



VIVRE DANS UN LOGEMENT BASSE CONSOMMATION D'ENERGIE

Une approche socio-éco-technique

RETOUR D'EXPERIENCE DE SIX RESIDENCES LABELISEES BBC EFFINERGIE®

RAPPORT D'ETUDE GENERALE



Jean Carassus, économiste, Ecole des Ponts ParisTech
Chantal Laumonier, sociologue
Bernard Sesolis, ingénieur conseil, pour Tribu Energie
Damien Janvier, Rémi Wrona, ingénieurs, Tribu Energie
2013

PREAMBULE

L'étude « Vivre dans un logement basse consommation d'énergie » a été commanditée par CERQUAL (Qualitel) et réalisée par une équipe constituée de :

- Jean Carassus, économiste, professeur à l'Ecole des Ponts ParisTech, coordinateur de l'étude,
- Chantal Laumonier, sociologue,
- Bernard Sesolis, ingénieur conseil, pour Tribu Energie,
- Damien Janvier et Rémi Wrona, ingénieurs, Tribu Energie.

Elle a été pilotée par Jean-Yves Colas, Directeur Etudes et Recherches, et Elisabeth Courregelongue, Responsable Environnement, Santé, Cadre de Vie à la Direction Etudes et Recherches, CERQUAL.

L'étude a été réalisée en partenariat avec quatre bailleurs sociaux :

- Domofrance,
- Méduane Habitat,
- Immobilière des Chemins de Fer,
- Immobilière 3F,

et deux promoteurs:

- Axédia,
- FL Résidences.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de l'étude, CERQUAL et 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.

Sommaire

PREAMBULE.....	2
INTRODUCTION	4
1. LA METHODE SOCIO-ECO-TECHNIQUE.....	5
1.1 L'approche socio-éco-technique : pourquoi ?.....	5
1.2 L'approche socio-éco-technique : comment ?	5
1.3 L'échantillon	7
2. CONVENTIONNELLES ET REELLES, ANALYSE DES ECARTS, LES CONSOMMATIONS TOTALES	8
2.1 Introduction.....	8
2.2 Les consommations conventionnelles « 5 usages ».....	9
2.3 Les consommations conventionnelles corrigées « 5 usages » tenant compte des conditions réelles de températures extérieure et intérieure.....	10
2.4 .Les consommations réelles « cinq usages »	13
2.5 Analyse des écarts	14
2.6 Les consommations électriques hors « 5 usages » et les consommations totales	18
3. LE VECU DES OCCUPANTS, LE CONFORT MESURE.....	20
3.1. Les habitants connaissent les principes du BBC et les usages recommandés – ils valorisent le bon usage ou la technique.....	20
3.2. 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.....	24
3.3. Les habitants ne connaissent pas les caractéristiques du logement BBC ni les usages recommandés – ils y vivent comme dans un logement classique.....	29
4. LES CHOIX TECHNIQUES, LES COÛTS D'INVESTISSEMENT, D'ENTRETIEN ET D'OCCUPATION	34
4.1. Les choix techniques : un apprentissage progressif	34
4.2. L'apprentissage fait diminuer le surinvestissement	36
4.3. Eléments sur les coûts d'entretien	39
4.4. Un coût faible de l'énergie pour les occupants	40

INTRODUCTION

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,
- *Economique* : 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 les Gonesse Val d'Oise	« Macedo » Pessac Gironde	Porte de France « Cité des Cheminots » 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)

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 1er trimestre 2011 au 1er 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.

1. LA METHODE SOCIO-ECO-TECHNIQUE

1.1 L'approche socio-éco-technique : pourquoi ?

L'étude visait à répondre à trois questions :

- Quelles sont les consommations réelles des logements comparées aux consommations conventionnelles définies par le label? Comment expliquer les écarts ?
- Quels sont le vécu et le comportement des occupants ? Quelles convergences ou divergences existe-t-il entre leur vécu et le confort mesuré?
- Quels sont les coûts d'utilisation de l'énergie pour les occupants et les coûts d'investissement et de maintenance?

La réponse à la question « Quelles sont les consommations conventionnelles ? Quelles sont les consommations réelles ? » a une dimension essentiellement technique.

Répondre à la question « Comment expliquer les écarts ? » fait intervenir la dimension sociologique du comportement et du vécu des occupants, mais aussi la dimension économique, le comportement pouvant être influencé par le coût des consommations, fortement abaissé dans des logements BBC.

La réponse à la question « Quels sont le vécu et le comportement des occupants ? » a un caractère évidemment sociologique. La réponse à la question « Quelles convergences ou divergences existe-t-il entre leur vécu et le confort mesuré ? » est une intéressante confrontation entre l'approche sociologique, fondée sur les entretiens avec les occupants, et l'approche technique, fondée sur les mesures de la température, de l'hygrométrie et du taux de CO2 dans l'air intérieur des logements. La dimension économique n'est pas absente, le coût des consommations n'étant pas neutre.

La réponse à la question « Quels sont les coûts d'utilisation de l'énergie pour les occupants et les coûts d'investissement et de maintenance ? » est apparemment purement économique. Il n'en est rien. Les coûts d'investissement et de maintenance dépendent des choix techniques effectués et les coûts d'utilisation dépendent de la qualité technique des logements et des équipements et du comportement des occupants.

L'approche socio-éco-technique est donc à notre avis nécessaire pour l'analyse des retours d'expérience d'immeubles à haute efficacité énergétique et haute qualité environnementale.

Une approche purement technique fait l'impasse sur les coûts et le vécu des utilisateurs. Une approche socio-économique est inopérante si elle ignore la dimension technique.

1.2 L'approche socio-éco-technique : comment ?

La coopération sociologue-économiste-ingénieur a trois dimensions : les méthodes, le terrain, la co-analyse.

Les méthodes utilisées par chacun sont définies en partenariat avec les deux autres.

La sociologue a défini un questionnaire, soumis pour avis à l'ingénieur et à l'économiste, pour apprécier deux dimensions essentielles :

- le comportement des occupants dans leur logement,
- le vécu et la représentation des occupants relatifs au logement BBC et à ses équipements.

Les entretiens avec les occupants ont porté sur six thèmes :

- Le parcours résidentiel : logement antérieur, attente pour le logement actuel, date d'entrée, opinion sur le quartier.
- L'appropriation du logement : avantages et inconvénients par rapport au logement précédent, aménagements réalisés, qualités et défauts du logement, opinion sur le logement basse consommation.
- Le confort : la définition du confort en hiver et en été, le bruit.

- L'énergie et la ventilation : avis sur le chauffage, température choisie, factures, avis sur l'isolation, utilisation de la ventilation, mode d'aération des pièces, choix des appareils électroménagers et de loisir, veilles.
- L'eau : bains/douches, consommation, température de l'eau.
- Le développement durable : positionnement de la personne interviewée, énergies renouvelables, tri sélectif, transports.

L'économiste a reconstitué avec le maître d'ouvrage le contexte et l'historique de l'opération. Chaque construction a son histoire spécifique dont il convient de connaître l'essentiel.

Il a rassemblé l'information relative au financement, aux prix et aux coûts en rapport avec les choix techniques et les caractéristiques des occupants.

Le financement détermine le prix réel de l'investissement pour l'occupant. Six financements principaux ont été utilisés par les professionnels, deux en locatif social (prêts locatifs à usage social PLUS et prêts locatifs aidés d'intégration PLAI) auxquels correspondent des niveaux de revenus de locataires différents, un en locatif intermédiaire (prêts locatifs sociaux PLS), trois en accession à la propriété (prêts à taux zéro, prêts Pass Foncier et prêts ordinaires).

Le prix de revient recouvre la charge foncière, le coût de construction et les honoraires. Le prix de vente comprend le prix de revient, les frais de commercialisation, la TVA résiduelle et la marge. Le coût de construction dépend notamment des choix techniques faits.

Le coût d'utilisation pour l'occupant comprend le loyer ou la mensualité, les charges, les consommations d'énergie et d'eau, diminué de l'éventuelle aide personnalisée au logement. L'accent a été mis sur les consommations d'énergie.

L'ingénieur a pour tâche d'estimer si la performance énergétique obtenue est du niveau de celle d'un niveau du label BBC-Effinergie® attribué par CERQUAL aux opérations suivies.

Cette estimation nécessite de s'appuyer sur les études thermiques préalables fournies par la maîtrise d'ouvrage et d'adapter les résultats selon des hypothèses réelles indépendantes de la qualité de la construction et du comportement des occupants, ces deux sujets représentant les raisons principales des différences inéluctables entre le calcul et la réalité. Ces hypothèses indépendantes sont les conditions climatiques réelles durant la période des mesures qui auront été mises en place (température, humidité, relevés des compteurs). La méthodologie utilisée tient compte des possibilités de mesures et des superpositions possibles des résultats avec les enquêtes sociologique et économique ; elle introduit des corrections des résultats théoriques avant confrontation aux consommations réelles et permet de suivre des évolutions de température au sein des logements. Ces données alimenteront l'analyse thermique et énergétique du comportement du bâtiment et des occupants, travail nécessairement réalisé en liaison avec la sociologue, mais également de l'économiste compte-tenu de l'impact en termes de charges pouvant infléchir des modes d'occupation.

Sur le terrain, il a été décidé que l'économiste ait le contact d'ensemble avec le maître d'ouvrage et que la sociologue soit l'interlocutrice principale de chaque famille, l'ingénieur agissant en coopération étroite avec la sociologue.

La co-analyse entre la sociologue, l'économiste et l'ingénieur est la dimension qui a la plus forte valeur ajoutée de l'approche choisie. Elle suppose une mise à niveau minimale de chacun sur le travail de l'autre : compréhension de l'approche vécue et comportement par l'économiste et l'ingénieur, compréhension des techniques utilisées dans les logements BBC par la sociologue et l'économiste, compréhension du financement et des coûts par la sociologue et l'ingénieur.

L'exercice est difficile car innovant. Il passe par des tâtonnements successifs. Cette co-analyse augmente fortement la capacité de compréhension des observations techniques, économiques et sociologiques effectuées.

1.3 L'échantillon

Les résidences sont habitées depuis au moins deux ans, délai nécessaire pour mesurer et comprendre les consommations réelles. Elles sont donc parmi les toutes premières opérations BBC construites en France.

Tableau 1. Les résidences étudiées.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise	« Macedo » Pessac Gironde	Porte de France « Cité des Cheminots » ForbachMoselle	« Les Noyers » Laval Mayenne	« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin	« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse
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
Zone climatique et objectif label BBC Effinergie®*	Continental H1a 65	Océanique H2c 45	Continental H1b 65	Océanique H2b 50	Continental H1b 65	Méditerranéen H2d 45
Gros oeuvre	Béton	Ossature bois	Ossature bois	Béton	Béton briques	Ossature bois
Chauffage et eau chaude	Individuel gaz	Individuel électricité Solaire thermique**	Individuel gaz	Individuel gaz	Collectif gaz Solaire thermique	Individuel gaz
Ventilation	Hygroréglable A	Double flux	Hygroréglable B	Hygroréglable B	Double flux	Hygroréglable B
Vitrage	Double vitrage avec lame d'argon	Double vitrage avec lame d'argon	Double vitrage lame d'argon	Triple vitrage avec lame d'argon	Double vitrage avec lame d'argon	Double vitrage avec lame d'argon
Coût de construction HT par m² habitable	1818 €	1313 €	1460 €	1230 €	1284 €	1221 €

*En kWh_{ep} (énergie primaire) /m²SHON (Surface Hors Oeuvre Nette) /an pour 5 usages (chauffage, eau chaude, ventilation, éclairage, auxiliaires)

**Cette opération dispose également d'une installation photovoltaïque dont l'électricité est vendue sur le réseau EDF. Cette installation n'a pas été prise en compte dans le calcul de la performance BBC.

L'échantillon est diversifié : habitat social et copropriété, immeuble collectif et maisons individuelles, climats continental, océanique, méditerranéen, structure béton ou bois béton, chauffage gaz ou électrique, utilisation ou non du solaire thermique et du solaire photovoltaïque, ventilation hygroréglable B ou double flux avec échangeur, double ou triple vitrage. L'isolation est toujours par l'extérieur. Le coût de construction est sensiblement plus élevé en Ile de France.

2. CONVENTIONNELLES ET REELLES, ANALYSE DES ECARTS, LES CONSOMMATIONS TOTALES

2.1 Introduction

Le label BBC Effinergie® est attribué dans le cadre du calcul réglementaire RT 2005, en estimant à priori des consommations d'énergie qui ne doivent pas dépasser certains seuils conventionnels. La méthode réglementaire utilise des hypothèses conventionnelles :

- données climatiques fixées par zone climatique. La France métropolitaine est segmentée en huit zones, chacune représentée par un seul site météorologique. Ainsi, les hypothèses climatiques du calcul RT ne correspondent ni au lieu, ni bien entendu à l'année des mesures réalisées in situ.
- usages du logement et comportement des occupants définis par une convention: des températures de consigne de chauffage qui sont de 16°C entre 10h et 18h les jours de semaine et de 19°C aux autres heures ainsi que durant tout le week-end (soit une consommation moyenne de l'ordre de 18°C pendant la période de chauffe), nombre heures d'ouverture des fenêtres, pratiques des occultations solaires et de fermeture des volets...
- mode d'occupation fixé selon un nombre d'habitants au m² déterminant les besoins d'eau chaude sanitaire (ECS) et définissant implicitement les apports internes selon des horaires et un calendrier d'occupation.

La confrontation des calculs justifiant l'attribution du label BBC avec les consommations constatées in situ met en évidence d'inévitables différences. Il convient de s'affranchir au maximum des écarts inhérents au climat et à l'occupant afin de se focaliser sur la qualité intrinsèque du logement (bâti et équipements).

Les consommations d'énergie prises en compte dans le calcul RT, donc pour le label BBC, concernent 5 usages : le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire (ECS), le refroidissement (appelé couramment « climatisation »), l'éclairage et les auxiliaires (consommations électriques des pompes et ventilateurs des installations de chauffage, de climatisation, d'ECS et de VMC). Ces consommations concernent la somme des consommations de tous les logements car le calcul s'effectue par bâtiment en collectif ou sur la totalité des maisons si elles sont accolées.

Ce sont donc les consommations réelles « 5 usages » sur les logements qui seront comparées aux consommations conventionnelles déclinées sur ces logements.

Un premier travail consiste à estimer ces consommations réelles. Les relevés des compteurs d'électricité et de gaz ne le permettent pratiquement jamais. Dans de rares cas, il existe des sous-compteurs par poste de consommation. Dans le cas général, toutes les consommations sont regroupées. Les relevés d'électricité mêlent les consommations d'éclairage, des auxiliaires, parfois du chauffage et de l'ECS si l'électricité est utilisée pour ces deux postes, et également toutes les consommations « autres usages » regroupant l'électroménager non comptabilisé dans le label BBC. Les relevés de gaz incluent le chauffage, l'ECS et parfois la cuisson.

Ainsi, le rapprochement entre les calculs conventionnels et la réalité nécessite trois traitements :

- établir les consommations conventionnelles par logement déduites des consommations conventionnelles du bâtiment ou de l'ensemble des maisons accolées.
- corriger les consommations conventionnelles « 5 usages » selon le climat réel observé durant les périodes de mesures et selon la température réelle du logement.
- établir la répartition des consommations d'énergie réelles entre les 5 postes des consommations réglementaires ainsi que les consommations électriques « autres usages » à partir des relevés, des factures et des informations recueillies in situ.

L'analyse des différences poste par poste entre les consommations réelles et les consommations conventionnelles corrigées pourra alors s'effectuer.

2.2 Les consommations conventionnelles « 5 usages »

Les consommations conventionnelles « 5 usages », notées Cep (Consommations en énergie primaire), sont issues des calculs thermiques réglementaires fournis par la maîtrise d'œuvre à CERQUAL pour l'attribution des labels BBC. La valeur maximale admise égale à 50 kWh/m²Shon.an est modulée selon la zone climatique et l'altitude.

Cep est donc inférieure ou égale à cette valeur modulée et représente la somme des consommations pour le chauffage, la production d'ECS, l'éclairage et les auxiliaires. Aucune des 6 opérations suivies n'est équipée de climatisation.

Le tableau suivant résume les valeurs conventionnelles calculées selon la méthode réglementaire de la RT 2005. Dans le cas des lotissements composées de maisons différentes (taille, positionnement), ou de plus d'un bâtiment en collectif, il s'agit de valeurs moyennes sur l'opération.

Tableau 2. Consommations conventionnelles moyennes « 5 usages » par opération.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise	« Macedo » Pessac Gironde	Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle	« Les Noyers » Laval Mayenne	« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin	« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse
Zone climatique	H1a	H2c	H1b	H2b	H1b	H2d
Objectif BBC (*)	≤ 65	≤ 45	≤ 65	≤ 50	≤ 65	≤ 45
Cep « 5 usages » (*)	64.1	33.6(**)	54.2	49.1	51.3	47.2 (***)
Cep chauffage (*)	26.7	15.1	30.5	14.8	9.2	12.7
Cep ECS (*)	25.2	11.5	10.7	23.7	18.3	23.1
Cep éclairage (*)	7	7	5.7	7.6	6.9	7.4
Cep auxiliaires (*)	5.2	12	7.3	3	16.9	4

(*) Cep en kWh/m²Shon.an

(**) L'opération de Pessac est équipée de capteurs photovoltaïques dont la production d'électricité (environ 34 kWh/m²Shon.an) est déduite des consommations du bâtiment. Pour l'attribution du label BBC, cette déduction est plafonnée à 12 kWh/m²Shon.an. Finalement le photovoltaïque n'a pas été pris en compte dans le calcul du label BBC.

(***) Ces valeurs moyennes issues du dossier RT correspondent au projet équipé de capteurs photovoltaïques. Ces capteurs n'ont pas été installés. L'opération a dû en conséquence être modifiée car l'ilot n°1 avait un Cep = 49,7 avant déduction des kWh solaires produits, donc supérieur aux 45 maximaux. D'où la valeur moyenne de 47,2 également non conforme au label BBC.

A partir de ces consommations, il convient de déduire les consommations conventionnelles pour chacun des 3 logements par opération ayant fait l'objet d'un suivi¹.

Pour l'éclairage et les auxiliaires, la méthode réglementaire s'appuie sur des ratios au m²Shon. Ainsi, les ratios au bâtiment et aux logements sont identiques.

Pour l'eau chaude sanitaire, la méthode réglementaire s'appuie également sur des ratios au m²Shon. Les ratios au bâtiment et aux logements sont également identiques².

Pour le chauffage, les besoins sont calculés par la méthode RT 2005 selon les déperditions, les apports gratuits (internes et solaires) à l'échelle du bâtiment. Une clé de répartition des consommations calculées selon les règles fixées dans l'arrêté du 21 septembre 2007 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments neufs permet d'approcher les consommations conventionnelles de chauffage de chaque appartement à partir de celles de l'immeuble.

Tableau 3. Consommations conventionnelles estimées par logement suivi.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Objectif bâtiment BBC	≤ 65			≤ 45			≤ 65			≤ 50			≤ 65			≤ 45		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Cep « 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
Cep chauffage	30.3	26.5	23.6	14.8	14.8	14.8	37.4	22.2	31.9	11.7	14	11.6	7.7	7.2	7.7	14.1	11.3	11.3
Cep ECS	27	18.2	20	11.6	11.6	11.6	10.4	10.9	10.7	23.4	22	22.9	17.1	22	15.6	23.8	22.5	22.1
Cep éclairage	6.9	6.9	7	7.1	7.1	7.1	5.6	5.7	5.7	7.6	7.6	7.6	6.9	6.9	6.9	7.6	7.2	7.4
Cep auxiliaires	2.1	2	2	12.6	12.6	12.6	8	6.9	7.1	2.9	3	2.8	16.7	16.6	16.7	4.2	3.8	3.6

Cep : Consommation en énergie primaire en kWh/m²Shon.an

2.3 Les consommations conventionnelles corrigées « 5 usages » tenant compte des conditions réelles de températures extérieure et intérieure

Les corrections des valeurs conventionnelles avant confrontation avec les relevés et factures concernent les conditions climatiques réelles et/ou les conditions d'occupation et d'usage.

¹ L'extrapolation des résultats des 3 logements au bâtiment devra être considérée avec beaucoup de prudence. Cette démarche engendre des incertitudes liées au faible échantillon et à l'hétérogénéité entre logements d'une même opération (situation dans le bâtiment, étage, perméabilité à l'air,...).

² Les besoins d'ECS sont fortement liés au nombre d'occupants. Un T1 ou un T5 n'ont pas le même ratio au m²Shon de besoins d'ECS car les statistiques montrent que la densité d'occupation est plus importante dans les logements de petite taille. Or, les exigences RT 2005 et BBC au m² étant identiques quels que soient les m²Shon, les petits logements sont traités de manière plus exigeante que les logements de grande taille (la RT 2012 corrige cette distorsion).

Pour l'éclairage, la méthodologie adoptée rend ces corrections impossibles. Moduler les consommations d'éclairage supposerait de connaître les caractéristiques de tous les points lumineux (sources et luminaires), ce qui est encore possible, et les puissances appelées sur un pas de temps court et pour toute la période de mesures, ce qui supposerait une métrologie lourde et inadaptée pour ce type d'étude. La valeur conventionnelle sera donc considérée comme la valeur « réelle ».

Pour les auxiliaires, il faut distinguer les consommations électriques propres à l'installation de chauffage et ECS (pompes) et à la VMC (ventilateurs). Selon le site, ces installations sont collectives ou individuelles.

En installation collective, la répartition pour la VMC s'effectuera au m²Shon et les valeurs sont ajoutées en tant que charges collectives aux consommations électriques de chaque logement. Pour les auxiliaires, la répartition sera également au m²Shon mais modulée selon la durée de la saison de chauffe réelle.

En installation individuelle, il n'est pas envisagé de moduler les consommations de VMC puisque cette dernière fonctionne 24h/24 et 365 jours/an. En revanche, pour l'installation de chauffage, le ratio au m²Shon peut être modulé selon la durée de la saison de chauffe réelle.

Pour l'eau chaude sanitaire, il n'a pas été envisagé de corriger les besoins conventionnels selon la température d'eau froide (variable dans l'année) ou le nombre réel d'occupants (variable également dans l'année) dont dépendent fortement ces besoins. Ces sujets sont traités dans les parties « consommations réelles » et « analyse des différences entre consommations conventionnelles corrigées et consommations réelles ».

Pour le chauffage, comparer les consommations conventionnelles à la réalité nécessite des correctifs préalables.

En dehors des caractéristiques intrinsèques du bâtiment et des limites de la modélisation, les consommations réelles et conventionnelles diffèrent à cause :

- des conditions extérieures (température, apports solaires)
- des conditions d'usage (comportement des occupants traduit par les heures d'occupation, les consignes de température, les ouvertures de fenêtres, type de cuisine,...)

Pour les conditions extérieures, il est tenu compte d'une correction des degrés-jours :

Les degrés-jours conventionnels (DJC) sont estimés à partir de la météo conventionnelle pour la zone climatique réglementaire correspondante. Les « DJC » sont définis en supposant des températures intérieures de 19/16°C selon le scénario conventionnel réglementaire rappelé dans l'introduction. Les consommations de chauffage qui en découlent sont donc les consommations conventionnelles (CC).

Les mesures réalisées dans les logements avec les sondes de température ont permis de déterminer la période de chauffe et les températures de consignes dans les trois logements.

Les degrés-jours conventionnels sont corrigés selon les températures extérieures réelles (issues des fichiers Météo-France pour le site) et pour la période de chauffe réelle pour chaque logement. De ces DJC « réels », découlent des consommations conventionnelles corrigées selon le climat (CCC). Ainsi, la différence entre CCC et CC traduit à la fois la différence climatique de la référence réglementaire avec le site et la rudesse ou la douceur de l'hiver par rapport à un hiver moyen.

Les conditions d'usage sont traduites par les degrés-jours réels « DJ réels » sur la période de chauffe issus d'une correction des DJC réels selon les températures réelles constatées dans les appartements. De ces DJ réels découlent des consommations conventionnelles avec une correction climatique et sur l'usage (CCCU). La différence entre CCCU et CCC traduit l'effet du choix par les occupants des consignes de chauffage par rapport à un comportement standard.

La figure suivante illustre ces deux corrections successives.

Graphique 1. Correction des degré-jours selon les températures extérieures et intérieures réelles.

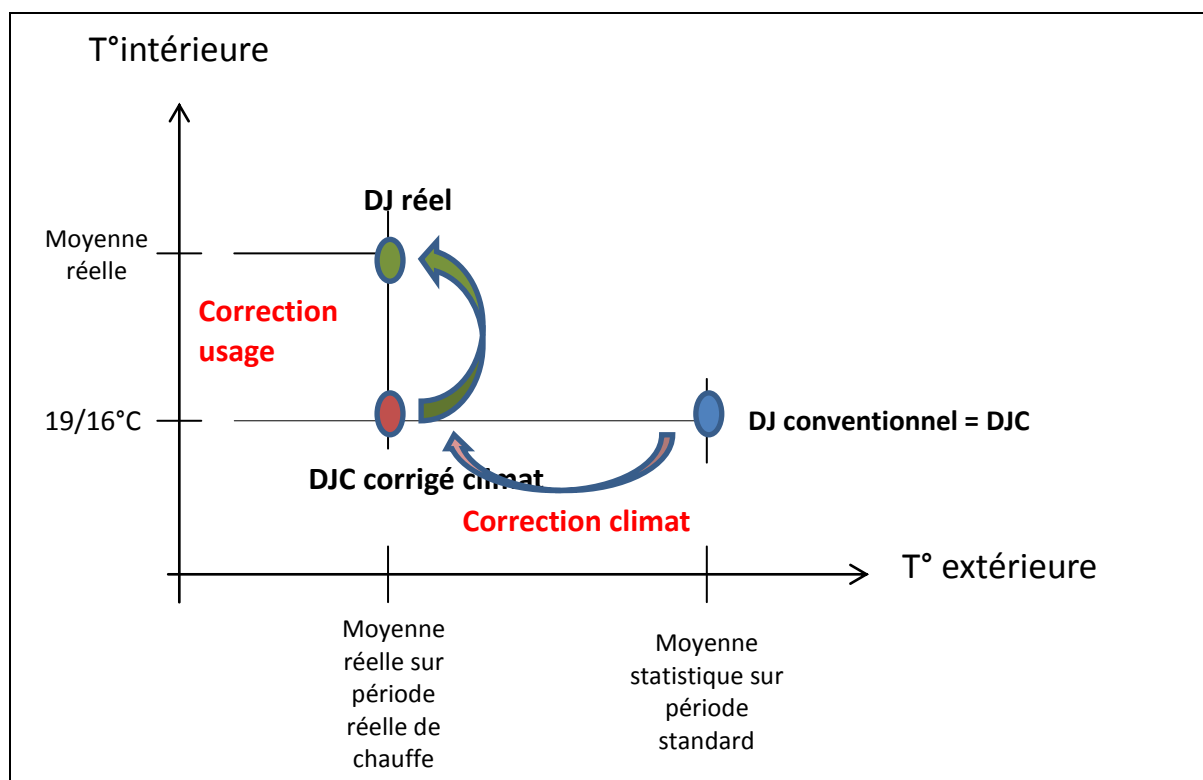


Tableau 4. Consommations conventionnelles corrigées par logement suivi.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Objectif bâtiment BBC	≤ 65			≤ 45			≤ 65			≤ 50			≤ 65			≤ 45		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Cep avec CCC « 5 usages »	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
Cep Chauffage CCC	22.6	19.7	18	14.8	14.8	14.8	28.4	18	26.3	11.3	13.2	10.5	6.3	5.9	6.3	16	12.8	11.6
Cep ECS	27	18.2	20	11.6	11.6	11.6	10.4	10.9	10.7	23.4	22	22.9	17.1	22	15.6	23.8	22.5	22.1
Cep éclairage	6.9	6.9	7	7.1	7.1	7.1	5.6	5.7	5.7	7.6	7.6	7.6	6.9	6.9	6.9	7.6	7.2	7.4
Cep auxiliaires CCC	2.1	2	2	12.6	12.6	12.6	8	6.9	7.1	2.8	2.9	2.7	16.5	16.4	16.5	4.2	3.8	3.6
Cep avec CCCU « 5 usages »	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
Cep Chauffage CCCU	25.5	24.1	19.5	17.9	18.7	19.5	32.3	24	33.5	12.4	16.9	11.7	7.4	6.8	7.2	21.8	17.5	15.3

Cep : Consommation en énergie primaire en kWhep/m²Shon.an

2.4.Les consommations réelles « cinq usages »

La détermination des consommations réelles s'est appuyée sur différentes sources :

- Comptage électricité, de gaz, d'eau : relevés sur les 6 opérations : pour les étés 2011 et 2012 et les saisons de chauffage 2010/11 et 2011/12 (sauf Monteux : seulement été 2012 et saison chauffage 2011/12).
- Sous-comptages déjà en place : relevés via Internet à Pessac (chauffage, ECS, VMC)
- Factures (rarement disponibles et exploitables).

A partir de ces données, il a été relativement simple d'en tirer des consommations globales d'électricité et de gaz (aucune autre énergie n'a été utilisée sur les 6 opérations suivies). Mais sans sous-comptage, il aura été nécessaire d'établir une répartition sur le chauffage, l'ECS, l'éclairage, les auxiliaires.

Hors « Pessac », seule opération « tout électrique » avec sous-comptages, il a été procédé de la manière suivante :

- A partir des consommations de gaz d'été, la consommation d'ECS a été définie par différence entre la consommation totale, et celle estimée forfaitairement pour la cuisson (méthode DEL 2 du CSTB avec parfois correction selon l'enquête sociologique).
- Dans le cas d'une production d'ECS solaire qui est variable toute l'année, une reconstitution de cette production mois/mois a été réalisée pour pouvoir déterminer les consommations d'ECS d'hiver.
- A partir des consommations de gaz durant l'hiver, les consommations de chauffage ont été estimées par différence entre les consommations totales et la somme des consommations d'ECS (parfois reconstituées mois/mois) et des consommations de cuisson. Pour Bollwiller, un sous-comptage « chauffage » a permis une mesure directe ; l'ECS a été déduite directement du compteur général gaz car la cuisson est électrique.
- A partir des consommations totales d'électricité, les consommations des autres usages d'électricité spécifique (AUES) ont été déterminées en retranchant les consommations des auxiliaires de ventilation (en maison individuelle) pris forfaitairement selon le ratio conventionnel de la RT, les consommations des auxiliaires de chauffage (en cas d'installation individuelle), en utilisant le ratio conventionnel de la RT corrigé selon les consommations de chauffage, et les consommations d'éclairage en considérant que ces dernières sont identiques à celles établies également à partir des ratios de la RT. Une approche plus précise aurait nécessité une métrologie beaucoup plus lourde.

Tableau 5. Consommations réelles estimées par logement suivi.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« M a c e d o » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Objectif bâtiment BBC	≤ 65			≤ 45			≤ 65			≤ 50			≤ 65			≤ 45		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
C e p « 5 usages »	4 0	76.9	34.7	58.6 *	48.8 *	73.1 *	81.6	81.6	96.1	56.8	3 7	34.8	46.8	45.9	50.5	5 4	7 0	6 0
Cep chauffage	15.6	55.2	0	23.3	14.5	21.3	31.6	56.5	53.2	24.4	1 3	0.6	17.6	7 . 8	23.4	7 . 7	17.9	12.2
Cep ECS	15.4	12.8	26.1	15.6	14.6	32.1	37.1	12.1	29.9	21.9	13.5	23.7	5.7	14.7	3.6	36.8	42.6	36.8
Cep éclairage	6.9	6.9	6.9	7.1	7.1	7.1	5.6	5 . 7	5.7	7.6	7.6	7.6	6.9	6 . 9	6.9	6 . 1	6.2	7 . 4
Cep auxiliaires	2.1	2	1.7	12.6	12.6	12.6	7.3	7 . 3	7.3	2.9	3.2	2.9	16.6	16.5	16.6	3 . 4	3.3	3 . 6
Cuisson	10.7	2.4	10.4	-	-	-	11.8	6 . 1	12.2	3.7	3.5	3.7	-	-	-	7	6.4	6 . 7
A U E S	20.8	24.9	25.8	89 **	66.9 **	84.6 **	79.6	105.9	52.8	2 9	42.4	42.9	65 **	34.5 **	36.6 **	124.9	89.5	121.3

Cep (Consommation en énergie primaire), cuisson, autres usages en électricité spécifique (AUES) en kWh/m²Shon.an

* hors déduction de 12 kWh/m²Shon.an produits par le photovoltaïque

** y compris la cuisson

2.5 Analyse des écarts

Les différences entre consommations conventionnelles et consommations réelles estimées sont normales pour les raisons développées dans l'introduction de cette 3^{ème} partie.

L'analyse des écarts a été faite poste par poste de manière à cerner leurs causes. L'essentiel de l'analyse porte sur le chauffage et l'ECS étant donné que les deux autres postes de consommation, l'éclairage et les auxiliaires, ont été considérés comme étant égaux aux valeurs conventionnelles.

Le chauffage

La comparaison entre l'estimation issue des mesures et la convention s'effectue avec la valeur conventionnelle corrigée du climat de manière à s'affranchir du seul écart indépendant du bâtiment et de son usage, c'est-à-dire celle notée CCC. L'écart pourra alors être attribué à l'opération elle-même (performance conventionnelle / réelle du bâtiment) et au comportement des occupants (comportement conventionnel / comportement réel). Les totaux des consommations réelles sur les 4 postes réglementaires seront à comparer aux totaux des valeurs conventionnelles intégrant CCC pour déterminer si les opérations auront été, dans leur usage et durant la période de mesures, au niveau des performances du label BBC.

Le tableau suivant rassemble les consommations de chauffage théorique corrigée du climat (CCC), corrigée du climat et de l'usage -températures intérieures et périodes d'occupation- (CCCU) et les consommations mesurées ou estimées in situ (CM).

Tableau 6. Chauffage : consommations conventionnelles corrigées du climat (CCC), corrigées du climat et de l'usage (CCCU), réelles estimées par logement (CM)

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Température moyenne du séjour mesurée (°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
Cep chauffage conventionnel CCC	22,6	19,7	18	14,8	14,8	14,8	28,4	18	26,3	11,3	13,2	10,5	6,3	5,9	6,3	16	12,8	11,6
Cep chauffage conventionnel CCCU	25,5	24,1	19,5	17,9	18,7	19,5	32,3	24	33,5	12,4	16,9	11,7	7,4	6,8	7,2	21,8	17,5	15,3
Cep chauffage estimé/mesuré CM	15,6	55,2	0	23,3	14,5	21,3	31,6	56,5	53,2	24,4	13	0,6	17,6	7,8	23,4	7,7	17,9	12,2
Ecart % lié à la t° intérieure CCCU-CCC	+13	+22	+8	+21	+26	+25	+14	+33	+27	+10	+28	+11	+17	+15	+14	+36	+37	+32
Ecart % CM – CCC	-31	+180	-	+57	-2	+44	+11	+214	+102	+116	-2	-	+179	+32	+271	-52	+40	+5

Cep en kWhep/m²Shon.an Pour CM, les valeurs en vert sont inférieures à la convention corrigée CCC; en rouge, les valeurs sont supérieures.

Les écarts CCCU-CCC indiquent les différences des consommations conventionnelles dues aux températures constatées in situ par rapport aux températures intérieures conventionnelles. Ils traduisent le comportement des usagers dans le choix des consignes de chauffage et leur mode d'occupation.

Ces écarts sont tous positifs. La lecture des températures moyennes constatées dans les séjours montrent bien que le niveau est supérieur à la convention, qui rappelons-le est de l'ordre de 19°C en moyenne pendant la saison de chauffe. Dans l'échantillon des logements suivis, parmi les habitants classés (selon la sociologie) ne connaissant pas bien les caractéristiques BBC, 9 sur 11 logements sont occupés 24h/24 alors que parmi les habitants classés comme connaissant le BBC, 3 familles sur 7 occupent leur logement en permanence. Ce qui accentue les conséquences de la différence entre l'occupation réelle et le scénario conventionnel et induit un écart automatique selon les logements de 8 à 37%.

Les écarts CM-CCC intègrent les % précédents et tous les écarts liés au bâtiment et aux comportements des usagers. On constate des résultats très disparates, de -52% à +271%. Ces écarts qui semblent parfois curieusement importants sont relatifs et portent sur des valeurs absolues faibles : des CCC de 6 à 28 kWhep/m²Shon.an et des CM de 0 à 56 kWhep/m²Shon.an. Trois logements sont au-dessus de 50 kWhep/m²Shon.an, tous les autres sont en-dessous de 32 kWhep/m²Shon.an.

Globalement, ces logements consomment donc peu de chauffage par rapport à des logements neufs classiques. Deux logements ne consomment rien (Garges et Laval) alors que les températures intérieures restent confortables et sont perçues comme telles. Ces cas illustrent les transferts de chaleur entre logements amplifiés par l'isolation globale très poussée des immeubles. Des occupants ayant des soucis pécuniers peuvent se chauffer « gratuitement ». Une réflexion sur le choix du chauffage individuel dans ces opérations doit être approfondie.

Les raisons des écarts peuvent se classer en 3 catégories :

- la méthode de calcul et la méthodologie du suivi : problème du dossier Réglementation Thermique (Bollwiller), déduction du chauffage à partir de l'ECS (Monteux),

- la conception et la mise en œuvre : équipements induisant des difficultés de gestion - ergonomie de chaudière individuelle (Garges), VMC double-flux individuelle pilotée par trop d'options (Pessac), réglage de la VMC lors des cuissons (Bollwiller), thermostat mal placé induisant un dysfonctionnement de la chaudière (Garges), des problèmes possibles d'étanchéité à l'air (Garges, Laval, Bollwiller),

- le comportement des occupants : outre le choix des températures intérieures qui contribuent pour environ 10 à 40% des écarts par rapport à la convention corrigée par le climat (CCCU-CCC déjà cité plus haut), le mode de vie et d'occupation des habitants induit des écarts importants : ouvertures des fenêtres - aérations habituelles (Laval, Forbach), évacuation insuffisante par la VMC durant la cuisson, effet « rebond » traduisant un choix économiquement possible de températures intérieures élevées grâce à la performance du bâtiment (Forbach en particulier).

La production d'ECS

La méthode RT utilise des ratios de nombres de personnes par m² Shon, les consommations d'ECS étant directement liées au nombre d'occupants. Si un logement est occupé différemment de l'hypothèse conventionnelle d'occupation, un biais apparaît pour définir les besoins d'ECS, et ce indépendamment des performances et du mode d'utilisation des équipements. Ce biais est d'autant plus sensible que l'ECS est souvent le poste le plus important des 5 usages réglementaires. Un autre biais est inhérent à la méthode RT 2005 : les petits logements, comme nous l'avons noté, ont des consommations par m² Shon plus élevées que les grands.

Aussi, il apparaît intéressant de confronter les consommations conventionnelles à la consommation annuelle réelle mesurée ou estimée exprimées aussi bien par m² Shon que par personne.

Tableau 7. *Eau chaude sanitaire : consommations conventionnelles et consommations réelles estimées par logement*

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonnesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Type de logement	T2	T4	T4	T4	T4	T4	T4	T5	T5	T3	T3	T3	T4	T2	T5	T4	T5	T5
Shon (m ²)	60	113	110	107	107	107	94	100	100	79	79	79	97	56	117	76	82	95
Nombre moyen d'occupants	1	2	4	4	2	4	3	5	6	1	1	2	2.3	1	2	4	5	5
Cep conventionnel ECS kWhep/m ² Shon.an	27	18.2	20	11.6	11.6	11.6	10.4	10.9	10.7	23.4	22	22.9	17.1	22	15.6	23.8	22.5	22.1
Cep mesurée ECS kWhep/m ² Shon.an	15.4	12.8	26.1	15.6	14.6	32.1	37.1	12.1	29.9	21.9	13.5	23.7	5.7	14.7	3.6	36.8	42.6	36.8
Cep mesurée ECS kWhep /personne.an	924	723	718	417	781	859	1162	242	498	1730	1067	936	240	823	211	699	699	699
Ecart % Convention/mesure	-43	-30	+31	+34	+26	177	257	+11	+179	-6	-39	+3	-67	-33	-77	+55	+89	+67

Les valeurs en vert sont inférieures à la convention; en rouge, les valeurs sont supérieures

Comme pour le chauffage, les tendances sont disparates. Globalement, les consommations réelles s'échelonnent de 4 à 44 kWhep/m².an. L'écart relatif à la convention RT varie de -77% à +257%.

Cet important écart s'explique d'abord par le nombre de personnes, faibles pour certains logements (Garges, Laval, Bollwiller), fort pour d'autres (Forbach, Monteux). Hors ces raisons, 7 logements ont une consommation d'ECS inférieure à leur consommation conventionnelle. Les raisons principales sont notamment des systèmes de puisage performants (Garges, Bollwiller), un probable bon fonctionnement de l'installation solaire (Bollwiller). 11 logements sont plus énergivores en ECS.

Certains d'entre eux pratiquent de nombreux lavages quotidiens (Forbach), d'autres ont des difficultés de gestion de l'appoint de l'installation solaire (Pessac).

L'examen des consommations rapportées aux nombres d'occupants modifie souvent la tendance au m². En moyenne sur les 18 logements, chaque occupant consomme environ 700 kWhep/an pour l'ECS avec des écarts également importants (de 211 à 1730 kWhep/an). Les logements ayant un ratio inférieur à cette moyenne voient leur écart par rapport à la référence RT passer de -77% à +179%.

De même, les logements avec un ratio supérieur à 700 ont des écarts relatifs avec la référence RT qui passe de -43% à +257%. A l'extrême, une personne seule consomme 1730 kWhep/an et son logement a une « performance » égale à -6% (Laval).

Les consommations « 5 usages »

Tableau 8. Consommations conventionnelles corrigées du climat « 5 usages », consommations réelles estimées « 5 usages »

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Objectif bâtiment BBC	≤ 65			≤ 45			≤ 65			≤ 50			≤ 65			≤ 45		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Cep conventionnel corrigé du climat « 5 usages »	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
Cep mesuré « 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

Cep en kWhep/m²Shon.an

*hors déduction de 12 kWhep/m²Shon.an produits par le photovoltaïque

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

Au total, par comparaison « 5 usages » des consommations conventionnelles corrigées du climat avec les consommations constatées sur le terrain, 6 logements sont au niveau correspondant à la consommation conventionnelle. Les autres restent cependant à des niveaux satisfaisants et bien inférieurs à des logements neufs classiques.

Globalement, il a été mis en évidence l'importance première de l'usage des occupants dans les consommations réelles.

L'étude fait apparaître 6 facteurs déterminants :

- Le nombre d'occupants par logement,
- Les durées d'occupation (durant la journée, la semaine, l'année),
- Le niveau d'équipements domestiques et l'intensité de leur usage,
- Les températures choisies pour le chauffage (niveau, programmation, intermittence...)
- La gestion de l'air (aération par ouvertures des fenêtres, pilotage de la VMC)
- La pratique et la maîtrise plus ou moins bonne des équipements : chauffage (réglage de la chaudière, ventilation double-flux - by-pass, vitesses, programmation, thermostat, robinets thermostatiques), ECS (gestion de la relance de l'appoint en installation solaire), VMC (usage des deux vitesses), gestion des volets.

Les conclusions sur l'analyse des écarts relatifs au chauffage et à l'eau chaude sanitaire doivent être prudentes compte tenu des nombreux facteurs améliorant ou dégradant la performance, qui pour

être mis en évidence, supposerait une métrologie lourde. Ces facteurs peuvent être intrinsèques au bâtiment et à sa gestion : mise en œuvre plus ou moins soignée, gestion de la ventilation, comportement des équipements (réglages, ergonomie des interfaces, problèmes liés à la conception), apports de chaleurs par les autres usages très différents des valeurs conventionnelles. Le processus adopté pour estimer les consommations de chauffage (méthodologie générale, incertitudes sur les mesures réalisées, fiabilités des compteurs mis en place,...) peut donc également générer des différences entre la réalité observée et ce qui était attendu.

2.6 Les consommations électriques hors « 5 usages » et les consommations totales

En dehors des consommations « 5 usages » pris en compte pour le calcul RT et l'attribution du label BBC-Effinergie®, les relevés et la méthodologie adoptés pour cette étude ont permis d'estimer les consommations des autres usages électriques spécifiques.

Tableau 9. Consommations réelles estimées « 5 usages », consommations réelles estimées électricité spécifique, consommations totales.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Zone climatique	H1a			H2c			H1b			H2b			H1b			H2d		
Objectif bâtiment BBC	≤ 65			≤ 45			≤ 65			≤ 50			≤ 65			≤ 45		
Logements	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Cep mesuré « 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
AUES	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
Energie 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
Energie tous usages par personne***	4302	5883	1952	3937	6172	4206	5443	3879	2690	7106	6582	3231	3617	4440	5106	3532	2720	3572

Cep, cuisson, AUES (autres usages en électricité spécifique), énergie tous usages en kWhep/m²Shon par an

Energie tous usages par personne en 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) en kWhep/m²Shon.an

Energie tous usages par m² : en vert, inférieur à la convention allemande PassivHaus (estimée à 97 kWh/m²Shon.an), en rouge, supérieur

Energie tous usages par personne : en vert, inférieur à 4000 kWh par personne et par an, en rouge, supérieur

Les valeurs obtenues pour l'électricité hors « 5 usages » varient dans une large fourchette (21 à 106 kWhep/m²Shon.an). Ces disparités d'un logement à l'autre s'expliquent par le nombre d'occupants, les équipements présents et leurs usages.

Ces consommations sont du même ordre de grandeur que les consommations « 5 usages » allant de 37 à 96 kWhep/m²Shon.an.

Les consommations d'autres usages pour l'électricité spécifique (AUES) sont à comparer aux consommations moyennes en France, de l'ordre de 2726 kWh/ménage en 2008 (Source : ENERTECH / CEREN) soit 27 kWh/m²Shon.an³, ou encore 70 kWh/m²Shon.an.

³ En comptant une surface moyenne en 2008 de l'ordre de 90m²Shon, soit environ 100 m²Shon

Un autre ratio indique 65 kWhep/m²Shab.an (Source Ademe), soit environ 60 kWhep/m²Shon.an.

Les ménages analysés se répartissent bien autour de ces moyennes. On constate des consommations particulièrement faibles à Garges et Laval (peu de personnes et raisons économiques ou générationnelles), particulièrement élevées à Monteux (nombre d'occupants, adjonction de ventilateurs et climatiseurs).

L'énergie tous usages (« 5 usages » et électricité spécifique) en kWhep/m².an varie de 70 à 194. Le label allemand Passivhaus a fixé comme maximum à ne pas dépasser 120 kWhep/m².an selon les normes allemandes. En prenant en compte les différences de coefficient énergie primaire / énergie finale et de surface, nous avons estimé cette convention à 97 kWhep/m².an selon les normes françaises. Notons que 7 ménages sont au-dessous de cette convention !

Mais en calculant non plus au m² mais par personne. Les résultats sont très différents. Seuls les ménages qui ne chauffent pas leur logement (ménages « C » de Garges et de Laval) sont « performants » en m² et par personne.

En dehors de ces deux ménages, 7 familles ont des consommations par personne inférieures à 4 000 kWh par an. Tous les ménages qui sont en dessous de la norme PassivHaus sont au-dessus de 4 000 kWh par personne et par an !

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.

3. LE VÉCU DES OCCUPANTS, LE CONFORT MESURE

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 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.

Nous avons retenu 3 catégories principales :

Les habitants connaissent les principes du BBC et les usages recommandés – ils valorisent le bon usage ou la technique

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

Les habitants ne connaissent pas les caractéristiques du logement BBC ni les usages recommandés – ils y vivent comme dans un logement classique.

3.1. Les habitants connaissent les principes du BBC et les usages recommandés – ils valorisent le bon usage ou la technique

Ce groupe est constitué de familles qui connaissent les caractéristiques du BBC et cherchent à en valoriser les potentialités et les enjeux mais de deux manières, en privilégiant soit l'usage soit la technique.

On peut distinguer ces 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.
- ***Certains habitants mettent l'accent sur l'usage, ils sont soucieux de bien gérer leur logement BBC***

Ces habitants (3 familles qui sont à Bollwiller, Pessac et Laval) connaissent bien les caractéristiques du logement basse consommation et sont attentifs à respecter les règles de bon fonctionnement. Ils savent tirer le meilleur parti de leur logement : « *On essaie d'utiliser à bon escient tous les avantages de la maison* ». Ils réalisent un bon compromis entre leur mode de vie, leur confort et les coûts. Ils ne vivent pas les consignes comme des contraintes, modifient peu leur manière de vivre. Leurs pratiques sont bien adaptées à un logement BBC.

Ils connaissent les principes de construction et les équipements liés au BBC

Ces personnes connaissent les caractéristiques de leur logement BBC. A Bollwiller, ils décrivent les éléments qui contribuent au chauffage de l'appartement (chauffage par le sol sans radiateurs, ventilation double flux, thermostat dans chaque pièce et renforcement phonique des fenêtres). A Pessac, un locataire sait qu'il y a un chauffage électrique, des radiants, un double flux et un thermostat dans le séjour pour régler le chauffage. A Laval, une personne connaît les caractéristiques du BBC, qu'elle identifie à la très bonne qualité de la conception (isolation et triple vitrage). Elle cite

également une ventilation dans toutes les pièces et une ventilation dans la cuisine, que l'on active en cas de besoin. Ces différents systèmes ne font pas de bruit, dit-elle. Mais elle trouve que la manipulation du boîtier de réglage de la température du chauffage et de l'eau est relativement complexe.

Ils connaissent les usages particuliers qui sont recommandés

La gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et les consommations. Ces familles signalent qu'elles chauffent très peu en hiver. Elles programment ainsi le chauffage : l'une à 19° le jour et 16° la nuit. Une autre cherche à éviter les variations importantes de température en mettant les chambres à 18 °, et le séjour à 21° le jour (à cause des petits enfants) et 19° la nuit. Une autre signale que la maison est chauffée par le double flux, ce qui est suffisant et limite le recours à la chaudière électrique. De toute manière, elles obtiennent souvent un niveau de température supérieur à la consigne, disent-elles.

En ne chauffant pas, une famille arrive à obtenir 25° dans la maison, ce qu'elle vérifie sur le thermomètre du séjour. Les mesures confirment ce niveau car la consommation réelle estimée de chauffage de ce logement est de 14,5 kWhep/m²SHON.an, donc légèrement inférieure à la référence du BBC (14,8 kWhep/m²SHON.an).

Sur le plan des économies financières, ils considèrent que c'est un réel succès car ils ont des factures de chauffage très nettement inférieures à celles qu'ils avaient dans leur ancien logement (pour l'un 53 € tous les deux mois contre 160 €, 170 € avant).

En conséquence de leur manière de faire, les habitants rencontrés estiment que leur niveau de confort thermique est élevé et que les qualités du logement (bonne isolation, qualité des vitrages et double flux) n'imposent pas de contraintes importantes. Ils ne cherchent pas à modifier leurs habitudes pour obtenir les meilleures performances du BBC mais ils sont attentifs à respecter certaines règles.

La gestion des ouvertures, l'aération et la ventilation. Si les habitants agissent sur les équipements et les réglages, c'est en connaissance de cause. Ainsi une personne trouve que les bouches de ventilation du double flux font du bruit. Aussi a-t-elle fermé « un peu celle de la chambre à coucher mais pas trop pour ne pas perturber le double flux », dit-elle.

Concernant l'aération, les habitants savent qu'il n'est pas nécessaire d'ouvrir les fenêtres pour aérer : « *Théoriquement on n'a pas besoin d'aérer parce qu'il y a le double flux* » mais ils éprouvent quand même le besoin d'aérer tous les matins. Ils reconnaissent qu'ils ne devraient pas le faire car la température baisse lorsqu'ils ouvrent les fenêtres mais qu'en même temps ils ont du mal à respecter cette recommandation : « *On a encore cette habitude* ». Il leur est difficile de se départir de cette pratique bien qu'ils savent qu'« *il suffit d'augmenter la VMC* » pour évacuer les odeurs de cuisine. Une personne reconnaît que ne pas ouvrir pour aérer est une habitude à prendre, difficile parfois car elle s'oppose à l'usage quotidien du logement et risque d'entraîner des contraintes.

De même que ne pas laisser les portes ouvertes est une consigne difficile à respecter pour les personnes qui disposent d'un jardin.

Une autre personne trouve que l'air est très sec dans l'appartement à Laval, ce qui la conduit à aérer régulièrement. Elle se demande si cela ne serait pas dû à la forte isolation. En effet, ceci a été confirmé par les mesures réalisées dans le logement. Le confort thermique mesuré en hiver met en évidence des températures correctes mais un air sec (25 à 35 % d'humidité) à certaines périodes. Le taux de CO₂ relevé lors des trois visites est compris entre 400 et 600 par million, soit un niveau nettement inférieur à 1000, seuil à partir duquel l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur indique qu'il y a un problème. Notons que le CO₂ est aussi lié à la faible occupation de ce logement. L'air est donc parfois sec mais de bonne qualité. Les mesures confortent les propos de la personne.

La gestion de l'eau et les consommations. Les locataires de ce groupe reconnaissent que les équipements sanitaires économes installés par le bailleur (en particulier la douche) contribuent à les aider à réduire leurs factures d'eau.

Les familles qui disposent d'un chauffage de l'eau par panneaux solaires ont très peu recours à la chaudière, ceux-ci suffisant presque uniquement à la production d'eau chaude. Nous prenons l'exemple de la famille de Bollwiller qui a une consommation réelle estimée pour l'eau chaude sanitaire de 5,7 kWh/m²SHON.an, donc inférieure à la convention BBC qui est de 17,1).

Le confort d'été. Ces personnes considèrent que l'été il fait plutôt frais dans leur logement. Ils attribuent cela à la bonne qualité de l'isolation et des vitrages. Mais ils reconnaissent que la température s'élève lorsque les portes-fenêtres restent ouvertes. Ils en sont conscients car ils connaissent bien les consignes (en été il faut tout fermer pour garder la fraîcheur) mais ils estiment que ce principe a une limite, qui se heurte à l'activité quotidienne et au mode de vie des habitants.

A Bollwiller, les nuits d'été les personnes indiquent qu'elles maintiennent la fenêtre de la chambre fermée à cause du train et pour laisser fonctionner le double flux qui apporte de l'air frais. A Pessac, il en est de même. Le double flux suffit à rafraîchir la maison, dit la personne. Ceci est confirmé par les enregistrements réalisés dans ce logement. Ils font apparaître des écarts de température faibles qui indiquent bien que les fenêtres restent fermées durant les heures les plus chaudes mais également la nuit. Les variations de température sont amorties par l'inertie du bâtiment, inertie « lourde » grâce aux planchers et aux murs mitoyens.

Dans l'ensemble, les habitants considèrent qu'ils n'ont pas fait d'efforts particuliers pour obtenir la fraîcheur dans la maison : ils ont joué avec les différents volets, profité de l'avancée du balcon, installé un parasol devant les vitres, laissé le double flux et les brise-soleil agir.

L'appréciation du bien-être. Ces habitants connaissent les caractéristiques de leur logement BBC ainsi que les usages particuliers qui sont recommandés. Ils mettent en œuvre une gestion appropriée de ces logements qui leur permet de conserver leurs habitudes. Ils ne rencontrent pas de contrainte ni de rupture dans leur manière de vivre. En cherchant à optimiser leurs pratiques pour valoriser les caractéristiques BBC de ces logements et les enjeux, ils réalisent un bon équilibre entre la recherche des performances et celle du confort. Ils obtiennent un bon niveau de confort pour des consommations un peu inférieures aux prévisions. Ils apprécient de vivre dans ces logements, considèrent qu'ils représentent une amélioration de leur condition de vie et se sentent valorisés.

Enfin, ils estiment que pour obtenir de meilleures performances et composer avec les habitudes établies, un complément d'information sur le bon usage des logements pourrait aider utilement les autres habitants.

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

Ces habitants ne valorisent pas un usage adapté comme étant une composante forte pour obtenir une bonne efficacité du BBC et un bon confort. Ils estiment que les caractéristiques techniques du logement doivent, à elles-seules, permettre d'atteindre les performances visées.

Certains (l'un à Garges et l'autre à Bollwiller) connaissent les principes du BBC et les objectifs de consommation recherchés. Ils privilégient la performance en cherchant à obtenir les meilleurs résultats, au détriment de leur confort. Pour ces personnes, le vécu doit s'adapter à la technique et non l'inverse. D'autres (deux locataires des pavillons à Forbach) demandent plus de technologie. Ils considèrent qu'il faut développer davantage les éléments du BBC pour atteindre ces performances. Ils s'appuient sur leur connaissance du BBC : ils savent que la maison peut leur apporter un bon niveau de confort avec des consommations réduites. Ils misent plutôt sur les performances des bâtiments que sur une modification de leurs habitudes.

La gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et les consommations. La personne de Garges cherche à maintenir dans son logement la norme de chauffage de 19°/19,5°, tout en aérant de manière importante, été comme hiver. Les mesures indiquent que sa consommation réelle estimée de chauffage est de 15,8 kWhep/m²SHON.an, nettement inférieure à la référence qui est de 30,3 kWhep/m²SHON.an. L'occupant ne se plaint pas alors qu'au cœur de l'hiver, les températures intérieures frisent les 17°C. Ses activités extérieures et sa forte implication dans la réussite du BBC l'empêchent d'exprimer un éventuel inconfort en hiver.

La famille de Bollwiller met l'accent sur les objectifs de consommation énoncés. Ces habitants cherchent à connaître et à comprendre les moindres détails du dispositif technique et ses effets sur les consommations. Soucieux d'affirmer les performances du bâtiment BBC, ils n'ont pas mis le chauffage en mode confort mais préfèrent l'éteindre dans la journée lorsqu'ils sont au travail et le faire fonctionner par plages de 4 heures le matin et le soir. Ils jugent que cela est suffisant du fait de l'inertie du bâtiment. Mais dans le même temps ils conviennent qu'il est difficile d'obtenir la température de 21° demandée. La consommation réelle estimée de chauffage est de 23,4 kWhep/m²SHON.an, ce qui est nettement plus élevé que la référence (7,7) mais ils sont pénalisés par le petit nombre d'occupants. Ce logement ne paraît pas BBC au niveau de ses consommations réelles de chauffage. Paradoxe : ce ménage qui recherche la performance, en s'imposant des contraintes fortes, dépasse la convention au niveau du chauffage. Cela peut s'expliquer par une gestion du chauffage par une intermittence trop forte, par un défaut d'étanchéité à l'air de ce logement sous toiture comble ou un défaut d'équilibrage de la VMC double flux.

Les deux ménages de Forbach s'attachent à certains aspects du BBC qui leur semblent insuffisants. Ils souhaiteraient que la technique soit poussée au maximum (ajout d'une pompe à chaleur, meilleure isolation, double vitrage avec gaz inerte), et ceci dans une optique de perfectionnisme et dans une vision « magique » de la technique. Ils augmentent la température du chauffage (de l'ordre de 22°) et ne s'imposent pas de contrainte. Ils reconnaissent que leur niveau de confort est bon et que leur consommation de chauffage est faible par rapport à ce qu'ils payaient auparavant. L'un estime qu'il consomme 40 % par rapport à une habitation classique de même superficie. Auparavant, la famille payait 300 € pour le seul chauffage, alors que maintenant elle a une facture de gaz de 58 € pour 2 mois, comprenant le chauffage, la cuisine et l'eau chaude sanitaire. Ceci est dû à la bonne isolation et aux panneaux solaires, dit-elle. Pour l'autre, les mesures ont mis en évidence que la consommation réelle estimée de chauffage était nettement supérieure à la convention (56,5 kWhep/m²SHON.an contre 22,2). Cette forte consommation provient d'une température moyenne du séjour relativement élevée durant la période de chauffe (20,5°C et 21,5°C), de l'ouverture prolongée des fenêtres l'hiver et de la gestion de la chaudière sans programmation. Ces ménages profitent de « l'effet rebond » en maison BBC : une augmentation du confort (ou un maintien de la température intérieure du logement précédent) au lieu de la maîtrise de la consommation d'énergie.

La gestion de l'eau et les consommations. Les familles « militantes », comprenant une ou deux personnes, consomment peu d'eau. La consommation réelle estimée pour l'eau chaude sanitaire est de 15,4 kWhep/m²SHON.an, nettement inférieure à la convention (27), pour la première. La seconde a une consommation réelle estimée pour l'eau chaude sanitaire de 3,6 kWhep/m²SHON.an (part du chauffage complétant les capteurs solaires), ce qui est très en dessous de la convention (15,6 kWhep/m²SHON.an). Et pour l'eau froide de 36 litres par personne et par jour. Cela peut être le résultat à la fois de la performance des équipements de puisage (chasse d'eau à double débit, mitigeurs...) mais également de comportements visant à économiser l'eau. En effet, ces personnes signalent que l'eau met longtemps à arriver chaude dans leur logement. Aussi, pour ne pas gaspiller cette eau, ils la récupèrent dans un seau qu'ils utilisent pour les toilettes.

Si la consommation réelle d'eau chaude sanitaire de la seconde famille qui demande plus de technique est proche de la convention (12,1 kWhep/m²SHON.an pour 10,9), celle de la première famille est nettement supérieure (37,1 kWhep/m²SHON.an pour 10,4). Cela provient notamment d'une consommation élevée en litre par personne. Les occupants reconnaissent qu'ils utilisent une

grande quantité d'eau dans la mesure où ils prennent plusieurs douches par jour, se lavent beaucoup les mains, lavent également beaucoup le sol et le linge : « *La machine marche beaucoup, parfois 2 fois par jour. On change de linge tous les jours, je lave la literie tous les 2 mois...* ». Ils estiment qu'ils ne gaspillent pas en laissant couler l'eau mais qu'ils n'hésitent pas à laver s'ils en ont besoin.

La consommation d'électricité spécifique de ces deux ménages est de ce fait élevée, particulièrement pour le deuxième car ils possèdent de nombreux équipements tels qu'un lave-vaisselle, un sèche-linge et plusieurs appareils de loisir.

Le confort d'été. En été, ces locataires de Forbach qui vivent en pavillons estiment qu'il peut faire chaud, surtout dans le deuxième logement exposé au sud, et particulièrement dans les chambres situées à l'étage. Voulant profiter du jardin au maximum, ils ne ferment ni les portes ni les fenêtres : « *Toute la journée c'est ouvert* ». Parfois tout de même, s'il fait vraiment très chaud, ils signalent qu'ils ferment les fenêtres et les volets pour que la fraîcheur reste dans la maison. La nuit, ils laissent les volets un peu ouverts pour que l'air entre mais pas suffisamment comme l'attestent les mesures effectuées. En effet, les courbes d'évolution des températures indiquent que les fenêtres sont souvent ouvertes dans la journée et peut-être mal protégées du soleil au vu des niveaux atteints (25 à 30°C). Elles montrent également un faible refroidissement pendant la nuit. Les variations de température dans les logements sont amorties par l'inertie lourde du bâtiment (planchers, plafonds et murs de séparation entre les maisons en béton). Ainsi sur les trois jours les plus chauds de l'été où la température extérieure varie sur une amplitude de 17°C, celles des séjours varient au maximum de 6.5°C. Ces résultats montrent que les occupants n'utilisent pas la surventilation nocturne, ne bénéficient pas de la relative fraîcheur de la nuit (- 4 à -5°C) en maintenant les fenêtres fermées ou très faiblement ouvertes. L'absence de surventilation nocturne entraîne une élévation progressive et globale de la température dans les logements. Cette élévation pourrait être une source d'inconfort si la période chaude durait trop longtemps.

L'appréciation du bien-être. Chez les habitants qui cherchent à maîtriser de façon drastique leurs consommations de chauffage et d'eau pour atteindre les objectifs du BBC, on constate que des contraintes fortes n'entraînent pas forcément un bon rendement du chauffage et de faibles consommations. Le résultat en est une absence de confort (pas toujours bien vécu) qui n'est pas compensée par des économies substantielles.

Chez ceux qui demandent plus de technique, on note une double posture : une demande de technologie qui correspond à leur image du BBC (pompe à chaleur, surisolation...), et une demande de confort importante et à faible coût s'appuyant sur cette technologie. Leur recherche de la performance optimale du BBC est fondée sur la qualité des équipements, sans que soient envisagés un meilleur usage de la maison ou une modification de leurs habitudes. De ce fait, les résultats ne sont pas toujours à la hauteur des attentes. Ils sont dans une recherche du bien vivre sans contrainte et du confort dans un habitat individuel avec jardin.

3.2. 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

Ce groupe est constitué de propriétaires (1 à Bollwiller et 3 à Montoux), qui connaissent assez bien les particularités du BBC mais ne les valorisent pas. Ils n'ont pas acheté spécifiquement un logement BBC mais ont profité d'occasions intéressantes (annonce de logements économes, maisons à prix accessibles). Il s'agit de leur premier achat. En tant que propriétaires, ils ont été informés des composantes de leur logement mais, même s'ils ont été conseillés sur les pratiques à adopter, ils s'en souviennent peu, préoccupés qu'ils étaient par leur acquisition. Ils gèrent et utilisent leur logement parfois de manière inappropriée.

Leur statut de propriétaires, et pour une part de maison individuelle, leur permet de modifier les éléments de leur logement, ce qu'ils font sans avoir le souci de préserver les caractéristiques de la basse consommation ni les enjeux. Par ailleurs, l'un d'entre eux exprime une défiance vis-à-vis des composants BBC de sa maison ; il craint qu'elle ne soit fragile. Ceci traduit son inquiétude concernant le bien-fondé de son investissement dans une habitation innovante.

Nous pouvons ajouter une famille locataire d'une maison à Pessac. La personne connaît les équipements (le BBC est composé d'un double flux qui permet à l'air extérieur d'être réchauffé en entrant et de panneaux solaires qui alimentent le cumulus d'eau), elle est consciente des potentialités du logement basse consommation mais elle ne sait pas comment les utiliser. Elle est très demandeuse de conseils pour mieux gérer sa maison et en tirer le meilleur profit.

Ils connaissent assez bien les principes de construction et les équipements liés au BBC

Les équipements et les procédés d'isolation. A Bollwiller, la personne identifie les équipements : chauffage au sol, sans radiateur, thermostat dans le couloir pour régler la température de l'appartement complété par un autre dans la chambre, dit-elle. La production de l'eau chaude sanitaire se fait par des panneaux solaires. Ces informations lui ont été données lors de son achat.

A Montoux, les copropriétaires connaissent bien les procédés de construction des maisons grâce aux échantillons que leur a montrés le constructeur dans la maison témoin. Pour eux, l'isolation par ossature bois représente la caractéristique spécifique de leurs logements BBC.

Ils décrivent la structure de cette manière :

- D'une part, l'ossature en bois des murs : à l'intérieur se trouve de la paille de bois ou d'un végétal qui ressemble à de la paille de fer. Ceci est placé dans une sorte de coffrage sur lequel vient une autre ossature en bois qui permet de poser les cloisons.
- D'autre part, l'isolation par l'extérieur : sur le bois se trouve une couche de polystyrène épaisse puis un enduit de plâtre ou de ciment et enfin la façade.

De ce fait, ils estiment que leur maison est bien isolée thermiquement : « *On le sent, ça garde bien la chaleur* ».

Malgré ces propos sur la bonne qualité de l'isolation, les copropriétaires avancent des restrictions. Un habitant s'interroge sur la qualité de la mise en œuvre de l'isolation. Il reconnaît que l'isolation a été très soignée mais il s'inquiète de savoir si le bois a été bien traité et s'il ne va pas travailler. Un autre estime que l'isolation phonique de la maison n'est pas bonne car le bois fait caisse de résonance et transmet les bruits intérieurs et extérieurs.

De son côté, la personne de Bollwiller considère que son appartement est « *parfaitement isolé* ». Elle reconnaît qu'au départ on lui a expliqué les procédés mais qu'elle « *n'a pas retenu* ». Ce qui compte pour elle, c'est le fait qu'elle n'entende rien, ni les voisins dans l'immeuble ni les bruits de l'extérieur.

Quant à la ventilation, elle est assurée par la VMC, disent les copropriétaires, qui jugent qu'elle marche bien. A Montoux, dans la cuisine et la salle de bains, elle fonctionne en continu et l'on peut augmenter le débit d'air en appuyant sur un bouton. Mais sa fonction ne semble pas toujours bien comprise. Pour une personne, la circulation d'air créée par la VMC est nécessaire à cause de la bonne isolation de la maison. Pour une autre, la vanne que l'on ouvre dans la cuisine sert « *juste à brasser de l'air* ».

Ils connaissent mal les usages particuliers qui sont recommandés ou considèrent qu'il n'est pas possible de les mettre en œuvre

Pour la plupart, locataires et propriétaires d'un logement individuel pour la première fois, ces habitants ne semblent pas bien connaître les meilleures pratiques pour gérer le logement BBC et considèrent parfois qu'elles ne peuvent pas être mises en œuvre à cause d'un défaut du bâti. Ceci peut les conduire à hésiter sur la bonne marche à suivre et, quelque fois, à agir de manière non appropriée.

La gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et les consommations. Les 3 copropriétaires de Monteux que nous avons rencontrés indiquent que lors de leur entrée dans les lieux, le thermostat du chauffage était pré-réglé, avec une température de consigne pour la nuit et une pour le jour. Mais ils ont tous préféré supprimer cette programmation automatique qui ne répondait pas à leur besoin pour la faire fonctionner manuellement. En effet, ils estiment que la programmation manuelle est plus économique et correspond mieux à leur mode de vie. Ils préfèrent activer le chauffage à la demande en fonction de la température extérieure et des activités de chacun. Ils agissent tous de la même manière : Monsieur enclenche le chauffage à 21° à 7 heures du matin et Madame le régule dans la journée puis le met à 19° pour la nuit. En conséquence de quoi, les températures enregistrées sont de l'ordre de 20° à 23°C dans les chambres, 21 à 23°C dans le séjour et ce malgré des températures extérieures négatives. Deux maisons présentent des températures intérieures systématiquement supérieures à 21°C avec des pointes pouvant aller jusqu'à 26°C. Paradoxalement, la consommation réelle de chauffage est inférieure à la convention dans une maison. Elle est de 7,7 kWh/m²SHON.an alors que la consommation conventionnelle corrigée de chauffage selon le label BBC est de 14,1. Les deux autres sont supérieures : consommation réelle de 17,9 kWh/m²SHON.an pour une convention corrigée de 11,3 dans la deuxième maison et de 12,2 kWh/m²SHON.an par rapport à une référence de 10,2 dans la troisième.

En revanche, la personne de Bollwiller utilise le programme qui s'appuie sur différents créneaux horaires. Elle règle le chauffage à 22,6° lorsqu'elle est là et obtient 23° dans le séjour. Elle se dit très contente de la chaleur de son appartement. Elle constate qu'elle obtient toujours plus que la température demandée, en ne chauffant pas au maximum. Elle reconnaît qu'elle aime avoir chaud. Sa consommation réelle estimée de chauffage est de 7,8 kWh/m²SHON.an, c'est-à-dire proche de la convention corrigée (6,8).

A Pessac, la famille déclare que l'hiver dernier elle a mis le chauffage sur les numéros « 2,3 » du thermostat, « *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* ». Ses températures ont été enregistrées : de 20 à 24°C dans les chambres, de 22 à 24°C dans le séjour et la cuisine, des pointes fréquentes à 24°C en particulier dans la chambre des parents. On peut se demander si la programmation du chauffage n'est pas à l'origine de ces pointes de températures qui se déclenchent vers 0 heure et se terminent vers 6 heures avec un maxima vers 5 heures. En conséquence de ses pratiques, les consommations de cette famille sont importantes. La consommation réelle estimée de chauffage est de 21,3 kWh/m²SHON.an, supérieure à la convention corrigée (17,9).

Par ailleurs, à Monteux, les habitants font part d'un problème général au lotissement : en cas de mistral, les volets doivent être maintenus fermés au risque d'être arrachés. Ils sont de bonne qualité mais les attaches sont trop légères et les murs trop fragiles pour résister à la pression du mistral. Ils se plaignent d'être dans l'obscurité.

Que ce soit un site ou un autre, ils apprécient tous d'avoir un bon niveau de confort d'hiver pour des consommations inférieures à celles qu'ils avaient auparavant. La personne de Bollwiller est satisfaite car elle note que ses consommations sont celles qui étaient prévues : « *Je sais qu'à 22° c'est bon, je suis dans une consommation normale* ». Elle ajoute que si jamais ses factures augmentaient, elle

ferait attention. De toute façon, elle paie 80 € par mois de charges alors qu'avant elle payait 100 € uniquement pour le chauffage.

La gestion des ouvertures, l'aération et la ventilation. Une famille de Monteux trouve que la VMC fait du bruit. De même que la personne de Bollwiller, qui se dit gênée par la VMC double flux. A tel point qu'elle l'a réduite en tournant la bouche d'aération. Maintenant elle ne l'entend plus car elle l'a « *intégrée* ».

Malgré la VMC, les habitants gardent l'habitude d'aérer tous les jours. Dans les maisons de Monteux, les femmes signalent qu'elles ouvrent les fenêtres tous les jours pendant un quart d'heure/20 minutes, le matin, dans toutes les pièces et quel que soit le temps. Une personne laisse les fenêtres ouvertes pendant 2 heures/3 heures en temps ordinaire et une demi-heure s'il fait vraiment froid, parce que « *j'aime bien l'air* », dit-elle. Les personnes constatent que la température baisse rapidement d'1 ou 2 degrés jusqu'à 17° et qu'il faut réchauffer la pièce après (mais la température remonte également vite). Une autre indique que, lorsqu'elle aère les pièces, elle ferme les radiateurs puis les rallume après. Elle ne trouve pas que ce soit fastidieux car cela fait partie de ses habitudes. Lorsqu'elles cuisinent, les personnes actionnent rarement la VMC. Elles ouvrent la porte-fenêtre ou mettent en marche la hotte pour évacuer les odeurs de cuisson.

Ces copropriétaires ne semblent pas connaître les principes de fonctionnement de la maison BBC, qui recommandent de réduire le temps d'ouverture dans la mesure où la VMC est suffisante. En revanche la personne de Bollwiller a retenu qu'avec ce type de ventilation il n'était pas nécessaire d'aérer, mais cette consigne est difficile à respecter, dit-elle. Si elle a de fortes odeurs de cuisine, elle préfère ouvrir la fenêtre plutôt qu'activer la ventilation forcée (qu'elle n'a pas bien comprise).

La personne de Pessac ne sait pas comment aérer et régler la ventilation. Elle se souvient qu'on lui a recommandé de ne pas ouvrir pour aérer mais elle agit de manière intuitive. Elle déclare qu'elle se débrouille comme elle peut, en découvrant les choses au fur et à mesure. « *Une explication nous aiderait beaucoup autant pour le régulateur que pour le boîtier qui sert à la ventilation* ».

La gestion de l'eau et les consommations. Les habitants de Monteux jugent leurs consommations d'eau normales mais ils se plaignent d'avoir une facture importante. Ils s'accordent à dire que le prix de l'eau est très cher. Ce n'est pas tant l'eau en elle-même qui est chère que les taxes locales car la commune a installé un bassin de traitement des eaux usées « bio ». Mais dans le même temps, ils ne développent pas de pratiques économes de consommation d'eau, sans pour autant gaspiller. Certains regrettent l'absence de récupérateurs d'eau, qui constitue pour eux un manque de cohérence avec les principes d'économies et d'écologie qu'ils attribuent au logement BBC.

L'habitant de Bollwiller a une consommation réelle estimée d'eau chaude en dessous de la convention, qui tient compte du chauffage solaire de l'eau (14,7 kWh/m²SHON.an contre 22). Cela peut être le résultat à la fois de la performance des équipements de puisage (chasse d'eau à double débit, mitigeurs...) et du comportement visant à économiser l'eau. Sa consommation d'électricité spécifique est faible mais il s'agit d'une personne seule, absente dans la journée.

La famille de Pessac sait que les panneaux solaires chauffent le cumulus. Elle n'a pas touché à la régulation déjà positionnée sur 1 lorsqu'ils sont entrés. (« *1 c'est marche forcée, 0 je ne sais pas* »). Elle dit à nouveau qu'on lui a expliqué les choses tellement vite au départ qu'elle est consciente qu'il y a des choses qu'elle ne fait pas toujours bien. En conséquence de ses manières d'agir, les consommations de cette famille sont importantes. La consommation réelle estimée de l'eau chaude sanitaire est très supérieure à la convention (32,1 kWh/m²SHON.an contre 11,6). La famille dépasse la convention, essentiellement à cause d'une forte consommation pour le chauffage de l'eau, alors que la consommation d'eau froide par personne (108 litres par jour) est dans la moyenne nationale de 150 l/pers/jour. Ceci peut provenir d'une mauvaise connaissance des possibilités de réglage.

Le confort d'été. En été, la personne de Bollwiller indique qu'elle ferme tout (volets et fenêtres) dans la journée, ce qui ne lui pose pas de problème car elle travaille. La nuit, elle ouvre la fenêtre de sa chambre et souvent la porte-fenêtre « *pour récupérer un peu de fraîcheur* ». En conséquence de quoi elle obtient 24, 25° alors qu'il fait 37 à 40° dehors. Elle note « *qu'il y a une différence de plus de 10 à 15° entre l'intérieur et l'extérieur mais que ce n'est quand même pas la fraîcheur* ». Les mesures réalisées ont montré que l'inertie du bâtiment lui permettait de conserver des températures très stables avec des amplitudes de température de 1°C environ alors qu'à l'extérieur les températures variaient en moyenne de 15°C entre le jour et la nuit. Il faut préciser que la personne est absente dans la journée, qu'elle maintient ses brise-soleil fermés, que l'orientation du logement au nord/ouest ne l'expose pas aux grosses chaleurs de la journée ni au bruit du train la nuit.

En revanche, les familles de Montoux estiment qu'il fait très chaud dans les maisons en été et que la température peut monter jusqu'à 33°/35°. Bien que ceci soit vrai pour toutes les pièces, il fait encore plus chaud dans les pièces de l'étage situées à l'ouest. Pour les personnes qui restent chez elles dans la journée, il est difficile de fermer les fenêtres et les volets. La nuit, elles laissent les fenêtres ouvertes et les volets fermés ou entrouverts pour faire baisser la chaleur. Un copropriétaire se souvient que le promoteur lui a conseillé de maintenir également ouverte la porte des toilettes (où se trouve le moteur de la VMC) pour permettre la circulation d'air. Mais laisser les fenêtres ouvertes se heurte à plusieurs difficultés liées à l'environnement : lampadaires puissants, bruits venant d'une école de danse, élevage de chevaux attirant les mouches. In fine, les habitants estiment que ce qu'ils font n'est pas suffisant, que la maison BBC ne tient pas ses promesses car elle n'apporte pas le confort d'été annoncé. Les mesures enregistrées confirment les dires des occupants qui se plaignent d'un inconfort d'été. Dans un logement en particulier, les températures restent importantes dans toutes les pièces du logement avec des occurrences au-delà de 29°C supérieures à 800 heures. On note que pour l'ensemble des maisons, il y a des problèmes de confort d'été lors des semaines les plus chaudes. Dans les trois cas, les fortes températures intérieures impliquent qu'aucune mesure effectuée durant la semaine la plus chaude ne se situe dans la zone de confort. Deux origines expliquent ce constat : soit la température intérieure est trop élevée (autour de 30°C dans une maison) soit l'humidité est trop forte (entre 50 et 70 % dans une autre). La troisième maison conjugue les deux aspects avec une température et une hygrométrie trop importantes.

Aussi pour remédier à cet inconfort, ils se tournent vers la technique sans envisager une adaptation de leur mode de vie. Tous ont installé des équipements électriques de ventilation, ce qui alourdit la facture énergétique et ne valorise pas le potentiel de performance du bâtiment basse consommation. Etant propriétaires, ils ont choisi d'aménager leur maison pour obtenir un meilleur confort sans considérer la perturbation du fonctionnement du BBC. Un ménage a été plus loin : pour obtenir davantage d'espace, il a organisé le garage pour en faire une chambre supplémentaire, qu'il chauffe et rafraîchit par un système de climatisation réversible.

La famille de Pessac ferme les volets et les fenêtres lorsqu'il fait très chaud et qu'ils sont absents dans la journée : « *le soleil n'entre pas et avec la ventilation il ne fait pas chaud* ». « *Quand on rentre du travail, c'était super agréable* ». Mais dans la journée quand ils sont dans le jardin, ils laissent la porte ouverte pour pouvoir aller et venir. La personne déclare que les nuits d'été il leur arrive d'ouvrir la fenêtre dans la chambre à coucher parce qu'il fait très chaud, mais elle n'est pas sûre que ce soit la bonne pratique : « *On ne nous a pas dit d'ouvrir ou non, on improvise* ». En effet, les mesures enregistrées font apparaître une absence de ventilation nocturne par ouverture des fenêtres. Néanmoins, l'inertie « lourde » du bâtiment grâce aux planchers et aux murs mitoyens amortit les variations de température dans ce logement.

L'appréciation du bien-être. Dans leur ensemble, ces habitants ont été informés des principes du BBC lors de l'achat de leur logement. Néanmoins, ils ne développent pas toujours un usage bien adapté de leur logement pour obtenir un meilleur confort, ils ne valorisent pas les caractéristiques spécifiques du BBC ni ses enjeux. Le fait d'être propriétaires n'est pas une garantie de bonne

appropriation du BBC. Leur objectif est de profiter de leur nouveau cadre de vie et de leur statut de propriétaire.

La bonne isolation du logement et la possibilité de gérer le chauffage les incitent à viser des températures élevées pour des consommations qu'ils considèrent peu importantes en comparaison du passé. Aussi on assiste à « un effet rebond » dû à la qualité du BBC. Ils n'envisagent pas de modifier leurs comportements. Ils préfèrent profiter de leur nouvel achat, sans se limiter. Mais les propriétaires de Monteux ne semblent pas exprimer une totale satisfaction. Ils jugent les maisons confortables et économes en hiver mais inconfortables et consommatrices d'électricité en été. Ils imputent cet échec au bâti qui ne réussit pas à leur apporter un bon niveau de confort d'été. Cependant, on peut également considérer que le comportement des habitants, qui ont modifié l'architecture et l'organisation de leur maison pour remédier à ce manque de confort, traduit une absence d'appropriation des enjeux du BBC mais un désir de mieux vivre dans leur maison.

Enfin, des informations et des conseils permettraient à la famille de Pessac, très demandeuse, de mieux profiter de sa maison et de tirer le meilleur parti des potentialités du BBC. « Ces recommandations lui permettraient également de pouvoir mieux développer des pratiques écologiques » dit-elle.

3.3. Les habitants ne connaissent pas les caractéristiques du logement BBC ni les usages recommandés – ils y vivent comme dans un logement classique

Ce groupe se caractérise par une absence de connaissance des spécificités du logement BBC et des pratiques de gestion qui y sont liées. Les habitants ne modifient pas leurs habitudes et y vivent comme dans un logement classique. Leur satisfaction tient davantage à l'entrée dans un logement neuf et de bonne qualité par rapport à ce qu'ils ont connu auparavant, qu'aux caractéristiques du BBC. Nous avons retenu deux familles à Laval, une à Pessac et une à Forbach, puis deux à Garges.

Ils ne connaissent pas les principes de construction ni les équipements liés au BBC

Ces habitants ne connaissent pas les caractéristiques spécifiques du logement basse consommation. Tout d'abord, ils identifient mal le terme de BBC : « *Dans l'immédiat ça ne nous dit pas grand-chose* ». Le concept de basse consommation n'est pas très clair pour eux, ils pensent qu'il doit tout de même y avoir un rapport avec une notion d'économie et de confort (ils ont un chauffage neuf, qui n'est plus alimenté par le sol, ils peuvent décider de sa date de mise en route, etc.). Ils considèrent que la particularité de leur logement tient au fait qu'il est neuf, de bonne qualité, ce qui les étonnent pour un logement social.

Par ailleurs, ils repèrent mal les principes de construction et les équipements spécifiques qui y sont liés (type de bâti, chauffage et ventilation). Par exemple, une famille de Pessac avance que le chauffage de la maison fonctionne à l'électricité grâce aux radiateurs et que cela est suffisant (« *On n'a pas besoin de plus* »). Elle n'identifie pas le rôle du double flux qui apporte de l'air chaud.

Le rapport entre le programmeur général d'ambiance et les thermostats des radiateurs est également une source d'incertitude. Ces personnes pensent qu'en ouvrant le radiateur davantage, de manière ponctuelle, elles augmentent la température, mais ceci de manière approximative, en agissant sur des chiffres et non sur des degrés.

En revanche, l'isolation des murs et des fenêtres à double vitrage est assez bien identifiée. Cet aspect a davantage de sens pour eux. « *Le logement est bien isolé* » est un propos qui revient fréquemment. Mais dire que le logement est bien isolé ne renvoie pas à une conception technique mais à une notion de confort : « *Il fait bon dans le logement parce qu'il est bien isolé* ». La comparaison est importante pour les familles qui ont connu des logements des années 60 pourvus d'une mauvaise isolation et de fenêtres simple vitrage.

Ils ne connaissent pas les usages particuliers qui sont recommandés

Cette absence de connaissance de la technique s'accompagne d'une absence de connaissance des usages préconisés.

La gestion du chauffage, le niveau de confort en hiver et les consommations. De nombreux locataires disposaient auparavant d'un chauffage collectif dont ils payaient les consommations dans les charges. La gestion et la facturation du chauffage individuel est une pratique nouvelle pour eux qui s'accompagne d'un rapport direct au distributeur. N'ayant pas de référence antérieure, le vécu dans un logement BBC représente une double adaptation (apprendre à gérer son chauffage et payer ses charges au fournisseur).

Pour gérer la température, l'ensemble des logements possède une programmation qui peut être réglée de manière automatique ou manuelle, en fonction des besoins et des attentes des familles. On constate que ces habitants ne savent pas utiliser cette programmation. Les numéros indiqués sur le boîtier ne sont pas suffisamment explicites pour que les familles en comprennent bien le fonctionnement. Ils ne savent pas quelles sont les plages horaires de chauffage ni la température visée. De ce fait, ils mettent le chauffage en route le matin, l'arrêtent dans la journée et le rallume le soir, ou bien le mettent en continu.

D'une manière générale, les locataires de ce groupe reconnaissent qu'ils ont un bon niveau de confort en hiver, tout en chauffant moyennement et en ne mettant pas en œuvre des pratiques contraignantes. Chez l'une des deux familles de Laval, malgré une température moyenne dans le séjour de 19° pendant la saison de chauffe, la consommation réelle (24 kWh/m²SHON.an) est le double de la convention corrigée pour le chauffage (12,7). Il y a plusieurs causes possibles : le renouvellement d'air est important, les apports internes et solaires sont moins importants que prévus dans la convention, les logements voisins ne sont pas ou peu chauffés, il y a un problème d'étanchéité à l'air. Chez l'autre famille de Laval, la consommation réelle elle est de 0,6 kWh/m²SHON.an, c'est-à-dire que l'on n'enregistre pratiquement aucune consommation de chauffage. Ces occupants ne chauffent pas leur appartement, et bénéficient des transferts de chaleur et de la bonne inertie du bâtiment pour obtenir une température moyenne de 20,7°C dans leur séjour.

A Pessac, la famille indique avoir un bon niveau de confort avec des factures peu élevées. Elle obtient une consommation de 23,3 kWh/m²SHON.an, ce qui est supérieur à la convention corrigée de 17,9. Mais il s'agit d'une famille nombreuse et, si l'on ramène ce chiffre à la personne ou au m² en tout électrique, le montant s'avère peu élevé.

Ces habitants signalent qu'il leur est difficile de comparer avec leurs factures antérieures et donc d'évaluer le potentiel d'économies des logements. Ils attendent d'avoir le montant de leurs consommations réelles de chauffage sur plusieurs hivers pour estimer leur niveau d'économies. Néanmoins, d'une manière générale, ils considèrent que leurs factures sont raisonnables. Une famille à Forbach, trouvant que ses factures sont peu élevées, en profite pour privilégier un niveau de confort important en maintenant 22° jour et nuit. Sa consommation réelle estimée de chauffage est de 53,2 kWh/m²SHON.an, ce qui est supérieure à la convention corrigée de 33,5. Elle recherche le confort et non les économies d'énergie et financières. On assiste à « un effet rebond » dans la mesure où, à facture égale, elle choisit d'augmenter son niveau de confort sans chercher à profiter des économies d'énergie que lui apporterait la technologie du BBC.

Par rapport à ces personnes qui déclarent avoir un bon niveau de confort d'hiver pour des factures peu élevées, nous avons identifié des habitants qui expriment leur mécontentement et leur inquiétude. Ils estiment qu'ils ne font pas d'économies et formulent une demande de soutien pour mieux vivre dans leur logement et faire face aux dépenses qu'il occasionne. Il s'agit de deux familles à Garges.

Les propos de ces locataires ne concernent pas les propriétés du BBC mais les modes de gestion et de facturation individuels du gaz, de l'électricité et de l'eau, dont ils n'ont pas l'habitude et qui leur posent un problème important. Plus que les précédentes, ces familles ne savent pas comment gérer leurs équipements et leurs charges, elles se trouvent démunies car elles ont perdu la sécurité qu'elles connaissaient auparavant lorsque ces consommations étaient forfaitisées et incluses dans les charges payées au bailleur. Elles se trouvent désormais seules, face aux différents distributeurs d'énergie, sans savoir gérer des charges individualisées.

Ces familles estiment que le logement ne leur apporte pas le confort annoncé pour des charges élevées. Elles trouvent que le gaz, qui leur sert pour la cuisson, le chauffage de l'eau et du logement, est très cher et que le confort qu'elles obtiennent dans leur logement est insuffisant.

L'une d'entre elles exprime une attente de confort et d'économies, qui est insatisfaite. Elle chauffe de manière importante et se plaint d'avoir froid. Elle annonce qu'il faut mettre 22°/23° pour avoir une bonne température, qu'elle a une facture de chauffage lourde mais qu'il fait froid dans l'appartement. Les mesures confirment cette pratique : sur une journée moyenne, la consigne de chauffage semble se situer entre 21 et 22°C. On enregistre une température dans le séjour qui varie entre 19,5° et 23°. La consommation réelle estimée de chauffage est de 55,2 kWh/m²SHON.an, ce qui correspond à une consommation de chauffage nettement supérieure à la convention corrigée (24,1). Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation : un mauvais réglage de la chaudière, un transfert de chaleur vers les voisins, un problème d'étanchéité à l'air du logement mais également un taux d'occupation faible ou un usage mal approprié du logement. Nous voyons que la sensation de froid est une notion subjective car les personnes expriment un ressenti en contradiction avec les mesures.

Ces deux familles se trouvent dans une situation de précarité énergétique, à tel point qu'une des deux n'a pas chauffé au cours de l'hiver 2011/2012. Estimant que ses charges avaient été trop élevées la première année, elle ne chauffe plus désormais et se contraint. Ce qui est confirmé par les mesures : la consommation réelle estimée de chauffage est de 0 kWh/m²SHON.an. La température enregistrée varie de 17° à près de 23° malgré l'absence de chauffage. Ce niveau de température peut s'expliquer par un transfert de chaleur avec les logements voisins et la forte isolation du bâtiment BBC, qui limite les déperditions. Pour réduire les déperditions d'énergie, ces locataires ont obstrué les aérations. Néanmoins le taux d'humidité enregistré est normal ainsi que le nombre de parties par millions de CO² dans l'air (il se situe entre 400 et 800 pour une référence de moins de 1000).

La gestion des ouvertures, l'aération et la ventilation. L'ensemble de ces habitants aère largement les logements, tous les matins et dans toutes les pièces, parfois à longueur de journée, même en hiver, pour certains. Ils reconnaissent que cela fait baisser un peu la température quand le chauffage fonctionne mais ils considèrent qu'aérer est une nécessité et que cela correspond à une habitude fortement ancrée. Même dans le cas du double flux, ils n'ont pas conscience des possibilités que leur offre le logement BBC. Ils se fondent sur le fait que les logements sont bien isolés et gardent la chaleur.

Pour évacuer les odeurs de cuisine, les personnes font davantage confiance à la hotte qu'ils ont souvent installés sur la cuisinière qu'à la ventilation forcée et réglable qui existe. Ils ne l'ont pas repérée à Laval et n'ont pas compris son fonctionnement à Pessac.

La gestion de l'eau et les consommations. Ces familles ne cherchent pas à maîtriser leur consommation d'eau mais elles estiment qu'elles consomment moins lorsque le bailleur a installé une douche plutôt qu'une baignoire.

A Pessac, la personne sait que l'eau chaude est produite par des panneaux solaires mais elle ne sait pas que l'électricité prend le relais. Elle s'attend à avoir de l'eau chaude en continu. Madame parle d'« *un petit souci* » : quand il n'y a pas de soleil, si elle utilise de l'eau chaude dans la journée, il n'y en a plus le soir. Dans ce cas, son mari doit appuyer sur un bouton pour remettre en route, dit-elle. Sa consommation réelle estimée pour l'eau chaude sanitaire est de 15,6 kWh/m²SHON.an, donc

supérieure à la convention (qui est de 11,6), ce qui peut s'expliquer par une occupation importante du logement à certaines périodes et une mauvaise connaissance des possibilités de réglages.

La consommation d'électricité spécifique. Les familles ne font pas non plus attention à leur consommation d'électricité liée aux équipements domestiques (d'autant plus que les familles sont nombreuses) mais elles sont attentives à ne pas gaspiller l'énergie pour l'éclairage. La consommation d'électricité spécifique est relativement faible pour les deux familles de Laval, qui sont peu équipées en appareils domestiques et n'ont pas d'enfants. Les familles de Garges ont également peu d'équipements.

D'une manière générale, ils ne savent pas quelle est la part de chaque poste de consommation électrique (chauffage électrique de la maison, équipements domestiques et chauffage de l'eau).

Le confort d'été. Si la plupart des habitants estiment qu'ils ont un bon niveau de confort d'hiver, il n'en est pas toujours de même pour le confort d'été. Il peut faire chaud dans les pièces orientées au sud et particulièrement dans les chambres situées à l'étage (bien que les températures de l'été 2011 aient été modérées). Ceci est général à l'ensemble des sites mais la gestion de la chaleur est spécifique à chaque groupe.

Lors des périodes un peu plus chaudes, ces ménages ferment les volets mais laissent les fenêtres ouvertes pour rafraîchir la maison, disent-ils. Lorsque l'agencement du logement le permet, ils font des courants d'air. D'une manière générale, ils ne souhaitent pas maintenir les fenêtres fermées car ils se sentiraient enfermés et considèrent que cela garderait encore plus la chaleur. Ceci est encore plus vrai pour les habitants de maison à Pessac et Forbach. Par exemple, une personne estime qu'il n'est pas possible de tenir les portes fenêtres fermées dans la mesure où elle souhaite profiter largement du jardin et pouvoir surveiller les enfants qui jouent dehors. Elle n'a pas conscience que les ouvertures font entrer la chaleur et n'envisage pas de modifier son mode de vie. S'il fait trop chaud, elle atténue la forte chaleur en faisant fonctionner des ventilateurs, ce qui a pour conséquence d'augmenter la charge énergétique. Les mesures ont montré que, durant la semaine la plus chaude en 2011, la température dans le séjour monte à 27°/29°C et l'humidité de l'air à 60/70 %. On constate qu'après 6 jours consécutifs de grande chaleur, la température intérieure ne monte que d'environ 2°C (dans la chambre des enfants). L'inertie thermique du bâtiment et l'ouverture des fenêtres la nuit est donc efficace.

Pour ces familles, le confort d'été est parfois médiocre mais il est le résultat d'une gestion peu contraignante.

Les deux ménages de Garges sont peu sensibles aux périodes chaudes qui peuvent se traduire par un inconfort mais pas par un coût financier. Ils ont vécu 2 étés dont l'un n'a pas été chaud. (On a enregistré une température moyenne de 25° dans le séjour des deux logements). Une période de réelle chaleur amènerait peut-être davantage de réactions.

L'appréciation du bien-être. En résumé, ces habitants sont très satisfaits de leur logement et de la qualité de vie qu'il entraîne. De plus, le fait d'habiter une maison, d'avoir des espaces extérieurs est très apprécié (terrasse, balcon, jardin). Une personne parle de « *château* ». Ce logement constitue un cadre de vie qui permet aux habitants de profiter d'une nouvelle vie, sans se priver (grâce aux économies que permet le logement), d'être en sécurité, sans modifier leur habitude ni entraîner des contraintes d'usage. Ils sont dans une recherche du bien vivre dans un logement confortable.

Ils y vivent comme dans un logement classique avec leurs habitudes antérieures. Ils ne semblent pas très soucieux de limiter leurs dépenses de chauffage, aèrent largement tous les jours, consomment de l'eau abondamment pour certains. Malgré cela, ils considèrent qu'ils obtiennent un bon niveau de confort pour des usages semblables à ceux d'avant, mais avec des consommations inférieures à un logement traditionnel. Par « un effet rebond », ils profitent de la performance du BBC pour augmenter leur niveau de confort, et non pour faire des économies d'énergie et réduire leur facture.

Ils ne valorisent pas les caractéristiques du BBC ni les enjeux, qu'ils n'ont pas identifiés. Les qualités du logement neuf l'emporte sur celui du BBC.

Les difficultés que rencontrent les familles de Garges ne concernent pas le vécu dans un logement BBC. Elles se trouvent en situation de précarité énergétique mais leur manière de vivre peut affecter l'usage du logement basse consommation. Au-delà d'une information concernant l'utilisation du logement BBC, les familles attendent une aide à la gestion de leurs factures et une assistance à leur vie quotidienne.

4. LES CHOIX TECHNIQUES, LES COÛTS D'INVESTISSEMENT, D'ENTRETIEN ET D'OCCUPATION

4.1. Les choix techniques : un apprentissage progressif

Le tableau ci-dessous résume les choix techniques faits par les maîtres d'ouvrage et les concepteurs.

Tableau 10. Statut, type d'habitat, zone climatique, choix techniques.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise	« Macedo » Pessac Gironde	Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle	« Les Noyers » Laval Mayenne	« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin	« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse
Statut	Locatif social	Locatif social	Locatif social et intermédiaire	Locatif social	Copropriété	Copropriété
Type	Immeuble collectif	Individuel groupé	Individuel groupé	Immeuble collectif	Immeuble collectif	Individuel groupé
Zone climatique	Continental Zone H1A	Océanique Zone H2C	Continental Zone H1B	Océanique Zone H2B	Continental Zone H1B	Méditerranéen Zone H2D
Objectif BBC*	65	45	65	50	65	45
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
Planchers bas	Dalle béton isolation polystyrène	Dalle béton isolation (Planchers intermédiaires en béton)	Dalle béton isolation polyuréthane	Dalle béton isolation laine de roche ou polystyrène	Dalle béton isolation laine de roche	Dalle béton isolation (Planchers intermédiaires en bois)
Planchers hauts	Terrasse béton isolation polystyrène	Terrasse ossature bois isolation fibre de bois	Combles perdus isolation laine de verre	Dalle béton isolation polystyrène	Terrasse et combles perdus isolation laine de roche	Combles isolation cellulose
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

*Cible définie par le label BBC Effinergie® en kWh_{ep} (énergie primaire) /m²SHON (Surface Hors Oeuvre Nette)/an pour 5 usages (chauffage, eau chaude, refroidissement, éclairage, ventilation et auxiliaires)

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

En dehors de l'isolation par l'extérieur choisie pour l'ensemble des six opérations, les choix techniques sont diversifiés.

Les trois résidences en immeuble collectif, deux en habitat social et une en copropriété, deux en climat continental et une en climat océanique, sont en béton banché, avec comme isolant pour les murs la laine de roche ou la laine de verre ou le polystyrène. Une opération fait l'objet d'un remplissage de briques isothermes. Les planchers bas et hauts sont en béton avec laine de roche ou polystyrène.

Les menuiseries sont en PVC avec volets roulants PVC, deux opérations étant en double vitrage avec remplissage argon, une étant en triple vitrage avec remplissage argon.

La ventilation est hygro réglable A ou B pour deux résidences, double flux avec échangeur pour la troisième.

Pour le chauffage et l'ECS, deux opérations sont en chaudières individuelles mixtes gaz à condensation, avec programmation et robinets thermostatiques sur radiateurs en acier, une est avec une chaudière collective gaz à condensation et diffusion par plancher chauffant. Dans cette dernière, l'ECS est en partie assurée par des panneaux solaires thermiques associés à deux ballons.

Les trois résidences en individuel groupé, deux en habitat social et une en copropriété, une en climat continental, une en climat océanique, une en climat méditerranéen, sont en ossature bois. Pour les murs, l'isolant peut être de la laine de verre ou du polystyrène. Les murs de séparation sont en béton pour une bonne tenue de l'inertie et de l'acoustique. Les planchers bas sont en dalle béton avec isolation. Les planchers intermédiaires sont en béton ou en bois. Les planchers hauts sont en terrasse ou combles, avec isolation par laine de verre ou fibre de bois ou cellulose.

Les menuiseries sont en double vitrage avec remplissage argon, en bois ou en PVC, avec volets coulissants, roulants ou battants, en bois ou en PVC.

La ventilation est hygro réglable B dans deux cas, double flux avec échangeur dans un cas.

Pour le chauffage et l'ECS, une résidence est « tout électrique » avec panneaux rayonnants et chauffe-eau solaires, deux sont en chaudières individuelles mixtes gaz à condensation, avec programmation et robinets thermostatiques, l'une des deux étant avec chauffe-eau solaires.

L'opération « tout électrique » de Pessac est la seule de l'échantillon qui comporte des panneaux photovoltaïques, en brise soleil. Elle intègre également une GTB avec sous-compteurs qui permet de mesurer les consommations de chauffage, d'ECS, d'éclairage et d'électricité spécifique.

Les 6 résidences sont parmi les toutes premières opérations BBC réalisées en France, étant la plupart du temps des opérations prévues en THPE puis transformées en BBC.

Les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre, pour la plupart desquels c'était la première opération BBC, ont eu tendance à « se border ».

Quand maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises entrent dans la courbe d'apprentissage en réalisant leur 2^{ème}, puis leur 3^{ème}, puis leur 4^{ème} opération BBC, les précautions inutiles et les erreurs faites dans les toutes premières opérations disparaissent.

Les professionnels interviewés dans le cadre de la présente étude ont indiqué les principales leçons tirées des premières opérations qu'ils ont réalisées :

- L'importance de l'orientation des immeubles, quand les règles d'urbanisme le permettent,
- La question essentielle des critères passifs : compacité, apports solaires, pourcentage de vitrage, traitement des ponts thermiques,
- Pour la réalisation, l'enjeu de l'étanchéité à l'air, à vérifier tout au long du déroulement du chantier, avec un niveau de détail plus exigeant pour les pièces graphiques et une meilleure qualité d'exécution.

Il faut savoir éviter les surinvestissements inutiles. Contrairement aux idées reçues, en particulier chez de nombreux professionnels, les acteurs avertis savent qu'on peut faire le plus souvent du BBC performant :

- Sans nécessairement avoir recours à une ventilation double flux,
- Sans triple vitrage,
- Sans solaire thermique,
- Sans solaire photovoltaïque.

Notons que deux des six résidences n'ont aucun de ces équipements.

4.2. L'apprentissage fait diminuer le surinvestissement

Tableau 11. Financement, coût de construction, décomposition du prix de revient.

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonnesse Val d'Oise	« Macedo » Pessac Gironde	Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle	« Les Noyers » Laval Mayenne	« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin	« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse
Statut	Locatif social	Locatif social	Locatif social et intermédiaire	Locatif social	Copropriété	Copropriété
Financement	22 PLUS* 4 PLAI* Fonds propres 11,5%	10 PLUS* Subvention ADEME 4,5% Fonds propres < 10%	15 PLUS* 8 PLS* Subventions coll territ 11% « 1% logement » 5% Fonds propres 34%	PLUS* et PLAI* Subvention ADEME 4,6% Subventions coll territ 7,8% Fonds propres 12,5%	Financement privé ordinaire Subvention ADEME Prix de vente : 2450€/m² avec garage	Financement Prêt Pass Foncier, TVA à 5,5%, subvention mairie prix de vente : 2238€/m²
Coût de construction HT par m² habitable	1818 €**	1313 €	1460 €	1230 €	1284 €	1221 €
Décomposition prix de revient HT	Terrain 6,5% VRD 4,9% Construction 79,4% Honoraires 9,2%**	Frais et VRD 13% (DOMOFRANCE déjà propriétaire du terrain) Construction 64,9% Honoraires 22,1%	Terrain et VRD 11,7% Construction 81,6% Honoraires 6,7%	Terrain et VRD 15% Construction 73,7% Honoraires 10,3%	Décomposition prix de vente HT : Terrain 12% Construction 52% VRD, honoraires, frais, marge 36%	Décomposition prix de vente HT : Terrain et VRD 21,8% Construction 53,1% Honoraires 10,9% Frais, marge 14,2%

*PLUS Prêts Locatifs à Usage Social, PLAI Prêts Locatifs Aidés d'Intégration, PLS Prêts Locatifs Sociaux**Données incluant 6 maisons THPE

Le tableau indique que plusieurs opérations ont bénéficié de subventions de l'ADEME et de collectivités locales. Le fort investissement en fonds propres pour l'opération de Forbach est lié au financement en locatif intermédiaire.

Le coût de construction représente de 65% à 80% du prix de revient des opérations HLM et un peu plus de 50% du prix de vente des opérations en accession.

Quel est le surinvestissement lié au BBC ?

Rappelons qu'un surinvestissement d'un logement certifié BBC Effinergie® 2005 se mesure à partir d'une référence qui peut être variable : la réglementation thermique 2005 ou le label Haute

Performance Énergétique 2005 ou le label Très Haute Performance Énergétique 2005, qui étaient des pratiques relativement courantes chez de nombreux professionnels⁴.

Ce surinvestissement dépend en fait de quatre facteurs :

- Des éléments techniques objectivement ajoutés : sur isolation, solaire thermique, ventilation double flux...
- Du marché des produits de la construction : au début les industriels ont tendance à pratiquer des prix élevés, les prix baissent ensuite quand la concurrence se développe,
- Du marché du bâtiment : certains artisans et entreprises pratiquent au début des prix élevés pour la mise en œuvre de techniques nouvelles, puis les prix baissent sous l'effet de la concurrence ; par ailleurs quand les carnets de commande des entreprises sont bien remplis, le surinvestissement peut être élevé, dans le cas inverse, il est faible, voire nul,
- Et surtout de la position de l'équipe de réalisation (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprises) dans la courbe d'apprentissage du BBC.

Pour l'opération du Parc de Muehlmatten, le promoteur, FL Résidences, estime à 8% du coût de construction le surinvestissement dû à l'isolation par l'extérieur, à la ventilation double flux, aux chauffe-eau solaires, à la chaufferie centralisée et à l'étanchéité à l'air, avec la pose d'une bâche spécifique dans les combles.

A la demande de l'ADEME, Méduane Habitat, le maître d'ouvrage des « Noyers » à Laval, a estimé le surinvestissement à 18% du coût de construction par rapport à une opération RT 2005 et à 9% par rapport à une opération THPE 2005, dû à l'isolation par l'extérieur, au gros œuvre et au triple vitrage.

DOMOFrance, le maître d'ouvrage de « Macedo » à Pessac, estime le surinvestissement à 20% du coût de construction, une partie étant liée au BBC (double flux, menuiseries bois, volets coulissants en bas), une partie étant indirectement liée au BBC (choix de l'entreprise générale à la place des corps d'état séparés), une partie n'étant pas liée au BBC (stockage des eaux pluviales).

Axédia, promoteur du « Hameau de la Plaine » à Montoux, estime à environ 12% du coût de construction le surinvestissement lié aux techniques du BBC.

Notons tout d'abord qu'un surinvestissement de 10% du coût de construction est un surinvestissement de 7,5% du prix de revient d'une opération HLM dont le coût de construction représente 75% du prix de revient et 5% du prix de vente d'une opération en accession dont le coût de construction représente 50% du prix de vente.

Remarquons d'ailleurs que, pour leurs premières opérations BBC, FL Résidences et Axédia ont pratiqué des prix de vente du marché non BBC, voire inférieurs pour Axédia. Le premier l'a fait en compensant le surinvestissement de construction par un prix du terrain inférieur (dû à la nuisance d'une voie de chemin de fer proche), une subvention de l'ADEME et une marge moins élevée. Le second a utilisé un montage financier fondé sur un prêt Pass Foncier, avec TVA réduite et subventions de la mairie aux acquéreurs. Dans les deux cas, de telles solutions ne peuvent être qu'exceptionnelles.

Ensuite, après les toutes premières opérations pour lesquelles certains industriels, artisans et entreprises pratiquent des prix élevés parce que la technique utilisée est nouvelle, ces prix élevés étant souvent non justifiés, la concurrence met de l'ordre sur le marché.

Puis, le marché de construction, avec des carnets de commandes moins remplis, est allé vers une certaine baisse des prix.

⁴ Quand le logement BBC devient obligatoire, ce qui est le cas avec la mise en œuvre, pour les permis de construire déposés à partir du 1^{er} janvier 2013, de la RT 2012, anticipée par le label BBC Effinergie® 2005, la notion de surinvestissement disparaît.

Et surtout la courbe d'apprentissage des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises est un facteur essentiel. Des professionnels qui en sont à leur 3^{ème} ou 4^{ème} opération BBC savent 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 : comme nous l'avons déjà noté, on peut le plus souvent faire du BBC performant sans ventilation double flux, sans triple vitrage, sans solaire thermique, sans solaire photovoltaïque.

L'ensemble de ces facteurs fait que le prix des opérations BBC a eu tendance à fortement baisser. Méduane Habitat a réalisé « Les Noyers » à 1230 € le coût de construction par m² habitable (€ valeur 2009), il construit aujourd'hui ses résidences BBC entre 1050 et 1150 € HT (€ valeur 2013) le m² habitable, selon les caractéristiques techniques de l'opération.

Immobilière 3F s'est fixé comme objectif de baisser d'au moins 10% le coût de construction de ses opérations BBC par rapport au coût du « Petit Rosne » de Garges-les-Gonesse.

Axédia est en train de vendre 22 villas BBC au même prix que « Le Hameau de la Plaine » commercialisé trois ans plus tôt.

En tendance, on peut affirmer qu'une équipe de professionnels expérimentés peut faire des immeubles collectifs et de l'individuel groupé BBC avec un surinvestissement faible ou nul par rapport à la RT 2005.

4.3. Éléments sur les coûts d'entretien

Les éléments sur les coûts d'entretien ne sont pas significatifs pour des opérations livrées depuis moins de 3 ans, la garantie de parfait achèvement fonctionnant sur la première année et la garantie sur les équipements sur les deux premières années.

De plus les contrats ne distinguent pas parfois l'entretien des chaudières, de la VMC et des chauffe-eau solaires.

Les éléments pour les trois résidences où les charges communes sont significatives sont les suivants

Tableau 12. Coûts d'entretien et charges TTC en € par logement et par mois.

« Le Petit Rosne »		Porte de France « Cité des Cheminots »		« Le Parc de Muehlmaten »	
Garges les Gonesse		Forbach		Bollwiller	
Val d'Oise*		Moselle		Haut-Rhin	
Chaudières	6,7	Chaudières	5,8	Chaufferie	29,1
VMC	1,1	VMC	2,7	VMC	
EDF ascenseurs	6,8	Chauffe-eau solaire	9,4	Chauffe-eau solaire	
Entretien ascenseurs		Antenne télé	2,5	EDF ascenseurs	5,9
Porte de parking	6,7	Robinetterie	2,5	Entretien ascenseurs	13,7
Espaces verts	12,8	Taxe OM	1,9	EDF parties commun.	5,9
Eau froide parties com	1,3	Traitement OM EM	3,8	Eau froide parties com	1,0
Antenne télé	0,4	P3 chaudières	2,5	Eau froide privative	11,7
Robinetterie	1,1	P3 chauffe-eau	5,4	Multiservices entretien	7,5
Multiservices entretien	1,4	P3 VMC	0,7	Taxe OM	37
Taxe OM	5,1			Traitement OM EM	11,6
Traitement OM EM	38,4			Chauffage	6,8
Traitement OM EM non récupérable	32,7			Eau chaude	17,1
				Gestion et syndic	23,6

*Les données incluent 6 maisons THPE

Dans le cas de DOMOFrance, le coût d'entretien de la ventilation double flux et des chauffe-eau solaires (7,9€ TTC par logement et par mois) est artificiellement bas, du fait que le prestataire pratique un prix lié à un contrat portant sur la totalité du patrimoine, soit plus de 20 000 logements.

Notons que la ventilation double flux exige un bon entretien avec remplacement régulier des filtres. Suite à des échanges en particulier avec Immobilière des Chemins de Fer, la question du solaire thermique est posée, le coût d'entretien risquant de compenser, et au-delà, les économies réalisées. La validité de la question est confirmée par l'Observatoire des Charges de Qualitel qui porte actuellement sur 12 opérations et dont l'opération avec panneaux solaires thermiques a un coût d'entretien élevé⁵.

⁵ Voir résumé des résultats de l'observatoire : http://www.qualite-logement.org/fileadmin/user_upload/documents/actualites/Observatoire_des_charges.pdf

4.4. Un coût faible de l'énergie pour les occupants

Tableau 13. Occupation, coûts TTC détaillés des consommations, loyers, charges

Résidence	« Le Petit Rosne » Garges les Gonesse Val d'Oise			« Macedo » Pessac Gironde			Porte de France « Cité des Cheminots » Forbach Moselle			« Les Noyers » Laval Mayenne			« Le Parc de Muehlmaten » Bollwiller Haut-Rhin			« Le Hameau de la Plaine » Monteux Vaucluse		
Ménage	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
Température moyenne du séjour en hiver en °C	19,5	20,5	19	20	20,5	21	20	20,5	21,5	19	21	20,7	19,5	20	20	21,5	21,5	21,5
Energie tous usages par an en kWhép/m²SH ON/an	64	105	63	140	108	149	156	187	149	86	80	79	112	80	87	185	164	185
Energie tous usages par an en kWhép par personne*	3851	5928	1734	3734	5762	3974	4908	3747	2521	6828	6352	3136	4717	4440	5106	3515	2690	3515
Coût mensuel consommation électricité en €*	7	14	14	45	33	48	34	46	26	11	16	16	27	9	20	39	31	48
Coût mensuel consommation gaz en €*	19	59	31	-	-	-	51	50	63	27	16	15	16	18	18	16	23	22
Coût mensuel abonnements en €*	12	12	12	7	7	7	12	12	12	12	12	12	7	7	7	21	21	21
Coût mensuel énergie tous usages en €**	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 €**	43	48	17	13	20	14	32	22	17	57	48	24	34	49	39	19	15	18
Coût annuel énergie tous usages par m² habitable en €**	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	23	23	23	64	64	64	145	87	162	?	?	?
APL	277	406	109	90	0	0	344	350	448	0	0	0	-	-	-	-	-	-

*Immeuble collectif : énergie des parties communes non incluse **Immeuble collectif : coût mensuel et annuel, avec énergie des parties communes incluse

Le tableau ci-dessus rappelle les conditions d'occupation des logements étudiés, la température choisie par les ménages pendant l'hiver, les consommations tous usages par m² et par personne. Il détaille surtout le coût en € TTC pour l'occupant.

Le coût mensuel énergie tous usages est décomposé en consommation d'électricité, consommation de gaz et abonnements électricité/gaz. Dans 8 cas, ce coût est inférieur à 60€ par mois et par logement, ce qui constitue un bon résultat. Dans aucun cas, il ne dépasse 108€ par mois et par logement. Notons les bons résultats de « Macedo » à Pessac en tout électrique et des « Noyers » à

Laval. Dans certains cas, la baisse des consommations due au BBC est telle que le coût des abonnements peut dépasser 30% du coût total.

L'indicateur du coût par personne est plus significatif pour des logements occupés que le coût par m², puisque tout dépend de l'occupation du logement. Ainsi le coût total et le coût au m² peut paraître élevé dans les maisons de Forbach et de Monteux. Rapporté à la personne, il est au contraire très performant. Dans 8 cas, le coût de l'énergie tous usages par personne est égal ou inférieur à 20 € par mois.

A Pessac, le coût est faible, tant en total qu'en personne et qu'au m², pour une température moyenne en hiver dans le séjour variant entre 20 et 21°C !

A taille de ménage identique, la consommation d'énergie par personne et le coût par personne varie de 1 à moins de 2⁶.

La part de l'énergie dans le total loyer + charges + énergie varie le plus souvent entre 8 et 12%. A Garges et à Forbach, l'APL rembourse une part significative du total.

Ce rapport d'étude est accompagné de 6 rapports annexes (une annexe pour chacune des 6 opérations étudiées), ainsi que d'un document faisant le résumé de l'étude générale et proposant 10 enseignements.

**Ces documents peuvent être téléchargés sur le site de QUALITEL :
www.qualite-logement.org**

⁶ Hors les 2 cas particuliers de familles qui n'ont pas chauffé leur logement.