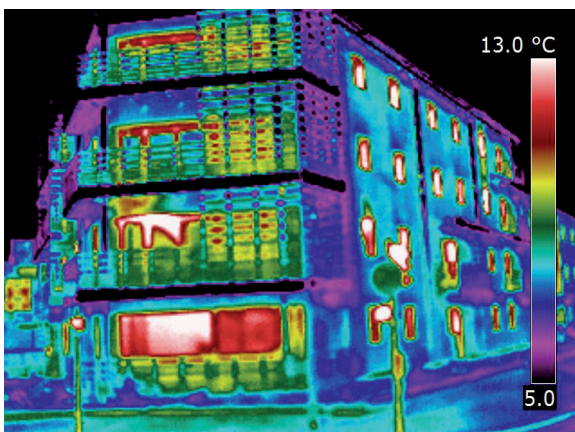


Illustration 1 › Exemple de thermographie infrarouge



Illustration 2 › Compteur de calories pour le chauffage

Enfin, pour mieux percevoir le ressenti des occupants dans leurs logements et comprendre l'usage qu'ils en font, des entretiens semi-directifs ont été réalisés. Des points de convergence et divergence ont ainsi pu être analysés. Une approche transversale a complété la vision obtenue, en mettant l'accent sur les éléments clés et points de vigilance des deux opérations au regard des perceptions et usages des occupants.

## ➤ UNE MAÎTRISE GLOBALE DES PERFORMANCES

Sur les quatre cas présentés, le total des consommations réelles (sur les postes réglementaires) est inférieur au calcul conventionnel : -40 % sur les 2 maisons individuelles et -2 % et -11 % sur les logements collectifs (et cela, même en appliquant une correction du climat sur le chauffage pour lisser l'hiver plus doux que la convention).

Dans le tableau ci-après sont présentées les moyennes sur deux ans des mesures de consommations effectuées sur site, ainsi que les valeurs théoriques conventionnelles (les deux maisons présentant une géométrie identique, les valeurs du calcul réglementaire sont les mêmes).

### > Comparaison des consommations moyennes mesurées et théoriques annuelles

Usage / Logement	Maison A	Théorie RT Maison	Maison B	Appartement A	Théorie RT appartement A	Appartement B	Théorie RT appartement B
Chauffage réel mesuré (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	14,6	20,6	10,1	5,0	13,2	52,6	35,3
Chauffage corrigé au climat RT (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	17,6		12,5	5,4		61,4	
ECS (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	7,6	20,8	11,6	50,0	37,7	16,2	39,4
Éclairage (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	5,6	6,2	5,7	4,0	9,3	5,7	9,3
VMC (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	2,0	3,0	2,1	-	1,7	-	1,7
Total RT (hors autres auxiliaires, et avec chauffage réel mesuré) (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	29,9	50,9	29,5	59,0 hors VMC	61,9	74,5 hors VMC	85,7
Prises électriques (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	33,4	-	42,5	66,3	-	64,1	-
Consommations d'électricité totales (dont VMC, éclairage) (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	60,2	-	63,1	91,3	-	87,8	-
Total toutes consommations (kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an)	82,5	-	84,7	146,3	-	156,4	-

## EAU CHAUDE SANITAIRE

L'eau chaude sanitaire (ECS) est un poste important de consommation d'énergie dans le BBC. Il représente respectivement 25 % et 40 % des consommations totales RT mesurées sur les deux maisons, et respectivement 61 % et 46 % des consommations totales RT mesurées sur les deux appartements.

Les occupants des deux maisons ont l'impression de consommer beaucoup d'eau à cause de la longueur du temps de réglage de la température. Cependant, du strict point de vue des dépenses énergétiques, les mesures effectuées traduisent une consommation de gaz inférieure de 30 % à 50 % par rapport aux valeurs conventionnelles.

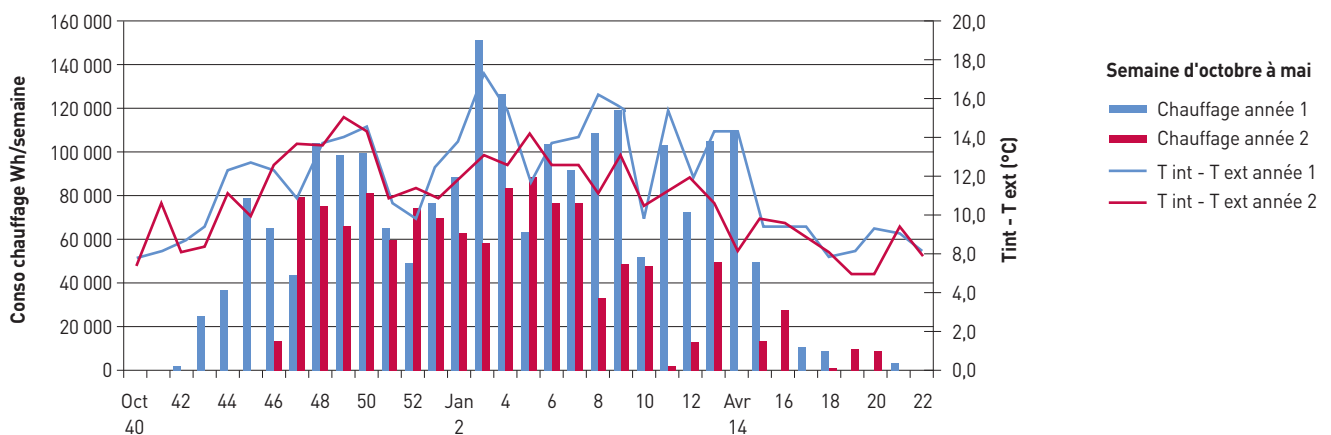
Pour les logements collectifs, disposant d'une part d'eau chaude solaire (couvrant 25 % des besoins), le système est perçu positivement par les occupants, ce qui se traduit par une consommation inférieure de 50 % aux valeurs conventionnelles dans l'un des logements. Dans l'autre logement, le confort apporté par la conception de la douche conduit toutefois à un dépassement assumé de la consommation d'eau chaude théorique, qu'aucune conception BBC ne pouvait prévoir.

## CHAUFFAGE

Les hivers 2012-13 et 2013-14 ayant été plus doux que le climat utilisé dans le calcul réglementaire, les valeurs mesurées pour le chauffage ont été réalignées sur le climat conventionnel afin de permettre une comparaison. Malgré cette majoration, la consommation mesurée reste inférieure aux valeurs conventionnelles pour trois cas sur quatre. Seul un appartement situé au Nord avec chauffage collectif connaît des valeurs supérieures à la théorie et des problèmes de confort ressentis. Toutefois, la situation s'est améliorée la deuxième année sur ce logement (avec une baisse de 28 % sur le chauffage).

Les faibles consommations de chauffage mesurées sont confirmées par une bonne gestion par les occupants ou les exploitants : comme indiqué sur l'illustration ci-dessous, les consommations hebdomadaires sont en effet directement corrélées à la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur des logements (à l'échelle hebdomadaire).

### > Consommations hebdomadaires de chauffage et différence de température int/ext (maison1) - comparaison année 1 et 2



La baisse de la facture énergétique est reconnue par la plupart des ménages par rapport à leurs précédents logements, plus anciens. L'analyse des bâtiments par thermographie infrarouge, ainsi que la très bonne étanchéité mesurée sur les deux sites confirment que la bonne conception et la mise en œuvre soignée de l'enveloppe ont favorisé ces faibles consommations de chauffage.

## ÉCLAIRAGE

Les consommations d'énergie pour l'éclairage sont légèrement inférieures aux chiffres conventionnels dans les quatre logements, et l'apport positif de lumière naturelle est souligné par tous les occupants (puits de lumière dans la salle de bain des maisons, larges baies vitrées dans les appartements). La conception lumineuse de qualité joue sans aucun doute un rôle important dans le ressenti positif d'un logement BBC.

## VENTILATION ET QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Les consommations d'énergie sur ce poste sont satisfaisantes au regard des valeurs conventionnelles. Des mesures ont fait apparaître des débits insuffisants pour certaines bouches d'extraction. La ventilation est un point qui est apparu comme très sensible dans la perception des logements BBC par les occupants lors de cette étude : des sensations de confinement ont été exprimées, corroborées par les valeurs de CO<sub>2</sub> mesurées, un ressenti d'air sec amenant à ouvrir les fenêtres...

Des valeurs de CO<sub>2</sub> élevées ont été relevées dans les séjours pour un cas sur deux, surtout au moment des repas. Le constat est encore moins bon dans les chambres où les 1000 ppm sont dépassées de 33 % à 63 % du temps, avec parfois des pics à 2500 ppm en fin de nuit. Ces résultats interrogent sur le dimensionnement des systèmes de ventilation, leur mise en œuvre, voire leur usage. De plus, les taux de CO<sub>2</sub> sont révélateurs de la mauvaise évacuation des autres types de polluants de l'air intérieur.

Une partie des occupants a conscience d'habiter dans un « cube fermé » (sans donner de valeur négative à ce propos). Des teneurs élevées en aldéhydes ont été mesurées dans les quatre logements (acétaldéhyde, hexaldéhyde), qui peuvent trouver leur source à la fois dans un taux de renouvellement d'air insuffisant, mais surtout dans les apports de matériaux et meubles neufs à l'intérieur du logement (panneaux de particules, parquets, peintures, encens, magazines...). Ce défaut n'est donc pas à imputer complètement à la conception de l'enveloppe BBC, mais le léger confinement peut y participer. L'hexaldéhyde n'est actuellement pas pris en compte dans l'étiquetage sanitaire des matériaux, ce qui n'a pas permis aux occupants de choisir leurs produits en conséquence. Les valeurs de COV mesurées individuellement dépassent rarement les valeurs moyennes des campagnes nationales.

## ÉLECTRICITÉ

Si les promesses de basse consommation apparaissent comme tenues sur les postes réglementaires (chauffage, éclairage, ECS, ventilation), les usages spécifiques de l'électricité représentent une part importante dans les consommations énergétiques totales des logements étudiés. Les consommations annuelles d'électricité s'étalent de 60 kWhep/m<sup>2</sup>.an (pour les maisons) à 90 kWhep/m<sup>2</sup>.an (pour les deux appartements occupés 24h sur 24), soit entre la moitié et les trois quarts des consommations d'énergie primaire totales du logement. Il existe donc un véritable enjeu sur ce type d'usage et le poids qu'il représente dans la facture des ménages, d'autant plus si le logement est occupé de façon continue.

## › LA QUESTION DU CONFORT D'USAGE

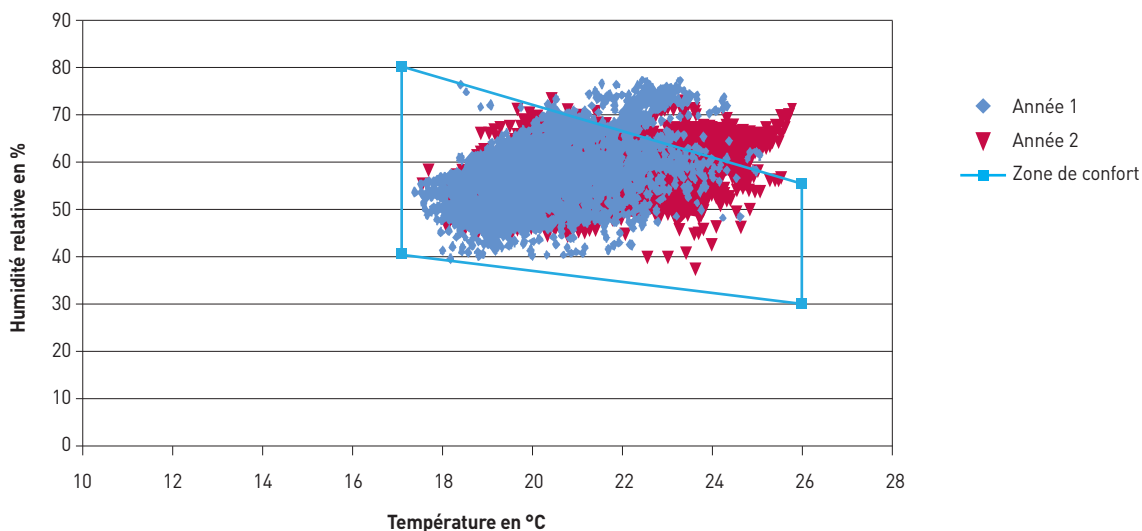
Les occupants rencontrés témoignent du confort thermique apporté par le logement BBC (température agréable, sentiment de bien-être), du confort acoustique (avec toutefois une sensibilité plus forte aux bruits internes) et de la luminosité des logements particulièrement appréciée. Les avis sont plus contrastés sur la perception de la qualité de l'air (air sec ressenti, voire sentiment de confinement).

Il est également ressorti des entretiens que le parcours résidentiel et le statut d'occupation jouaient un rôle important dans la perception des logements BBC. Effectivement, la satisfaction du logement est d'autant plus ressentie que le précédent logement présentait des inconforts manifestes (humidité, absence de lumière, difficulté à chauffer, etc.), et que le nouveau quartier est agréable à vivre et bien pourvu en équipements et services. Et elle est souvent plus modérée lorsque l'occupant a la sensation d'avoir perdu quelque chose (de la superficie, un jardin). La performance énergétique n'est qu'une des dimensions de la qualité d'usage d'un logement.

Des changements de comportement « par réaction », en lien avec le confort ressenti, peuvent être signalés : un besoin d'aérer davantage son logement compte tenu de la température moyenne ambiante ou saisonnière et de l'air sec ressenti, une plus forte consommation d'eau du fait d'un dysfonctionnement de la chaudière ou d'une douche ouverte.

Des mesures de température et de taux d'humidité relative de l'air ont été menées sur deux hivers et un été pour apporter un regard complémentaire sur ces perceptions. Au regard des valeurs obtenues (cf. illustration ci-dessous), le confort hygrothermique apparaît comme positif dans les quatre logements en toute saison, avec des températures dépassant très rarement les 28°C l'été, et des occupants qui utilisent efficacement leurs occultations pour prévenir les surchauffes.

### > Confort Hygrothermique hiver Séjour Maison B





## › LES ENSEIGNEMENTS

---

- Vivre dans un bâtiment basse consommation n'est pas forcément le critère le plus déterminant pour le choix d'un logement, comparé au fait d'intégrer un logement neuf, de devenir propriétaire, ou de changer de quartier.
  - Vivre dans un logement BBC n'induit pas nécessairement des comportements éco-citoyens notamment en termes de sobriété énergétique. On observe plutôt une continuité de pratiques déjà intégrées et une sensibilité plus ou moins importante au développement durable, aux questions écologiques qui peut se traduire dans les usages.
  - Les consommations mesurées sur les quatre logements sont inférieures aux consommations conventionnelles BBC. Une bonne mise en œuvre de l'enveloppe et un choix d'équipements simples ont participé à l'atteinte de ces objectifs.
  - En revanche, la consommation d'électricité pour les usages spécifiques (électroménager, audiovisuel, informatique...) est une composante majeure des consommations totales des logements BBC étudiés. Elle représente près du double de la consommation totale conventionnelle des deux maisons (facteur 1,8 à 1,9) et de 1,1 à 1,5 fois celle des appartements.
  - La qualité de l'air intérieur apparaît comme un aspect sensible pour les quatre logements BBC, mis en avant par les mesures effectuées (confinement, concentration des polluants...). Les valeurs atteintes par certains polluants sont dues à la fois à une insuffisance de la ventilation et à des sources apportées à l'intérieur du logement par les occupants (encens, parquets, peintures...). Cela corrobore donc l'importance, dans des locaux étanches à l'air, d'un système de ventilation efficace et entretenu régulièrement, et d'un choix de matériaux peu émissifs.
  - Force est de constater que pour des logements de conception comparable, les consommations mesurées varient fortement : il n'existe pas un usage générique des logements, mais bien des usages, d'où l'importance de rendre acteurs les usagers.
  - Plus largement, la maîtrise des consommations énergétiques renvoie à un processus de co-responsabilité entre maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, gestionnaires et ménages. Ce processus demande du temps, car il suppose une évolution des pratiques professionnelles, mais aussi des usages du côté des ménages, et donc une coopération entre les acteurs, dès le début du projet. Une approche socio-technique semble la plus appropriée pour y parvenir.
-

Retrouvez tous nos dossiers sur :  
[www.qualite-logement.org](http://www.qualite-logement.org)