



Le Petit Rosne à Garges-lès-Gonesse (95), IMMOBILIERE 3F, architecte Christian Enjolras, photo Groupe 3F Stéphane Lucas.

VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC UN CONSTAT PROMETTEUR

VOLET N°1 :
Une approche socio-éco-technique
Retour d'expérience de six résidences labellisées BBC EFFINERGIE®
Synthèse de l'étude générale

Auteurs :

Jean Carassus, économiste, École des Ponts ParisTech
Chantal Laumonier, sociologue
Bernard Sesolis, ingénieur conseil, pour Tribu Énergie
Damien Janvier, Rémi Wrona, ingénieurs, Tribu Énergie

L'ÉTUDE ET SES OBJECTIFS

Les professionnels et les ménages vont-ils réussir à assurer réellement une diminution de 50 à 70% des consommations énergétiques des logements neufs requise par la Réglementation Thermique RT 2012 par rapport à la précédente RT 2005 ? Tel est l'enjeu.

Pour donner des éléments de réponse, **six résidences bénéficiant du label « Bâtiment Basse Consommation Effinergie® »**, label qui anticipe la RT 2012, ont fait l'objet de la présente étude « Vivre dans un logement BBC ».

Il s'agit de répondre à trois questions :

- Quelles sont les consommations réelles des logements comparées aux consommations conventionnelles définies par le label ? Comment expliquer les écarts ?
- Quel est le vécu des occupants ? Quelles convergences ou divergences existe-t-il entre leur vécu et le confort mesuré ?
- Quels sont les choix techniques, les coûts d'investissement, d'entretien et d'occupation ?

La méthode retenue est une analyse à trois dimensions :

- Sociologique : interviews approfondies de 3 ménages dans chacune des 6 résidences,
- Économique : étude des coûts d'utilisation, d'investissement et de maintenance,
- Technique : analyse des choix techniques, calcul des consommations conventionnelles, mesure des consommations réelles et du confort (température, hygrométrie, taux de CO₂ de l'air intérieur).

L'échantillon est diversifié : habitat social et copropriété, immeubles collectifs et maisons individuelles, climats différents (continental, océanique, méditerranéen). Les résidences sont habitées depuis au moins deux ans pour avoir un recul suffisant sur les consommations et les comportements (voir tableau A).

Tableau A ► Les résidences étudiées.

RÉSIDENCE	« Le Petit Rosne » Garges-lès-Gonesse - Val d'Oise	« Macedo » Pessac - Gironde	« Porte de France » Forbach - Moselle	« Les Noyers » Laval - Mayenne	« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller - Haut-Rhin	« Le Hameau de la Plaine » Monteux - Vaucluse
Climat, zone climatique, objectif label BBC Effinergie®*	Continental H1a 65	Océanique H2c 45	Continental H1b 65	Océanique H2b 50	Continental H1b 65	Méditerranéen H2d 45
Statut	Locatif social	Locatif social	Locatif social	Locatif social	Copropriété	Copropriété
Type	Immeuble collectif	Individuel groupé	Individuel groupé	Immeuble collectif	Immeuble collectif	Individuel groupé
Nombre de logements	26	10	23	30	15	13
Date de livraison	Novembre 2009	Novembre 2010	Juin 2010	Septembre 2010	Février 2010	Décembre 2010

* En kWhep (énergie primaire) /m²shon (Surface Hors Oeuvre Nette) /an pour 5 usages (chauffage, eau chaude, refroidissement, éclairage, auxiliaires)

➤ VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Il s'agit d'une étude qualitative approfondie, qui n'a pas, il est important de le rappeler vu la taille de l'échantillon, de représentativité statistique.

L'étude a été réalisée du 1^{er} trimestre 2011 au 1^{er} trimestre 2013. Les entretiens avec les occupants se sont déroulés entre juillet 2011 et avril 2012. Les remarques des bailleurs et promoteurs sur le rendu de l'étude ont été recueillies durant le deuxième trimestre 2013. Le rendu de l'étude est constitué d'un rapport de synthèse et de six rapports annexes, un par résidence analysée.

Quelles sont les consommations réelles des logements comparées aux consommations conventionnelles définies par le label ? Comment expliquer les écarts ?



Le Parc de Muehlmatten à Bollwiller (68), certifié Habitat & Environnement BBC Effinergie, pour SCI MUEHLMATTEN, architecte FL RESIDENCES, photographe Serge Wermelinger.

Le label BBC Effinergie® définit une consommation conventionnelle « 5 usages » décomposée selon chaque usage : chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, éclairage, auxiliaires. Cette consommation conventionnelle est calculée par bâtiment. Elle a été évaluée par logement puisque trois logements par résidence ont été suivis et instrumentés (avec mesures continues de la température intérieure et de l'hygrométrie, et mesures ponctuelles du taux de CO₂ de l'air intérieur).

La convention, définie par la réglementation thermique 2005, utilise des données climatiques moyennes fondées sur des statistiques observées dans le passé, et

s'appuie sur un scénario d'occupation standardisé, qui se caractérise notamment par une occupation à 19°C de 18h à 10h les cinq jours de la semaine et le week-end, et par un logement vide à 16°C de 10h à 18h les cinq jours de la semaine.

La consommation conventionnelle a pour fonction essentielle de comparer les bâtiments entre eux, elle ne peut pas prendre en compte les températures extérieures réelles du lieu et son scénario d'occupation standardisé ne peut refléter en rien la grande diversité des modes d'occupation d'un logement.

Les consommations conventionnelles « 5 usages » (CC) ont été corrigées par les températures réelles extérieures et dénommées « consommations conventionnelles « 5 usages » corrigées du climat » (CCC). Ces consommations conventionnelles ont été ensuite corrigées une seconde fois en prenant en compte la température réelle choisie par l'occupant et dénommées « consommations conventionnelles « 5 usages » corrigées du climat et de l'usage » (CCCU).

Les consommations réelles mesurées sont les consommations totales de gaz et d'électricité. En l'absence de sous-comptage par usage, qui aurait nécessité une métrologie lourde et coûteuse, les consommations réelles par usage ont été estimées. L'estimation porte plus particulièrement sur le chauffage et l'eau chaude sanitaire, la difficulté d'isoler l'éclairage et les auxiliaires a fait que le plus souvent, ces deux postes ont été estimés comme égaux à la convention.

Les consommations conventionnelles corrigées du climat se traduisent par une augmentation de la convention dans le cas d'une résidence, une égalité ou quasi-égalité dans deux cas, une baisse dans trois cas (cf. tableau B).

► VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

La température moyenne mesurée dans le séjour pendant la saison de chauffe est le plus souvent au-dessus des 19°C réglementaires. Elle varie de 19°C à 22,5°C. Les consommations conventionnelles corrigées du climat et de l'usage sont donc toujours supérieures aux consommations conventionnelles corrigées du seul climat.

Quand on compare les consommations réelles estimées aux consommations conventionnelles corrigées climat, dans 12 cas, elles sont au-dessus, dans 6 cas, elles sont au-dessous. Face à des consommations conventionnelles corrigées du climat variant de 42 à 58 kWhep/m².an pour les « 5 usages », les consommations réelles estimées varient de 35 à 96 kWhep/m².an.

L'analyse détaillée montre que parmi les 6 ménages en dessous de la convention, deux (les ménages « c » de Garges-lès-Gonesse et Laval) ne chauffent pas leur logement, tout en obtenant des températures satisfaisantes. Les possibilités de transfert de chaleur entre logements sont facilitées dans un immeuble globalement bien isolé.

Tableau B > Consommations conventionnelles « 5 usages » et consommations réelles estimées « 5 usages ».

RÉSIDENCE	« Le Petit Rosne » Garges-lès-Gonesse - Val d'Oise			« Macedo » Pessac - Gironde			« Porte de France » Forbach - Moselle			« Les Noyers » Laval - Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller - Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux - Vaucluse		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Ménages																		
Nombre de personnes	1	2	4	4	2	4	3	5	6	1	1	2	2,3	1	2	4	5	5
Type de logement	T2	T4	T4	T4	T4	T4	T4	T5	T5	T3	T3	T3	T4	T2	T5	T4	T4	T5
Consommations conventionnelles « 5 usages »	66.3	53.6	52.6	46.1	46.1	46.1	61.4	45.7	55.4	45.6	46.6	44.9	48.4	52.7	46.9	49.8	44.7	43.4
Consommations conventionnelles « 5 usages » corrigées du climat	58.5	46.7	46.8	46.1	46.1	46.1	52.4	41.5	49.8	45.1	45.7	43.7	46.8	51.2	45.3	51.7	46.2	44.7
Température moyenne du séjour [°C]	19.5	20.5	19	20	20.5	21	20	22.5	21.5	19	21	20.7	19.5	20	20	21.5	21.5	21.5
Consommations conventionnelles « 5 usages » corrigées du climat et de l'usage	61.4	51.2	48.3	49.2	50	50.8	55.6	47.9	57.2	46.3	49.7	45.1	47.7	52.2	46.3	57.4	50.9	48.4
Consommations réelles estimées « 5 usages »	40	76.9	34.7	58.6	48.8	73.1	81.6	81.6	96.1	56.8	37	34.8	46.8	45.9	50.5	54	70	60

Unité : kWhep/m²shon.an

Les valeurs en vert sont inférieures ou égales à la convention corrigée du climat, en rouge, les valeurs sont supérieures

Quand, aux consommations « 5 usages », on ajoute la cuisson et l'électricité spécifique (appareils électroménagers), on obtient les consommations tous usages d'énergie (cf tableau C). Dans 7 cas, la consommation tous usages est inférieure au seuil du Passivhaus (120 kWhep/m²shon.an), avec des consommations tous usages variant de 70,9 à 89,5 kWhep/m²shon.an. La France travaille dans le cadre du BEPOS aux consommations tous usages et devrait sortir des valeurs cibles dans ce domaine.

Les calculs en kWhep par personne donnent des résultats très différents de ceux au m² car ils prennent en compte la densité d'occupation des logements. En ne tenant pas compte des 2 ménages qui ne chauffent pas, 7 familles ont des consommations par personne inférieures à 4 000 kWhep par an.

» VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Tous les ménages qui sont en dessous du seuil de 97 kWhep/m².an (seuil des 120 kWhep/m².an corrigé des différences de coefficient Énergie Finale/Énergie Primaire et de nature des surfaces concernées) sont au-dessus de 4 000 kWhep par personne et par an. Cela signifie que ces ménages dont la consommation est performante au m² sont en tendance en état de sous-occupation de leur logement. Il s'agit le plus souvent de personnes seules ou des couples vivant dans des T3, des T4, voire un T5.

L'indicateur de consommation au m² est indispensable pour comparer des logements entre eux, avant occupation. Une fois les logements occupés, l'indicateur de la consommation par personne est plus significatif.

Tableau C > **Consommations réelles estimées « 5 usages », consommations réelles estimées électricité spécifique, consommations totales.**

RÉSIDENCE	« Le Petit Rosne » Garges-lès-Gonesse - Val d'Oise			« Macedo » Pessac - Gironde			« Porte de France » Forbach - Moselle			« Les Noyers » Laval - Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller - Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux - Vaucluse		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Ménages																		
Nombre de personnes	1	2	4	4	2	4	3	5	6	1	1	2	2,3	1	2	4	5	5
Type de logement	T2	T4	T4	T4	T4	T4	T4	T5	T5	T3	T3	T3	T4	T2	T5	T4	T4	T5
Consommations réelles estimées « 5 usages »	40	76.9	34.7	58.6*	48.8*	73.1*	81.6	81.6	96.1	56.8	37	34.8	46.8	45.9	50.5	54	70	60
Cuisson	10.7	2.4	10.4	-	-	-	11.8	6.1	12.2	3.7	3.5	3.7	-	-	-	7	6.4	6.7
Électricité spécifique	20.8	24.9	25.8	89**	66.9**	84.6**	79.6	105.9	52.8	29	42.4	42.9	65**	34.5**	36.6**	124.9	89.5	121.3
Énergie tous usages***	71.5	104.2	70.9	147.6	115.7	157.7	173	193.6	161.1	89.5	82.9	81.4	111.8	80.4	87.1	185.9	165.9	188
Énergie tous usages par personne***	4 302	5 883	1 952	3 937	6 172	4 206	5 443	3 879	2 690	7 106	6 582	3 231	4 718	4 440	5 106	3 532	2 720	3 572

Unité : kWhep/m²shon par an, sauf pour énergie tous usages par personne : kWhep par an

*hors déduction de 12 kWhep/m²shon.an produits par le photovoltaïque

**y compris la cuisson

*** énergie tous usages, hors énergie parties communes en immeuble collectif

Énergie tous usages par m² : en vert, inférieur à 97 kWhep/m²shon.an, en rouge, supérieur

Énergie tous usages par personne : en vert, inférieur à 4 000 kWhep par personne et par an, en rouge, supérieur à 4 000 kWhep par personne et par an



Quel est le vécu des occupants ? Quelles convergences ou divergences existe-t-il entre leur vécu et le confort mesuré ?

Le vécu dans le logement BBC est un équilibre à trouver entre le mode de vie, les pratiques, le désir de confort, les coûts, les contraintes et la recherche de la performance.

Une catégorisation socio-éco-technique peut être ébauchée. Elle prend en compte la connaissance que les habitants ont

du logement BBC et leur manière de vivre dans ces logements. Les attitudes et comportements des habitants rencontrés sont croisés avec les mesures de température et les consommations relevées afin d'apporter un éclairage global et mieux comprendre l'influence de la manière de vivre sur les performances du BBC.

› VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Trois catégories principales d'occupants ont été identifiées :

- Les habitants connaissent les principes du BBC et les usages recommandés – ils valorisent le bon usage ou la technique, « *On essaie d'utiliser à bon escient tous les avantages de la maison* ».
- Les habitants connaissent assez bien les caractéristiques du BBC mais connaissent mal les usages recommandés ou jugent qu'ils ne sont pas applicables – ils ne s'approprient pas bien le BBC, « *Théoriquement on n'a pas besoin d'aérer parce qu'il y a le double flux* ».
- Les habitants ne connaissent pas les caractéristiques du logement BBC ni les usages recommandés – ils y vivent comme dans un logement classique. « *On ne sait pas à quoi ça correspond mais on n'a pas cherché à comprendre parce que ça allait bien* ». Elle ajoute : « *C'est un peu compliqué parce qu'on ne nous a pas trop expliqué* ».

La première catégorie d'habitants connaît les principes du BBC et les usages recommandés. Ils valorisent le bon usage ou la technique.

Dans cette première catégorie, on peut distinguer deux tendances :

- Des habitants considèrent que le confort et les économies dépendent du bon usage du logement BBC. Ils recherchent le meilleur équilibre entre les performances et le confort.
- Des habitants considèrent que le confort et les économies dépendent de la technologie du BBC. Ils recherchent la performance soit en se contraignant soit en demandant un supplément de technique. Pour un habitant, le BBC permet de « *gagner de l'argent en dépensant moins* ».

Certains habitants mettent l'accent sur l'usage, ils sont soucieux de bien gérer leur logement BBC. Ils connaissent les principes de construction et les équipements liés au BBC. Ils connaissent les usages particuliers qui sont recommandés, pour la gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et en été, la gestion des ouvertures, l'aération et la ventilation, la gestion de l'eau. « *On peut tout piloter d'ici [thermostat d'ambiance] sans avoir à aller à la chaudière* ».

Certains habitants mettent essentiellement l'accent sur la technologie pour obtenir de bonnes performances.

Les habitants de la deuxième catégorie connaissent assez bien les caractéristiques du BBC mais connaissent mal les usages recommandés ou jugent qu'ils ne sont pas applicables. Ils ne s'approprient pas bien le BBC.

Ils connaissent assez bien les principes de construction et les équipements liés au BBC comme les équipements et les procédés d'isolation. Mais ils connaissent mal les usages particuliers qui sont recommandés ou considèrent qu'il n'est pas possible de les mettre en œuvre, pour la gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et en été, la gestion des ouvertures, l'aération et la ventilation.

« *Une explication nous aiderait beaucoup autant pour le régulateur que pour le boîtier qui sert à la ventilation* ».

Les habitants de la troisième catégorie ne connaissent pas les caractéristiques du logement BBC ni les usages recommandés. Ils y vivent comme dans un logement classique.

Ils ne connaissent pas les principes de construction ni les équipements liés au BBC. Ils ne connaissent pas les usages particuliers qui sont recommandés pour la gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et en été, la gestion des ouvertures, l'aération et la ventilation.

Il y a le plus souvent convergence entre vécu des habitants et confort mesuré. Des différences peuvent concerner la sensation de froid l'hiver, certains habitants ayant froid à 21°C, d'autres n'ayant pas de sensation de froid à 19°C.

► VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR



Hameau de la plaine à Monteux (B4), certifié Qualitel BBC Effinergie, pour AXEDIA, architecte Massot photo Axédia.

D'autres différences peuvent concerner l'hygrométrie. Rares sont les habitants qui se plaignent d'un air parfois trop humide l'été ou d'un air parfois trop sec l'hiver.

Si le confort thermique d'hiver est bien vécu par la quasi-totalité des habitants, et confirmé par les mesures, il y a dans les deux résidences situées dans la moitié Sud de la France un problème de confort thermique d'été, particulièrement dans la résidence du Vaucluse. Cet inconfort est surtout vécu durant les semaines les plus chaudes de l'été et est confirmé par les mesures.

Le taux de CO₂ dans l'air intérieur est dans la quasi-totalité des cas à un taux nettement inférieur au taux maximum recommandé par l'Observatoire de la Qualité de l'Air. Les quelques rares exceptions doivent se traduire par une vérification de l'efficacité de la ventilation.

Quels sont les choix techniques, les coûts d'investissement, d'entretien et d'occupation ?

Les choix techniques sont diversifiés (cf tableau D). Une seule caractéristique est commune aux 6 résidences : l'isolation par l'extérieur. La structure est en béton ou en ossature bois. Les menuiseries extérieures sont en double ou triple vitrage. La ventilation est hygro-réglable ou en double flux avec échangeur. Le chauffage est en chaudière gaz à condensation (individuelle ou collective) ou électrique. Le préchauffage de l'eau est assuré par des chauffe-eau solaires ou pas. Dans un cas, des panneaux photovoltaïques ont été installés.

Tableau D > Statut, type d'habitat, zone climatique, choix techniques.

RÉSIDENCE	« Le Petit Rosne » Garges-lès-Gonesse - Val d'Oise	« Macedo » Pessac - Gironde	« Porte de France » Forbach - Moselle	« Les Noyers » Laval - Mayenne	« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller - Haut-Rhin	« Le Hameau de la Plaine » Monteux - Vaucluse
Type	Immeuble collectif	Individuel groupé	Individuel groupé	Immeuble collectif	Immeuble collectif	Individuel groupé
Zone climatique	Continental H1a	Océanique H2c	Continental H1b	Océanique H2b	Continental H1b	Méditerranéen H2d
Murs de façade et pignon	Béton banché isolation extérieure laine de roche bardage bois	Ossature bois isolation extérieure laine minérale bardage bois Murs de séparation en béton	Ossature bois isolation extérieure laine de verre et polystyrène Murs pignon béton avec polystyrène Murs de séparation en béton	Béton banché isolation extérieure polystyrène ou laine de verre	Béton remplissage briques isolation extérieure polystyrène	Ossature bois isolation extérieure polystyrène et laine de bois Murs de séparation en béton
Menuiseries	PVC double vitrage remplissage argon Volets roulants PVC	Bois double vitrage remplissage argon Volets coulissants bois	Bois double vitrage remplissage argon Volets roulants PVC	PVC triple vitrage remplissage argon Volets roulants PVC	PVC double vitrage remplissage argon Volets roulants PVC	PVC double vitrage remplissage argon Volets battants bois
Ventilation	Hygro réglable A	Double flux avec échangeur	Hygro réglable B	Hygro réglable B	Double flux avec échangeur	Hygro réglable B
Chauffage et eau chaude sanitaire	Chaudières gaz mixtes à condensation Programmation Robinets thermostatiques	Panneaux rayonnants électriques avec thermostats Programmation Chauffe-eau solaires*	Chaudières gaz mixtes à condensation Programmation Robinets thermostatiques Chauffe-eau solaires	Chaudières gaz mixtes à condensation Programmation Robinets thermostatiques	Chaudière collective gaz à condensation Planchers chauffants Chauffe-eau solaires	Chaudières gaz mixtes à condensation Programmation Robinets thermostatiques
Photovoltaïque	non	oui**	non	non	non	non
Coût de construction HT par m ² habitable	1 818 €***	1 313 €	1 460 €	1 230 €	1 284 €	1 221 €

*La résidence Macedo dispose de sous-compteurs pour le chauffage, l'ECS, l'éclairage et l'électricité spécifique.

**L'installation photovoltaïque n'a pas été prise en compte dans le calcul de la performance BBC.

***Données incluant 6 maisons THPE.

➤ VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Pour ces toutes premières opérations BBC, les coûts d'investissement ont été sensiblement supérieurs à ceux d'une opération RT 2005, de l'ordre de 8 à 18% du coût de construction, et un peu supérieurs à une opération THPE. Le marché de la construction et l'apprentissage des acteurs ont fait que ce surinvestissement a pratiquement disparu dans les opérations ultérieures.

Les professionnels ont progressivement appris à faire des choix :

- Qui ne coûtent rien : orientation de l'immeuble (quand le règlement d'urbanisme le permet),
- Qui font faire des économies : plus grande compacité de l'immeuble,
- Qui évitent des surinvestissements inutiles : on peut faire du BBC performant sans nécessairement avoir recours à une ventilation double flux¹, sans triple vitrage, sans solaire thermique, sans solaire photovoltaïque.

En termes de coût d'entretien, notons que la ventilation double flux exige un bon entretien avec remplacement régulier des filtres. Selon certains professionnels, la question du solaire thermique est posée, le coût d'entretien risquant de compenser, et au-delà, les économies réalisées.

Le coût tous usages de l'énergie pour l'occupant est faible ou relativement faible (cf. tableau E). Dans 8 cas, il est inférieur à 60 € TTC par mois. Il varie de 47 € à 108 €. Dans 8 cas également, mais ce ne sont pas les mêmes familles, le coût mensuel par personne est égal ou inférieur à 20 €. En habitat locatif, la part de l'énergie dans le total loyer + charges + énergie varie le plus souvent entre 8 et 12 %.

Tableau E > Occupation, coûts TTC détaillés des consommations, loyers, charges.

RÉSIDENCE	« Le Petit Rosne » Garges-lès-Gonesse - Val d'Oise			« Macedo » Pessac - Gironde			« Porte de France » Forbach - Moselle			« Les Noyers » Laval - Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller - Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux - Vaucluse		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Ménages	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Nombre de personnes	1	2	4	4	2	4	3	5	6	1	1	2	2,3	1	2	4	5	5
Type de logement	T2	T4	T4	T4	T4	T4	T4	T5	T5	T3	T3	T3	T4	T2	T5	T4	T4	T5
Coût mensuel énergie tous usages en €* <i>(vert : < 60 € ; rouge : > 60 €)</i>	43	95	66	52	40	55	97	108	101	57	48	47	77	49	77	76	75	91
Coût mensuel énergie tous usages par personne en €* <i>(vert : < 20 € ; rouge : > 20 €)</i>	43	48	17	13	20	14	32	22	17	57	48	24	34	49	39	19	15	18
Coût annuel énergie tous usages par m ² habitable en €* <i>(vert : < 100 €/m² ; rouge : > 100 €/m²)</i>	9	11	8	7	5	7	15	15	14	11	9	9	12	14	10	12	12	13
Loyer mensuel en €	264	390	582	587	587	587	596	445	486	338	365	393	-	-	-	-	-	-
Charges mensuelles en €	74	124	129	Charges comprises	Charges comprises	Charges comprises	?	?	?	64	64	64	145	87	162	?	?	?
APL	277	406	109	90	0	0	344	350	448	0	0	0	-	-	-	-	-	-

*Immeuble collectif : coût mensuel et annuel, avec énergie des parties communes incluse.
En vert, coût mensuel tous usages inférieur à 60 € par mois, en rouge, supérieur à 60 €.

¹ Il faut nuancer ce constat dans le cas du chauffage électrique direct, qui nécessite le plus souvent la ventilation double flux et/ou pour l'ECS le solaire thermique ou thermodynamique.

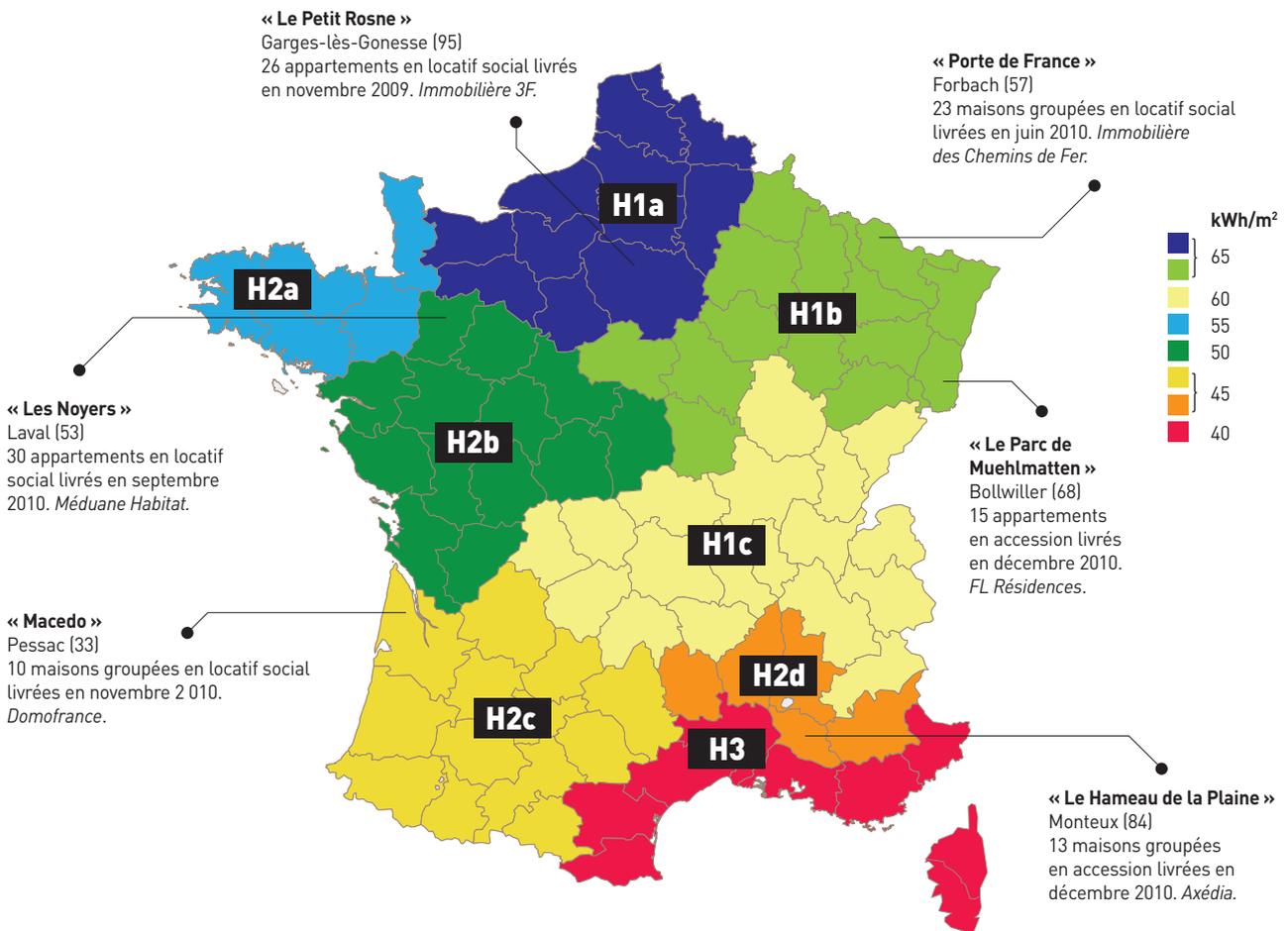
LES DIX ENSEIGNEMENTS DE L'ÉTUDE

L'UN DES DIX ENSEIGNEMENTS EST À CARACTÈRE GÉNÉRAL, TROIS CONCERNENT LES CONSOMMATIONS, TROIS LES PROFESSIONNELS, TROIS LES OCCUPANTS.

Enseignement n°1 Les logements BBC, ça marche. Ce n'était pas gagné d'avance.

L'échantillon analysé concerne six parmi les toutes premières opérations BBC lancées en France puisqu'un critère était qu'il y ait fin 2012 au moins deux ans de fonctionnement des résidences après livraison des immeubles.

Carte 1 > Localisation des 6 résidences étudiées sur la carte représentant les zones climatiques définies par la réglementation thermique.



Bien que se situant au tout début de la courbe d'apprentissage des professionnels, les opérations étudiées n'ont présenté aucun dysfonctionnement significatif. Ce résultat n'était pas gagné d'avance, vu le niveau d'exigences du label BBC Effinergie® comparé à celles de la réglementation thermique 2005².

² Certains maîtres d'ouvrage s'étaient « entraînés » en pratiquant les labels HPE (Haute Performance Énergétique) et THPE (Très Haute Performance Énergétique).

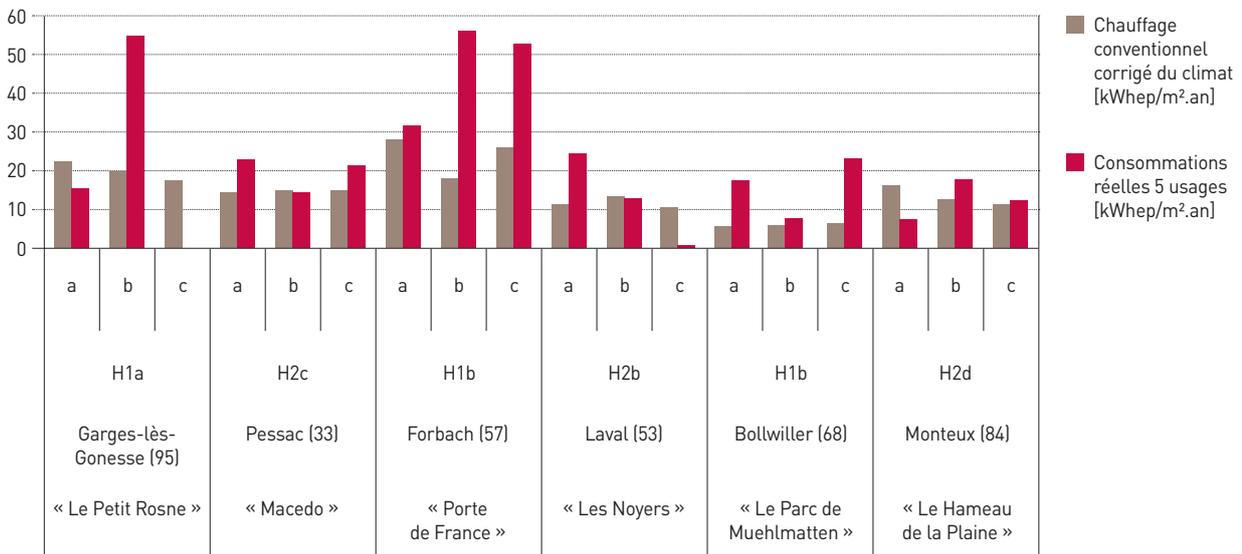
► VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Enseignement n°2 Les consommations réelles peuvent se situer au-dessus mais aussi au-dessous du calcul conventionnel BBC Effinergie®. La consommation d'énergie tous usages peut être même inférieure à celle du Passivhaus.

L'échantillon étudié n'a pas de représentativité statistique (6 résidences, 18 ménages). C'est une analyse à caractère qualitatif.

Pour le chauffage, 12 ménages ont une consommation réelle supérieure à la convention mais 6 ménages dans 4 résidences ont une consommation réelle inférieure à la convention BBC.

Graphique 1 ► **Chauffage : consommations conventionnelles corrigées du climat³ et consommations réelles (en kWh_{ep}/m²shon.an) réglementation thermique.**



Deux ménages, à Garges-lès-Gonesse et à Laval, n'ont pas consommé d'énergie pour le chauffage et ont donc bénéficié de transferts de chaleur.

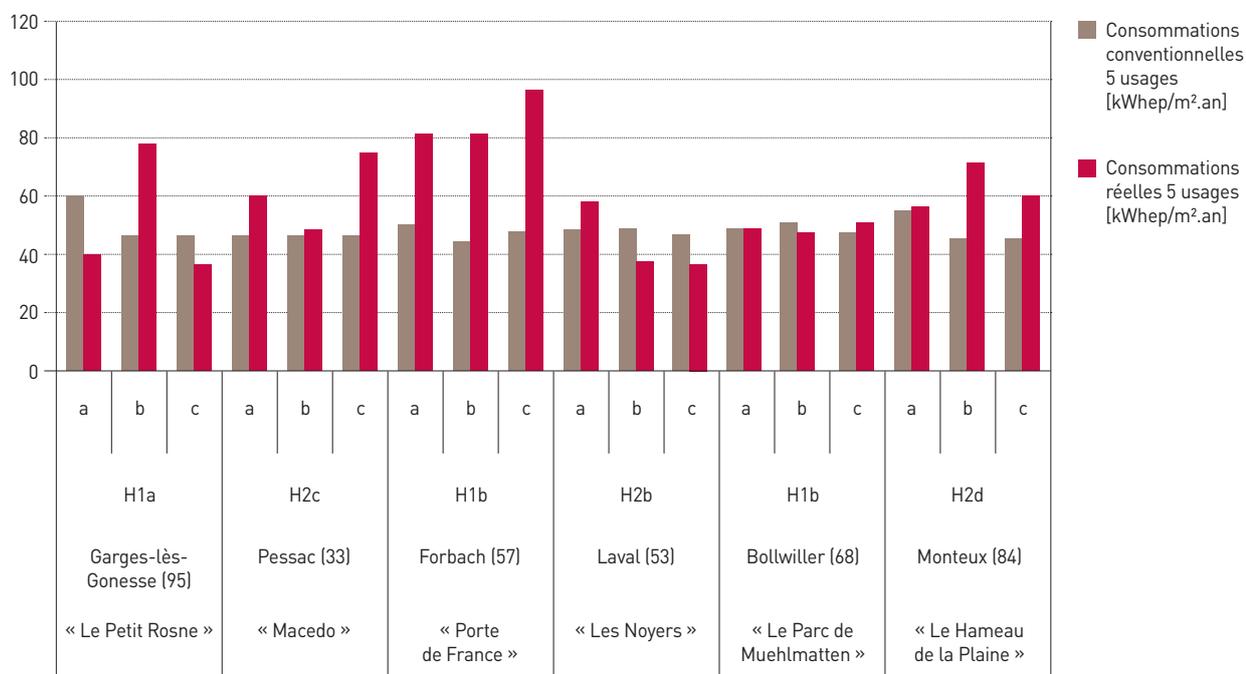
Pour les cinq usages pris en compte par la réglementation thermique⁴, 12 ménages ont une consommation réelle supérieure à la convention, 6 ménages, dans 3 résidences, ont une consommation réelle inférieure à la convention BBC. Ce ne sont pas les mêmes ménages que précédemment.

³ La température extérieure réelle a été prise en compte pour le calcul de la convention.

⁴ Chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, éclairage, auxiliaires.

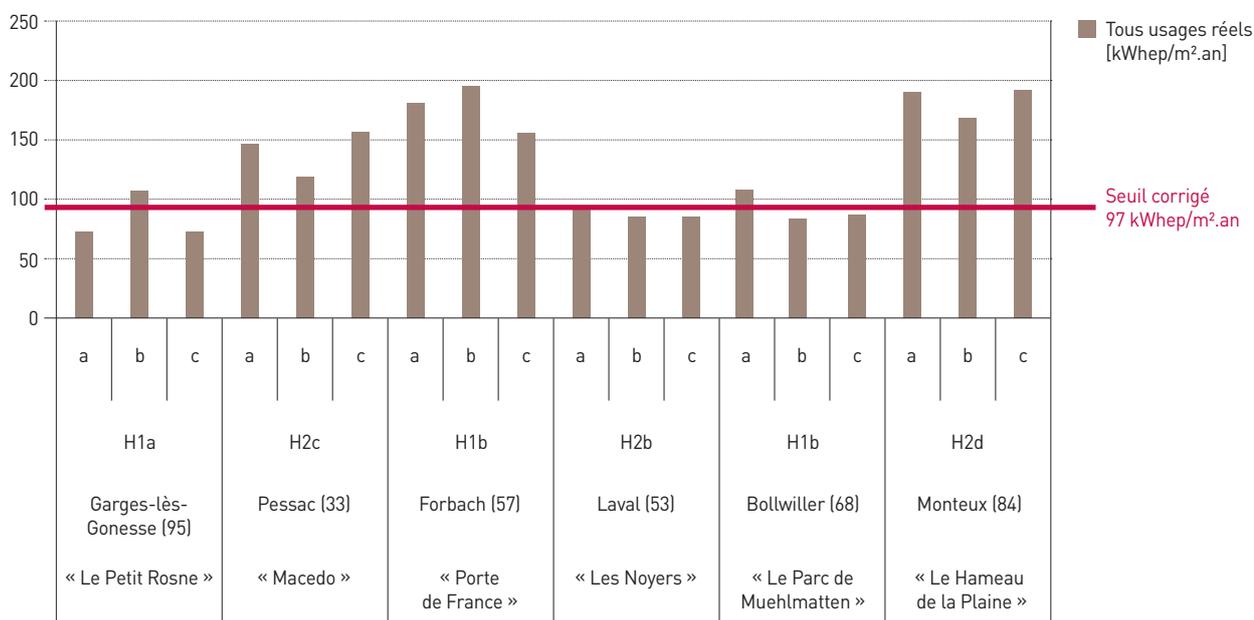
► VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Graphique 2 > Les 5 usages pris en compte par la réglementation : consommations conventionnelles corrigées du climat et consommations réelles (en kWh_{ep}/m²shon.an).



Pour les consommations tous usages (celles prises en compte par la réglementation et celles liées à l'électroménager et à l'électronique domestique : télévision, ordinateurs...), il n'y a pas de convention française. L'étude montre que 11 ménages présentent une consommation tous usages en dessous du seuil corrigé du niveau défini par le Passivhaus (cf page 5).

Graphique 3 > Consommations tous usages : consommations réelles (en kWh_{ep}/m²shon.an).



► VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Enseignement n°3 Même dans le cas d'un dépassement significatif de la consommation d'énergie par rapport à la convention BBC, la baisse de la consommation réelle par rapport à la réglementation 2005 est très importante.



Macedo à Pessac (33), certifié Habitat & Environnement BBC Effinergie, pour DOMOFRANCE, architecte cabinet Latour-Salier, photo Domofrance.

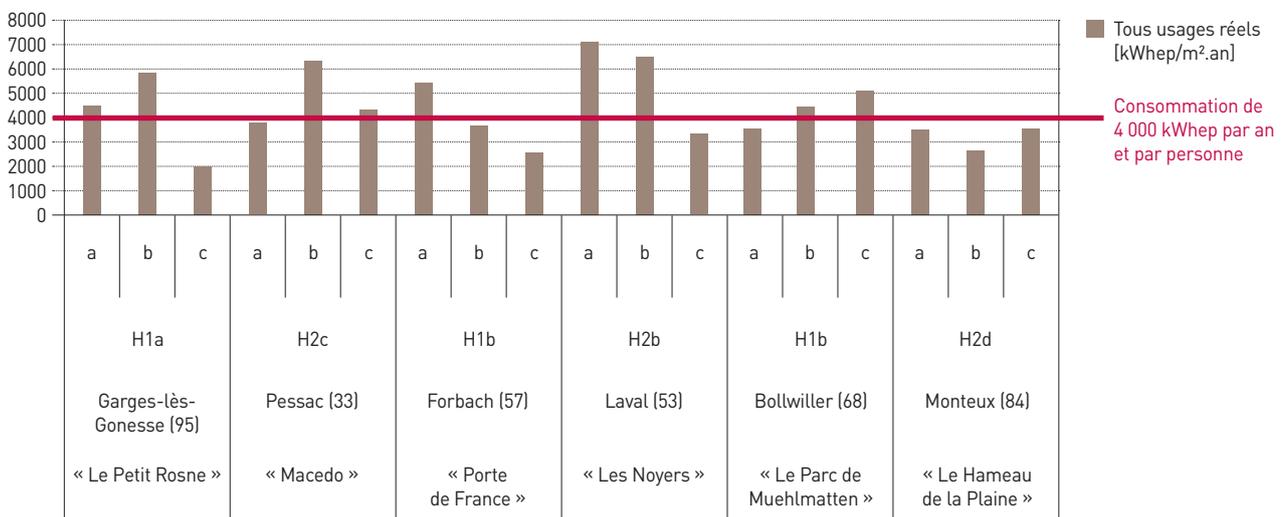
Prenons l'exemple du ménage dans la résidence « tout électrique » de Pessac (Gironde) qui a consommé, pour les cinq usages pris en compte par la réglementation, 73,1 kWhep/m²shon.an alors que la convention BBC Effinergie® est de 46,1 kWhep/m²shon.an, soit un dépassement de 59%. La consommation réelle est environ trois fois moins importante que celle du même logement régi par la réglementation 2005.

Le ménage dans la résidence à chauffage individuel gaz de Monteux (Vaucluse) qui a consommé pour les usages pris en compte par la réglementation 70 kWhep/m²shon.an alors que la convention BBC Effinergie® est de 46,2 kWhep/m²shon.an, a donc effectué un dépassement de 52% par rapport à la convention. La consommation observée correspond à une consommation environ deux fois moins importante que celle du même logement régi par la réglementation 2005.

Enseignement n°4 L'indicateur de consommation en kWhep/m².an est indispensable pour comparer des immeubles avant livraison. Une fois les logements occupés, les indicateurs significatifs sont la consommation en kWhep par personne (la question de la densité d'occupation est essentielle) et le coût de l'énergie consommée en €.

Les résultats de l'étude présentés en kWhep par personne et par an inversent les résultats présentés en kWhep/m²shon.an. Si on ne tient pas compte des 2 ménages qui ne chauffent pas leur logement, les ménages qui sont en dessous du seuil de 97 kWhep/m².an sont ceux qui consomment le plus par personne, entre 4 300 et 7 100 kWhep par an. La question de la densité d'occupation est essentielle pour relativiser les performances intrinsèques des logements.

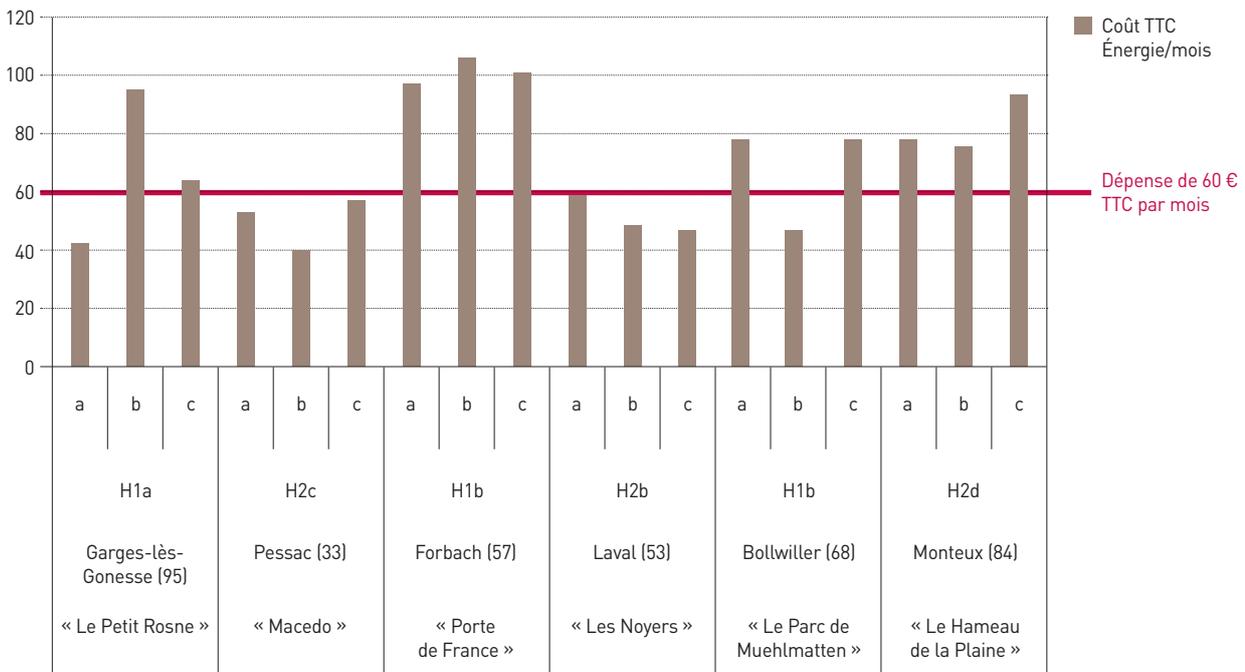
Graphique 4 ► **Consommations réelles tous usages en kWhep par personne et par an.**



► VIVRE DANS UN LOGEMENT BBC - UN CONSTAT PROMETTEUR

Dans l'échantillon étudié, une proportion significative de ménages paie pour l'énergie consommée moins de 60 € TTC par mois, abonnements inclus.

Graphique 5 ► Coût TTC de l'énergie par ménage et par mois.



Enseignement n°5 Les professionnels ont intérêt à multiplier les retours d'expériences détaillés, si possible avec une période de deux ans après livraison. L'erreur ou le succès sont riches d'enseignement. Les professionnels doivent veiller particulièrement au confort thermique d'été.

L'esprit de ces retours d'expériences doit prendre à contre-pied la culture française dominante qui veut que l'erreur soit assimilée à une faute qui doit être dénoncée, au lieu d'être considérée avant tout comme une source d'apprentissage.

Les enseignements tirés de tels retours d'expériences sont précieux. Ils permettent de tester les choix techniques, d'apprécier les premiers problèmes de maintenance, de mesurer les consommations réelles (avec si possible une période d'observation de deux ans après livraison, la première année étant souvent une année de rodage), de connaître le vécu et le comportement des occupants, de prendre conscience de l'importance de leur information...

Un enseignement important pour les résidences situées dans la moitié Sud de la France est de veiller au confort thermique d'été, tant en ce qui concerne l'immeuble (orientation, inertie, ventilation, volets...) que le conseil aux occupants (utilisation de la ventilation, des volets, aération nocturne...).

Enseignement n°6 La maîtrise des coûts d'investissement est liée à la courbe d'apprentissage des professionnels.

Méduane Habitat, le maître d'ouvrage de la résidence de Laval (Mayenne) a réalisé son opération à 1 230 € HT le coût de construction par m² habitable (€ valeur 2009), il construit aujourd'hui ses résidences BBC, selon les caractéristiques techniques de l'opération, entre 1 050 et 1 150 € HT le m² (€ valeur 2013).

Certes la conjoncture a fait que le marché de la construction est maintenant plus favorable aux maîtres d'ouvrage qu'aux entreprises de bâtiment, mais deux facteurs ont fortement joué :

- La tendance à la baisse du prix des composants mis sur le marché par les industriels,
- Et surtout la courbe d'apprentissage des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et des entreprises de bâtiment.

Quand ces professionnels en sont à leur 3^{ème} ou 4^{ème} opération BBC, ils savent faire des choix qui ne coûtent rien (orientation de l'immeuble), qui font faire des économies (compacité) et qui évitent les surinvestissements inutiles.

Enseignement n°7 Les professionnels ont intérêt à privilégier les techniques simples et robustes.



Les Noyers à Laval (53), certifié Qualitel BBC Effinergie et Habitat & Environnement BBC Effinergie, pour MEDUANE HABITAT, Architecte Agence d'architecture et d'urbanisme William Gohier, photo Méduane Habitat.

L'étude montre qu'on peut faire des logements BBC performants sans ventilation double flux, sans triple vitrage, sans solaire thermique, sans solaire photovoltaïque.

L'essentiel est que l'immeuble soit bien orienté, plutôt compact (mais la liberté de choix architecturaux est grande), bien isolé et bien ventilé.

Il convient de faire attention aux idées reçues : une des opérations les plus performantes de l'échantillon est une résidence « tout électrique ».

Les techniques simples et robustes doivent être privilégiées avec trois préoccupations : facilité de maintenance, coût d'entretien maîtrisé, facilité d'utilisation par les occupants.

Enseignement n°8 L'usage et le comportement des occupants sont déterminants pour le niveau des consommations réelles. Les six facteurs clés.

L'étude met en évidence six facteurs clés relatifs à l'usage et au comportement des occupants ayant une influence, parfois très forte, sur la consommation d'énergie :

- Le nombre de personnes dans le logement,
- La durée d'occupation durant la journée, la semaine et l'année,
- Le niveau d'équipement d'appareils domestiques et l'intensité de leur usage,
- La température intérieure choisie en hiver,
- Les pratiques d'aération du logement, notamment l'ouverture des fenêtres et des portes sur jardin,
- La plus ou moins bonne maîtrise de la chaudière, de la ventilation, des volets et du chauffe-eau solaire quand il y en a un⁵.

Enseignement n°9 Le vécu des logements BBC par leurs occupants est globalement bon dans l'échantillon étudié. Le comportement des ménages est très diversifié. Le confort thermique d'été est parfois insuffisant.

Le niveau de satisfaction des ménages interviewés est globalement bon. L'usage et le comportement sont très diversifiés. En simplifiant, trois catégories d'occupants peuvent être distinguées :

- Les habitants qui connaissent les principes du BBC et les usages recommandés – ils valorisent le bon usage ou la technique,
- Les habitants qui connaissent assez bien les caractéristiques du BBC mais connaissent mal les usages recommandés ou jugent qu'ils ne sont pas applicables – ils ne s'approprient pas bien le BBC,
- Les habitants qui ne connaissent pas les caractéristiques du logement BBC ni les usages recommandés – ils y vivent comme dans un logement classique.

Les deux dernières catégories peuvent pratiquer « l'effet rebond » qui consiste à profiter du logement BBC pour améliorer son confort (avec notamment une température intérieure relativement élevée l'hiver) et non pour économiser l'énergie.

Dans le Sud de la France, l'insuffisance de confort thermique d'été due à une trop forte température dans les logements pendant les périodes de grande chaleur est mal vécue par les habitants.

⁵ Ces facteurs clés expliquent qu'il est normal qu'il y ait toujours une différence, parfois importante, entre le calcul conventionnel BBC des consommations et les consommations réelles. La convention définit pour ces facteurs un seul mode d'occupation, alors qu'il y a une très grande diversité d'occupation, de durée d'occupation, d'appareils domestiques, de température intérieure, de pratiques d'aération et de maîtrise des équipements du logement.

Enseignement n°10 Les questions de l'information et du conseil aux occupants sont sous-estimées par les professionnels.

De même qu'il existe un processus d'apprentissage pour les professionnels, il y en a un pour les occupants. Et cela ne peut pas se réduire à une brochure d'information, même si celle-ci est bien sûr indispensable. Cela passe par une bonne information (par les bailleurs, les syndicats de copropriété) sur les consommations et un accompagnement, si possible à trois moments, l'entrée dans les lieux, après quelques mois de « rodage », au bout d'un an sur la base des consommations réelles.

Au-delà du comportement dans le logement, les ménages ne doivent-ils pas modifier progressivement leur mode de vie ? Le promoteur de la résidence en accession à la propriété de Bollwiller (Haut-Rhin) le pense. La brochure d'information qu'il a diffusée s'intitule « Du bâtiment économe à la consommation responsable ». Après les rubriques « Dépensez peu d'énergie en hiver », « Vivez confortablement en été »..., sont présentés les thèmes « Optez pour des achats responsables » et « Déplacez-vous en douceur ».

Le rapport de l'étude générale et les 6 rapports annexes (une annexe par opération) sont téléchargeables sur le site de QUALITEL : www.qualite-logement.org



REMERCIEMENTS

Les auteurs de l'étude et le groupe QUALITEL tiennent à remercier pour leur collaboration :

- Didier Colin, Axédia,
- Stéphane Moreau, Xavier Vinualès, Joël Castex, Domofrance,
- Serge Wermelinger, FL Résidences,
- Jean-Baptiste Euzen, Marie-Laure Duchon, Jeanne Lanssade, Méduane Habitat,
- Marie-Pierre Partonnaud, Natacha Dory, Agnès Drevillon, Vera Lizarzaburu, Alain Montagu, Philippe Walter, Immobilière des Chemins de Fer,
- Karim Ternane, Sylvie Froissart-Jouhier, Nicolas Harand, Jean Isambert, Immobilière 3F.

Ainsi que les dix-huit familles qui ont été longuement interviewées et visitées pour les relevés techniques dans les six résidences.

Nous remercions les quatre bailleurs sociaux et les deux promoteurs pour leur accord de publication des annexes relatives à l'analyse de leurs résidences.