

N° 4

Mars 2012

LES CAHIERS DE

# Bat'Im Club

« Revue de projets 2012 :  
premières livraisons BBC  
de logements locatifs sociaux »



## Introduction

Les 15 et 16 septembre 2011 BAT'Im Club a organisé des ateliers consacrés aux premières constructions BBC du logement social, poursuivant ainsi une démarche initiée dès 2009 et portant sur une étude-action consacrée au « Logement de demain ».

Cette nouvelle forme de travail en atelier cherche à favoriser les échanges, le partage d'idées et de bonnes pratiques de maîtrise d'ouvrage et de conception à partir de projets concrets. Son objectif consiste à engager ses participants dans une démarche de progrès pour leur production nouvelle dans l'esprit du « logement de demain ». Elle s'adresse tout particulièrement aux directeurs de développement et de maîtrise d'ouvrage, aux monteurs et responsables de programmes et aux conducteurs de travaux.

Pour cette première revue de projets, un panel d'opérations représentatives de diverses configurations architecturales et urbaines, rencontrées par les professionnels HLM, a été sélectionné. Efidis, Le Col, Halpades, Calvados Habitat, ICF Nord-Est, Immobilière 3F sont venus présenter les spécificités de leur programme qu'il soit individuel ou collectif. Leur expérience a permis de dégager des recommandations et modes de travail pertinents à retenir pour des opérations de même envergure.

Afin de diffuser et de partager plus largement les fruits des présentations et des échanges de ces deux journées, BAT'Im Club a souhaité réaliser une publication, qui synthétise au travers de fiches chacune des opérations présentées. Deux interviews réalisées, auprès de l'architecte Christian Enjolras et Hakim Hamadou, ingénieur à l'Ademe Rhône-Alpes, apportent des éclairages plus détaillés sur les performances techniques et architecturales des bâtiments. Pour compléter cette démarche, ce 4e cahier du Club intègre une évaluation de 10 logements BBC pilotée par l'Union sociale pour l'habitat en 2011.

Nous espérons que ces travaux vous apporteront des informations pertinentes et vous accompagneront tout au long de vos réflexions.

Le secrétariat permanent

BAT'Im Club – 2, rue Lord Byron – 75008 Paris  
secretariat@batim-club.com – Tél. : 01 40 75 70 22 – www.batim-club.com

Conception des cahiers : Éditions l'Édune  
Conception des fiches opérations : BCV Création  
Impression : Pro Image

Avec tous nos remerciements aux maîtres d'ouvrage qui ont collaboré à ce numéro.



**BAT'IM CLUB**

L'ANNUAIRE DES BÂTISSEURS ET DES GESTIONNAIRES DE LOGEMENTS

## Sommaire

La synthèse des ateliers BBC	4
Les opérations BBC	6
Les interviews	18
L'étude de l'Union sociale pour l'habitat : « Évaluation d'opérations neuves BBC dans le logement social en France »	22

# LA SYNTHÈSE DES ATELIERS BBC

**Après être restée longtemps expérimentale, la production de Bâtiments Basse Consommation constitue aujourd'hui la norme et les livraisons se multiplient depuis un à deux ans. Bien que le recul manque encore, nous avons souhaité dans le cadre des ateliers BAT'Im effectuer un premier retour d'expérience au travers d'une revue de projet « BBC » portant sur 6 opérations.**

## Les opérations présentées

- ❖ Résidence du Parc à Mondeville (33 logements collectifs, CALVADOS HABITAT)
- ❖ 23 maisons à Forbach (ICF NORD-EST)
- ❖ Baï Ona & Baï Una à Bayonne (15 maisons en accession, LE COL)
- ❖ La Closerie à Epagny (12 logements collectifs MINERGIE, HALPADES)
- ❖ Résidence Gauguin à Villepinte (13 maisons MUSE, EFIDIS)
- ❖ Résidence Petit Rhône à Garges-lès-Gonesse (35 logements, IMMOBILIERE 3F)

**La crainte a souvent été exprimée que les contraintes du BBC se traduisent par une uniformisation des projets : ces premières opérations sont à ce titre plutôt rassurantes.** Même si elles ont souvent quelques airs de famille – une certaine sobriété des lignes et des volumes – elles témoignent d'une réelle diversité des approches, des typologies de bâtiments et des écritures architecturales.

Notons par exemple l'identité forte que ses concepteurs ont su donner au projet de Bayonne, en s'appuyant sur une intéressante combinaison de matériaux locaux (construction en pin des Landes), de références architecturales régionales, et de matériaux innovants à changement de phase pour améliorer la régulation thermique, y compris en été.

Cette revue de projets BBC a également permis de mettre en évidence **plusieurs points de convergence – et de vigilance – dans la conception et la mise en œuvre d'une opération BBC.**

## Un point clé de succès : la qualité de la réflexion amont sur les fondamentaux du projet

Au fil des témoignages, l'accent a été mis par les maîtres d'ouvrage comme par leurs maîtres d'œuvre sur l'importance de la réflexion amont sur l'analyse du site et l'insertion du projet, le choix des orientations et l'analyse critique du plan masse. Comme l'ont rappelé les uns et les autres, c'est à ce stade que se joue l'essentiel de la performance finale du bâtiment et de son optimisation. Voici qui marque un retour heureux aux fondamentaux du travail architectural, par rapport à une vision plus « techniciste » du BBC.

On note par ailleurs que les solutions architecturales retenues sont largement en phase avec les axes de travail dégagés dans le cadre des travaux de BAT'Im sur le « Logement de demain » : optimisation de l'éclairage naturel, simplification des plans, dessertes et accès, généralisation des logements traversants ou multi-orientés. Un travail reste à faire néanmoins sur le traitement des espaces de stationnement, le rangement et les annexes au logement par exemple.

## L'enjeu de qualité des finitions

Test d'étanchéité à l'air oblige, la question des finitions est revenue comme un leitmotiv. Il ressort clairement des différents témoignages qu'elle se traite également le plus en amont possible en phase de conception. Elle demande la plus grande vigilance et un réel sens du détail de la part du maître d'œuvre, si l'on veut éviter le syndrome de « BBC scotch » qui semble caractériser bon nombre de chantiers en cours.

Les projets d'ICF Nord Est à Forbach, et d'Halpades à Epagny, témoignent à ce titre d'un soin tout particulier apporté aux détails de conception ainsi qu'à la qualité de mise en œuvre.

## Un travail collaboratif à engager le plus en amont possible

La performance BBC repose largement sur la qualité du travail collaboratif réalisé – le plus en amont possible – entre le maître d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et les entreprises. Ce point est d'autant plus délicat que les intervenants potentiels ont plutôt tendance à se multiplier, notamment au niveau de la maîtrise d'œuvre et de ses différentes composantes (architecte, thermicien, économiste). Il est ici permis de s'interroger sur la pertinence des modes classiques de contractualisation et leur séquençage habituel.

La conception-réalisation ou la mise en place de marchés cadres adossés au dispositif C.Q.F.D. (Efidis, Maisons Muse) figurent parmi les pistes possibles. D'autres schémas pourraient sans doute être envisagés en assouplissant le cadre juridique actuel, avec deux objectifs prioritaires :

- ❖ faciliter le travail collaboratif amont entre les différents intervenants au projet ;
- ❖ favoriser les effets d'apprentissage : pouvoir conserver plus facilement les équipes et solutions qui « fonctionnent » d'un projet à l'autre.

Au-delà du cadre juridique, qui offre d'ores et déjà quelques possibilités, l'organisation de la maîtrise d'œuvre et sa capacité à offrir une compétence globale – quelle qu'en soit la forme juridique – n'est pas le moindre des enjeux pour les années à venir.

## Des équipements techniques adaptés aux nouvelles performances du bâti

Les témoignages opérationnels et l'étude de l'ADEME sur le coût d'un échantillon de bâtiments à haute performance énergétique suggèrent la plus grande vigilance sur le choix et le calibrage des équipements techniques dans les projets BBC.

De toute évidence, nombre d'experts et bureaux d'études n'ont pas encore intégré que le dimensionnement et les caractéristiques des équipements – chauffage et ECS notamment – doivent tenir compte du comportement spécifique d'un bâti sur-isolé. L'expérience de Calvados Habitat est ici particulièrement significative, et il est tout à l'honneur de ce maître d'ouvrage d'avoir accepté de témoigner des difficultés rencontrées sur son réseau ECS.

Sur ce point également, on notera les fortes réserves exprimées sur la ventilation double flux dont le surcoût est pourtant très significatif, ainsi que l'intérêt qu'il y aurait à recourir plus systématiquement à de petits systèmes de chauffage collectif de préférence au classique chauffage individuel gaz (I3F, Garges les Gonesse).

## Des résultats d'exploitation à confirmer

Même si les premiers éléments présentés par les organismes sont encourageants, l'obtention de résultats fiables sur la performance réelle des nouveaux BBC reste difficile. On ne peut ici que souligner la nécessité absolue pour la profession – sur un plan à la fois individuel et collectif – de mettre en place des modes de suivi et d'analyse de la performance de ces opérations. En associant bien sûr les habitants, dont le comportement déterminera fortement le résultat final.

# LES OPÉRATIONS BBC



MONDEVILLE 14

## MAÎTRE D'OUVRAGE

### CALVADOS HABITAT

7 place Foch, 14 010 Caen Cedex

COMMUNE Mondeville

TYPLOGIE 263 logements



DURÉE DU CHANTIER  
> 2010-2013

PREMIÈRE LIVRAISON  
> janvier 2011

COÛT GLOBAL DE L'OPÉRATION  
> 36 211 360 €

COÛT MOYEN PAR LOGEMENT  
> 137 685 €

CERTIFICATION  
> QUALITEL

ARCHITECTES  
> L2 Architectes, Margerie & Pasquet, Y.M. Duval  
et G. Buret, Atelier 2G, Baetz & Chardin

CHAUFFAGE ET ÉNERGIE  
> Chauffage collectif gaz et production d'eau  
chaude sanitaire collective

PRÉVISIONNEL DE CHARGES  
> T2 = 99,31 € par mois  
> T3 = 124,03 € par mois  
> T4 = 141,69 € par mois



Plan de masse



## LE PROGRAMME

→ Opération de renouvellement urbain lié à la requalification du centre-ville. Démolition des 258 logements de « la résidence du Parc » permettant la réalisation de 215 logements répartis en 13 petits immeubles en R+2 ou R+3 qui s'organisent autour d'un cœur d'îlot vert protégé. Des opérations de construction de 48 logements hors site complètent l'offre.

## LES OBJECTIFS

- Équilibrer et valoriser l'offre de logements en l'ouvrant sur le quartier et la ville.
- Anticiper les normes thermiques du Grenelle Environnement en réalisant des logements d'un niveau supérieur aux exigences réglementaires en termes de consommation d'énergie.
- Développer une offre nouvelle alliant architecture résidentielle et qualité thermique des bâtiments.
- Favoriser les parcours résidentiels et la mobilité au sein du parc locatif de l'office.
- Privilégier les circulations et espaces verts collectifs.



Vue extérieure

## LE BILAN SUR LE PREMIER BÂTIMENT (B)

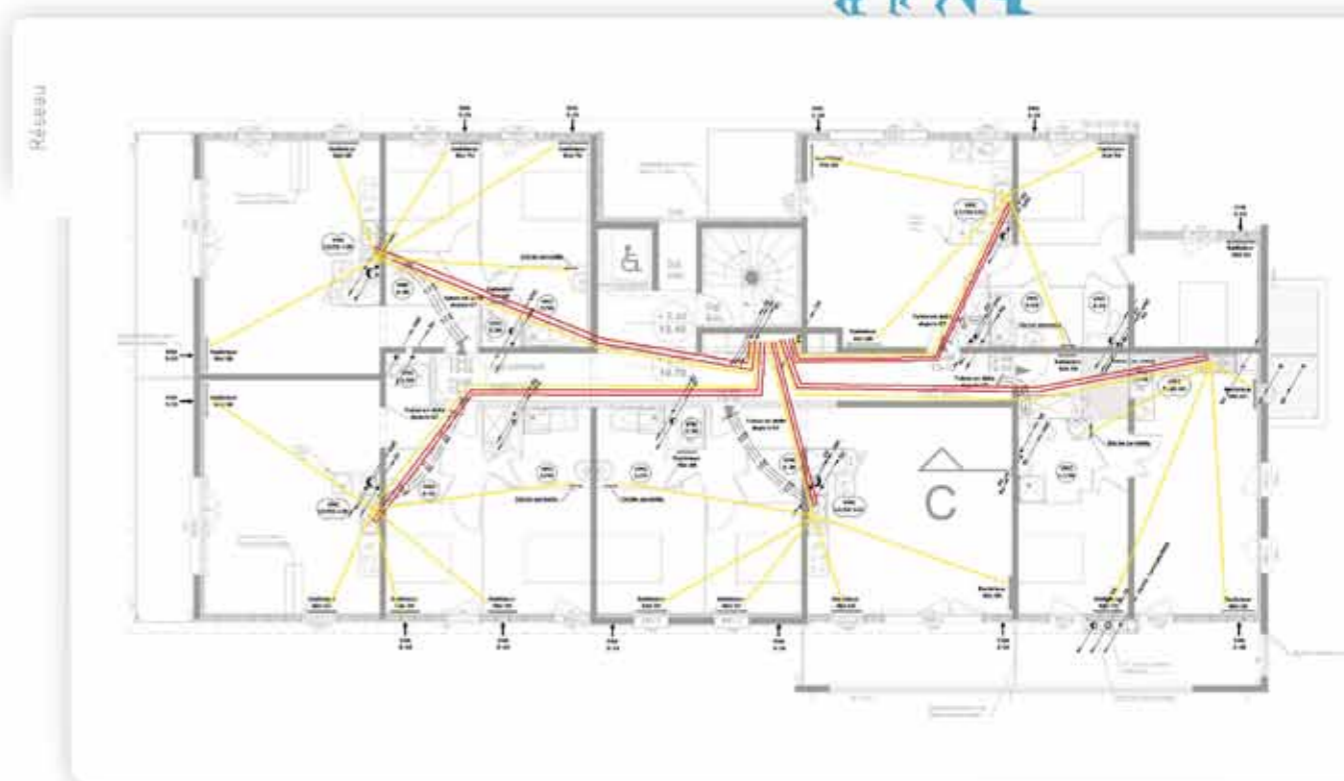


Une surchauffe anormale (jusqu'à 36°C en plein mois d'avril) des parties communes a conduit le gestionnaire de la chaufferie à majorer son coût d'exploitation d'environ 15 % sans alerter le maître d'ouvrage. Le bouclage de l'eau chaude sanitaire, qui tourne en permanence et respecte la prescription de Qualitel, en est à l'origine. La suppression du bouclage a permis de réaliser une baisse sensible de température. Pour autant un problème de surconsommation persiste et malgré l'exploration de plusieurs pistes, aucune véritable solution n'a encore été trouvée. Le BBC reste virtuel.

## LES POINTS DE VIGILANCE

- Fixer des objectifs au maître d'œuvre en termes de suivi de l'évolution du bâtiment et de conformité aux normes thermiques liées au BBC.

- Porter une attention particulière au dimensionnement de la chaudière au regard du nombre de logements.
- Émettre une réserve au maître d'œuvre par rapport à l'atteinte de l'objectif de consommation fixé par le label.
- Établir un procès-verbal de remise des installations de chauffage et ECS à l'exploitant en mentionnant les obligations en matière d'objectifs de consommation dans les contrats.
- Effectuer un contrôle mensuel des consommations pour analyser et apporter les correctifs nécessaires.
- Prolonger l'année de parfait achèvement si la chaufferie n'est pas conforme.



Réseau



### MAÎTRE D'OUVRAGE

#### ICF NORD-EST

5 rue Antoine, 57 000 Metz

COMMUNE // Forbach

TYPLOGIE // 23 logements dont 13 T4 et 10 T5



#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CHANTIER

- > Intégration de plusieurs éléments de performance environnementale : citerne de récupération des eaux pluviales, capteurs solaires pour l'eau chaude, façade en ossature bois, revêtement de façade avec bardage en bois ou enduit sur isolant, menuiserie bois, éclairage naturel des salles de bain, respect de la réglementation sur le handicap sans augmentation de la SHAB.

#### LIVRAISON

- > juin 2010

#### COÛT GLOBAL DE L'OPÉRATION

- > 3 464 135 € TTC

#### COÛT MOYEN PAR LOGEMENT

- > 1 723 € HT/m<sup>2</sup>

#### CERTIFICATION

- > BBC

#### ARCHITECTE

- > Atelier Jens Freiberg

#### BUREAU D'ÉTUDES

- > Synergie Ingénierie Bâtiment

#### CHAUFFAGE ET ÉNERGIE

- > Chaudière individuelle à condensation

#### PERFORMANCES

- > La consommation en énergie primaire est inférieure à 65 kWh/m<sup>2</sup>/an

#### PRÉVISIONNEL DE CHARGES

- > 50 € par mois

### LE PROGRAMME



Construction de 23 logements BBC (12 PLUS, 11 PLS, 13 T4 et 10 T5) avec des loyers (parking inclus) compris entre 400 et 600 € en remplacement de 40 logements qui ont fait l'objet d'une décision de démolition due à l'affaissement du terrain.

### LES OBJECTIFS DU PROJET

- Opération de démolition / construction susceptible de permettre de diversifier l'offre en reconstruisant de l'individuel plutôt que du collectif, d'élaborer un procédé constructif adapté à la qualité du sol et d'anticiper la réglementation (qui indiquait déjà le passage de la RT 2005 au BBC).

Vue de la rue



Plan de masse



### LE BILAN

- Une satisfaction générale des locataires grâce à une maîtrise des charges, aux logements individuels et un accompagnement plus performant des locataires à la gestion de leur logement. Le problème principal est lié à la densité du stationnement.

### LES SOLUTIONS RETENUES POUR LES PROCHAINES OPÉRATIONS

- Le travail en amont avec l'architecte, l'entreprise et le maître d'ouvrage est essentiel pour garantir une performance énergétique à coûts maîtrisés. Le recours à la conception/réalisation pour d'autres projets a été un prolongement à cette opération.

Ouvertures



vue extérieure





## MAÎTRE D'OUVRAGE

### LE COL

73 rue de Lamouly, 64 601 Anglat

COMMUNE Bayonne

TYPLOGIE 15 logements individuels



#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CHANTIER

> L'opération doit répondre au règlement de la ZAC, axé sur le développement durable et imposant au moins en partie la construction en bois. Cette opération innovante, avec intégration de matériaux à changement de phase, a la propriété d'emmagasiner la chaleur et de la restituer en fonction des conditions climatiques extérieures.

#### LIVRAISON

> Février 2011

#### COÛT GLOBAL

> 2 200 €/m<sup>2</sup> dont coût de construction

#### LABELLISATION

> BBC

#### ARCHITECTES

> Patrick Arotcharen et Philippe Balc'h

#### BET HQE

> Nobatek - Centre de Ressources Technologiques qui développe des activités de recherche appliquée et des prestations de service dans les domaines de l'aménagement et de la construction durables

#### CHAUFFAGE ET ÉNERGIE

> Chaudière à condensation, matériaux à changement de phase au niveau du plancher pour assurer l'inertie thermique et une ventilation simple flux

#### PERFORMANCES

> La consommation en énergie primaire est de 42,30 kWh/m<sup>2</sup>/an

#### LE PROGRAMME



Réalisation d'un programme immobilier, constitué de 15 logements BBC en accession sociale, dans la ZAC d'Arroussets.

#### LES OBJECTIFS DU PROJET

- Développer une approche bioclimatique approfondie.
- Optimiser le parti architectural pour la solution constructive bois en prenant en compte les spécificités de la ressource locale (Pin des Landes).
- Étendre le panel des solutions constructives pour LE COL en assurant une reproductibilité des solutions mises en œuvre pour les répéter sur d'autres opérations.
- Maîtriser l'économie globale du projet.
- Minimiser la consommation des logements (labellisation BBC).
- Assurer des niveaux de confort égaux, voire supérieurs, à ceux de constructions « traditionnelles ».



Vue extérieure



Plan de masse

#### LES CONCLUSIONS

##### DE L'OPÉRATION

- Performance du bâti des murs à ossature bois.
- Rapidité de mise en œuvre du clos couvert.
- Chantier en solution sèche, réalisation des VRD en premier.
- Ventilation nocturne mécanique peu utilisée [plus simple d'utilisation].



Vue aérienne



Vue aérienne





### MAÎTRE D'OUVRAGE

#### HALPADES

6, Av. de Chambery, 74 011 Annecy Cedex

COMMUNE // Epagny

TYPLOGIE // 12 logements

PARKING // 12 stationnements couverts

CARACTÉRISTIQUES LOCALES // première couronne de l'agglomération d'Annecy aux abords d'un ancien hameau rural et à proximité d'une zone de grande activité commerciale.



#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CHANTIER

> Les logements ont bénéficié d'une écoconception (résidence compacte, apports solaires, confort d'été, gestion des eaux pluviales, balcons désolidarisés...) et d'équipements performants (VMC double-flux, isolation par l'extérieur).

#### PREMIÈRE LIVRAISON

> Octobre 2010

#### COÛT

> 1 217 000 € HT soit 1 490 € HT/m<sup>2</sup>SHAB

#### SURCOÛT GLOBAL

> 233 700 € HT soit 24%

#### DOUBLE CERTIFICATION

> Qualitel BBC Effinergie (cep 65kWh/m<sup>2</sup>SHON/an) et Minergie standard (45 kWh/m<sup>2</sup>SRE/an)  
> Respect du référentiel QEB Basse Consommation de la Région (Qualité Environnementale des Bâtiments)

#### ARCHITECTE

> Edmond Deturche

#### CHAUFFAGE ET ÉNERGIE

> Chaudière collective au gaz à condensation, ECS solaire

#### CHARGES DE CHAUFFAGE CONSTATÉES

> 180 € par an pour un T3

### LE PROGRAMME



→ 12 logements locatifs aidés et 12 stationnements couverts extérieurs, sans sous-sol.

### LES OBJECTIFS

- Atteindre une CEP de 50,4 kWh/m<sup>2</sup>/an.
- Inscrire le programme dans le site de manière harmonieuse.
- Évaluer la capacité du site à la solarisation.

### LES CONTRAINTES

- Gérer les contraintes climatiques pour s'assurer que le bâtiment s'implante dans le respect réciproque du droit au soleil et du droit à la vue.

Vue intérieure



Plan en vue du dessus



### LES CONCLUSIONS



- Une très forte implication des équipes d'HALPADES et une très bonne appropriation du programme par les clients. Un confort d'usage réel apporté par la conception bioclimatique. Cette opération expérimentale aura permis de conforter des choix techniques d'investissement pour l'ensemble de la production.

### LES SPÉCIFICITÉS D'UN BÂTIMENT MINERGIE

- Une forte compacité.
- Une solarisation judicieuse : 24% de surface de vitrage / shab.
- Une approche traversante du logement : permettant une solarisation différenciée (55 à 60% au sud, 15 à 20% au nord, 10 à 15% à l'est et à l'ouest) et un confort lumineux pour diminuer l'énergie secondaire.

- La gestion de l'apport solaire au sud (casquette et brise-soleil) et la ventilation nocturne au nord permettent d'assurer un confort hygrothermique constant et surtout un gain énergétique en hiver.

### LES SOLUTIONS RETENUES POUR LES PROCHAINES OPÉRATIONS



- Conception bioclimatique des projets.
- Qualité des matériaux.
- Performance thermique des bâtiments.

### LES SOLUTIONS ÉCARTÉES

- La ventilation double flux, noyée dans la dalle apporte une qualité de l'air excellente, mais son coût trop onéreux ne permet pas une reproductibilité sur d'autres bâtiments. L'hygro B sera donc préconisé.

Vue extérieure





### MAÎTRE D'OUVRAGE ////////////////

#### EFIDIS

Groupe SNI, 20 place des Vins de France, 75 012 Paris

COMMUNE ///// Villepinte

TYPLOGIE //////////////// 13 logements dont 10 T4 et 3 T5

PARKING ///// stationnements couverts

CARACTÉRISTIQUES LOCALES /////// le quartier de la Fontaine Mallet fait l'objet d'une convention ANRU signée en 2008. Sur les 550 logements que compte le quartier, 292 ont été résidentialisés et réhabilités, 259 sont en cours de démolition, 140 sont à construire par Efidis, 70 par la Foncière Logement. La requalification des espaces publics est prévue.



#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CHANTIER

> Opération mixant le concept MUSE et des garages bois qui nécessite de réaliser des fondations spécifiques et répondant aux attentes de la collectivité : pas de toiture plate et pas de bardage bois en façade, voirie à créer avec l'ensemble des réseaux.

#### LIVRAISON

> Décembre 2010

#### COÛT

> 1 250 € HT/m<sup>2</sup>SHAB (hors VRD)

#### CERTIFICATION

> BBC Effinergie et Habitat & Environnement  
> profil A

#### ARCHITECTE D'OPÉRATION

> ATELIER BLM

#### CONSTRUCTEUR

> BH - filiale du groupe Bénéteau - Accord cadre avec la SNI

#### PERFORMANCES

> La consommation en énergie primaire est inférieure à 65 kWh/m<sup>2</sup>/an.

#### PRÉVISIONNEL DE CHARGES

> 50 €/mois/maison

### LE PROGRAMME ////////////////



Construction de 13 maisons individuelles MUSE BBC destinées au relogement des locataires du quartier.

### LES OBJECTIFS DU PROJET ////////////////

→ Réaliser une opération BBC avec un procédé constructif innovant intégrant notamment : toiture terrasse végétalisée, volets battants bois, chaudière condensation gaz, ECS solaire, isolation complémentaire BBC 40 mm...

### LE CONCEPT DE LA MAISON ////////////////

→ Concept MUSE développé par la société BH, filiale du groupe Bénéteau.

Le principe : fabrication des logements en usine, transport par camion, grutage et assemblage sur site, raccordements et mise en service.

Plans d'intérieur



Plan de masse



### LES PARTICULARITÉS D'UN CHANTIER MUSE ////////////////



- Choix préétablis en amont et vérification des prestations avant le départ d'usine des modules fabriqués.
- Difficultés d'effectuer des modifications une fois les modules livrés sur site.
- L'accès au site : transport des modules par convoi exceptionnel (3,5 m de large) et par camion.
- Modules livrés, équipés à 85%.
- Travaux réalisés sur place : assemblage des modules, parachèvement étanchéité, raccordement des fluides.
- Nécessité d'un vide sanitaire drainé sous les maisons, modules posés sur des plots bétons.

### AVANTAGES D'UN CHANTIER MUSE ////////////////

- Gain de temps de chantier (9 mois au lieu de 12).
- Propreté du chantier.
- Coût global compétitif.
- Optimisation de la qualité des finitions.
- Respect de l'environnement (filrière sèche).
- Large choix d'options permettant une grande combinaison de volumes et une diversité d'aspect.



Vue extérieure







### MAÎTRE D'OUVRAGE ////////////////

#### IMMOBILIERE 3 F

12 Av. Budenheim, 95 605 Eaubonne Cedex

COMMUNE ///// Garges Les Gonesse

TYPLOGIE ////////////// 32 logements

LOGEMENTS INDIVIDUELS ///// 6

LOGEMENTS COLLECTIFS ///// 26 logements dont 16 T2, 3 T3, 6 T4, 1 T5



#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

> Compacité du bâtiment, structure en béton banché, balcons avec rupteurs de ponts thermiques, isolation thermique extérieure avec laine de roche 12 cm, optimisation des apports solaires, bardage de bois en pin huilé de Scandinavie.

#### LIVRAISON

> Novembre 2009

#### COÛT GLOBAL DE L'OPÉRATION

> 3 928 000 €

#### COÛT MOYEN PAR LOGEMENT

> 1 677 € HT/m<sup>2</sup>

#### CERTIFICATION

> Certification Habitat et Environnement Profil A  
> Label BBC pour le collectif  
> Label THPE pour les pavillons

#### BET

> JLR

#### ARCHITECTE

> C. Enjolras

#### CHAUFFAGE ET ÉNERGIE

> Chaudières gaz individuelles à condensation  
> Ventilation hygro-réglable

#### CONSUMMATION CONVENTIONNELLE

> Bâtiment collectif : 49,8 kWh ep/m<sup>2</sup>SHON/an  
> Pavillons : 79,3 kWh ep/m<sup>2</sup>SHON/an

### LE PROGRAMME ////////////////

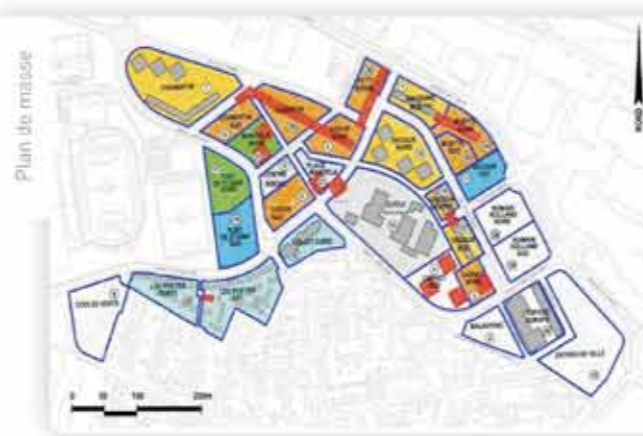


- Construction dans le quartier de la Muette d'un immeuble collectif de 26 logements et de 6 maisons individuelles financés en PLUS et PLAI.
- Réalisé dans le cadre du Projet de Rénovation Urbaine du quartier, le programme occupe un terrain libéré par la démolition d'une barre, propriété d'I3F.

### LES OBJECTIFS ////////////////

I3F cherche à obtenir une bonne étanchéité à l'air des bâtiments pour plusieurs raisons principales :

- Privilégier l'insertion architecturale et urbaine (apporter une réponse architecturale adaptée en site de renouvellement urbain).
- Assurer la mixité (programme collectif associé à des maisons individuelles).
- Privilégier la qualité d'usage (prolongement extérieur, fonctionnement des plans).
- Favoriser le confort intérieur (logement traversant, qualité des matériaux, confort acoustique).
- Assurer une sobriété énergétique (compacité, traitement des ponts thermique, perméabilité à l'air).
- Limiter les risques d'inconfort dus aux courants d'air froids et aux parois froides.
- Réduire les déperditions thermiques par infiltrations d'air parasites.



→ Éviter les pathologies dues à la condensation de l'air dans et sur les parois.

→ Mieux contrôler la distribution et la qualité de l'air dans les bâtiments.

### EN PHASE RÉALISATION ////////////////

Le chantier a fait l'objet d'une charte de chantier propre (réduction des nuisances, information des riverains, gestion des déchets).

### APRÈS LIVRAISON ////////////////

Les locataires ont reçu un livret des gestes verts pour les informer sur les bonnes pratiques correspondant à l'usage du bâtiment.

### LE BILAN SUR DE LA PREMIÈRE SAISON ////////////////



Depuis sa livraison, l'opération donne satisfaction aux résidents. L'accompagnement des locataires a fait l'objet d'un livret transmis au moment de la remise des clés et présentant les spécificités des logements et leur mode de fonctionnement. À cet effet, le choix en amont a porté sur des systèmes simples et basiques afin d'en faciliter l'utilisation pour les locataires.



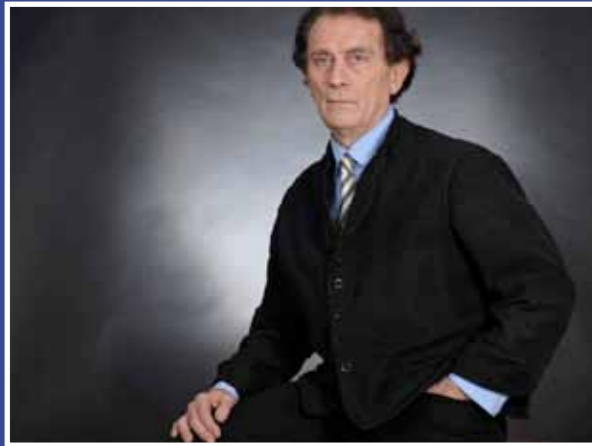
Vue extérieure



## LES INTERVIEWS

### Christian Enjolras

Architecte du programme de Garges-lès-Gonesse pour Immobilière 3F



Christian Enjolras, après des études de mécanique générale, à étudié l'architecture à Paris auprès d'Edouard Albert à l'École Nationale Supérieure des Beaux Arts et avec Jean Prouvé au Conservatoire National des Arts et Métiers. Après un long apprentissage professionnel comme chef de projet auprès d'André Gomis puis à l'AUA, il a créé son atelier d'architecture en 1981. L'ensemble des projets construits par cet atelier depuis sa création intègre, dans la mesure des moyens affectés, une approche environnementale globale, devant souvent les obligations contractuelles et labels institués progressivement en France. Réactualisant continuellement ses connaissances par des formations techniques complémentaires suivies dans des pays fortement impliqués sur le plan écologique, il a dispensé divers enseignements de projet et de séminaire sur le sujet, en particulier à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris Belleville et publié nombre d'articles et ouvrages traitant des relations entre architecture, technologies et environnement.

#### Comment avez-vous travaillé sur le projet BBC d'Immobilière 3F que vous avez conçu ?

Comme pour chacun de nos projets, nous avons constitué une équipe pluridisciplinaire avec des ingénieurs en structure thermique, génie climatique et un économiste. Pour travailler sur l'énergie, il faut adopter une approche systémique dès le départ du projet. Travailler ensemble au stade du déclenchement de l'esquisse est particulièrement impor-

tant. L'architecte imagine et dessine les solutions globales et leurs formes, les ingénieurs évaluent les performances, l'économiste les coûts. Mais le « corps technique » propose aussi et participe à la formalisation progressive du projet. Ces fonctions doivent garder leur spécificité mais aussi collaborer dans le processus d'invention sans se substituer les uns aux autres.

#### En quoi ce projet était-il différent des autres ?

En 2008, nous avions beaucoup d'idées sur l'approche environnementale du projet, fruits de nos années de travail, de recherche et de réalisations diverses sur des écoles et des logements. Alors, nous nous sommes mis dans une situation expérimentale pour vérifier et valider nos hypothèses avec une question particulière : est-il possible de proposer une architecture invariante pour un projet qui pourrait être en RT 2005, en BBC ou en énergie zéro selon le niveau d'investissement décidé par le maître d'ouvrage ?

#### Quelle a été votre stratégie pour obtenir de bonnes performances thermiques ?

Nous avons une contrainte assez défavorable au niveau thermique à l'origine puisque nous devons construire des immeubles collectifs avec peu de logements et trois étages sur rez-de-chaussée. Le projet ne pouvait bénéficier que de manière limitée de l'impact de l'isolement des logements entre eux comparé à des programmes plus importants et l'installation d'une chaufferie collective gaz à condensation paraissait trop coûteuse pour cette quantité de logements. L'accent a alors été porté sur la compacité des bâtiments, l'optimisation des doubles orientations pour les logements, l'isolement par l'extérieur et un équilibre contrôlé entre lumière naturelle et déperditions thermiques. Tout cela pour un coût de construction précisément limité.

#### Quelle a été votre démarche en termes architectural ?

Outre l'orientation générale de la parcelle et la déclivité naturelle du terrain, la lecture du lieu nous a donné deux indications culturelles importantes. La

salle de prière existante sous la barre HLM voisine et sa bonne fréquentation nous confirmait l'existence d'une culture du sud forte pour les habitants actuels. Les pins d'Autriche présents sur le terrain et préservés des démolitions caractérisaient le lieu comme paysage du nord. Nous avons voulu inscrire le projet dans le contexte du quartier en croisant des signes de ces deux cultures, de l'Europe du nord et du Maghreb. C'est la raison pour laquelle nous avons conjugué le bois de pin à la maçonnerie blanche. Attentifs au lieu et aux individus qui vivent sur place, le projet a été déclenché sur une relation simple entre les volumes et leurs matières mais avec un langage contemporain qui s'extrait de toute référence vernaculaire.

#### Les contraintes sont-elles les mêmes entre les logements collectifs et les logements individuels ?

Du point de vue thermique, les volumes plus petits des maisons nécessitent plus d'isolation pour obtenir des performances équivalentes à celles de logements collectifs. À performances égales, les maisons en bande exigent plus d'investissement, c'est pourquoi le maître d'ouvrage a décidé de se limiter au THPE.

#### Quelles difficultés avez-vous rencontrées ?

La difficulté première a été de trouver une architecture invariante pour aboutir à d'éventuelles performances thermiques en option du maître d'ouvrage : THPE, BBC ou énergie zéro.

Ensuite, la contrainte du coût. Comment résoudre l'équation suivante : obtenir le maximum de confort avec le minimum d'investissement ?

Comment résoudre les conflits entre les paramètres thermiques et acoustiques quand le coût prévu interdit le recours aux chapes thermo-acoustiques ?

Il a aussi fallu se débarrasser des anciennes habitudes qui liaient simplement le confort thermique au confort acoustique, choisir entre la végétalisation des terrasses et l'installation de panneaux solaires, et prendre des options sur de nombreuses contradictions entre paramètres.

Bref, faire des choix dont certains découlent de la simple logique et d'autres de la contrainte économique, la plus difficile à satisfaire.

#### Comment s'est déroulé le chantier ?

Les qualités d'exécution requises pour atteindre les performances thermiques BBC ont créé un climat positif et constructif sur le chantier car elles ont renforcé le dialogue avec les entreprises prestataires en les impliquant plus fortement.

Par exemple, les essais à l'air sur l'appartement témoin mis en surpression ont révélé des comportements inattendus. Ils ont permis de constater que

les façades et les menuiseries étaient étanches mais que le second œuvre (plomberie, VMC, électricité) était gravement défaillant. Et après une évolution des intervenants, ces essais ont conduit à des qualités de finition intérieure et extérieure indéniablement meilleures.

Les réticences initiales de l'entreprise de gros-œuvre à mettre en place, pour la première fois, des rupteurs thermiques au droit des balcons ont disparu après formation du personnel impliqué.

#### Quelles conclusions tirez-vous de cette expérience ?

Pour optimiser globalement les qualités environnementales, il faudrait que la conception de l'urbanisme et des programmes de logements anticipent à l'élaboration du plan de ZAC. En effet l'énergie, la puissance de chauffe et la gestion des eaux pluviales devraient être abordées globalement avant de définir le cahier des charges de chaque opération. L'échelle même des opérations programmées devraient en dépendre.

Il est confirmé que l'orientation géographique du logement est déterminante. Ce qui marche le mieux c'est la double exposition Nord / Sud. Mais si l'on ne peut faire la ville qu'avec des barres nord/sud, il faut construire le maximum de logements traversants et le moins possible de logements mono-orientés.

#### Quels sont pour vous les points de vigilance ?

Il est nécessaire d'obtenir des financements qui permettent le coût de construction du BBC car son prix risque de paupériser terriblement l'architecture par manque de moyens. Le BBC ne devrait pas s'opposer à la qualité architecturale, au contraire.

#### Pour vous quelle est la solution la plus intelligente au niveau du BBC ?

C'est celle qui allie les meilleures performances thermiques à la qualité architecturale. Quand on travaille sur des aspects techniques, il est nécessaire de trouver simultanément une valeur culturelle au projet. Ne pas séparer l'écologie environnementale de celles du social et de l'esprit.

#### Quelle est votre vision de l'avenir ?

Avec le BBC, on ne peut déjà plus construire comme avant et l'architecture pose de nouvelles questions. Nous sommes donc dans une période passionnante, qui va nous permettre d'inventer de nouvelles solutions. Mais, le BBC ne devrait être qu'un palier vers un objectif plus responsable à atteindre, celui de l'énergie zéro avec la prise en compte de l'énergie grise. Tout un programme, aujourd'hui en attente.

## Hakim Hamadou, ADEME

Au cours de l'année 2009, la direction régionale Rhône-Alpes de l'ADEME a fait appel au cabinet Enertech pour réaliser une étude économique visant à identifier le surinvestissement nécessaire à la conception et la construction de bâtiment basse consommation. Hakim Hamadou, ingénieur à l'Ademe, nous explique les enseignements tirés de cette étude.



Hakim Hamadou est ingénieur à la direction régionale Rhône-Alpes de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie). Il anime depuis 2006 des programmes d'efficacité énergétique et de Qualité environnementale dans les bâtiments. On peut citer le montage de partenariats et l'animation d'acteurs en région, les appels à projets régionaux «PREBAT Bâtiments Démonstrateurs» [plus de 100 opérations soutenues à ce jour], la mise au point de formations pour la maîtrise d'œuvre sur la conception et la rénovation des bâtiments BBC, la mise au point de référentiels sur la qualité environnementale des Bâtiments avec les collectivités territoriales (Conseil Régional Rhône-Alpes), la réalisation de guides techniques à destination des professionnels du bâtiment et surtout le montage de campagnes de mesures et d'évaluation dans les bâtiments performants. Aujourd'hui, près de 70 opérations font l'objet d'investigations et d'études poussées, aussi bien sur les données économiques que sur les performances en exploitation.

### Quel était l'objectif de cette étude ?

Nous souhaitons identifier les surinvestissements, voire les moins-values, liés à l'atteinte de la performance énergétique sur les bâtiments neufs de « de-

main », c'est-à-dire les bâtiments anticipant la RT 2012 (BBC 2005) et la RT 2020 (Bâtiment à énergie positive).

### Sur quel périmètre avez-vous travaillé ?

Une grande partie des opérations étudiées sont lauréates des appels à projets régionaux PREBAT - Bâtiments démonstrateurs, montés par l'ADEME et le Conseil Régional Rhône-Alpes. Nous avons étudié 12 bâtiments, essentiellement des opérations de construction neuve. 7 bâtiments de logements collectifs étaient concernés. Parmi ces opérations, il y a 1 bâtiment BBC en rénovation de 27 logements, 3 bâtiments BBC de 7, 15 et 51 logements et 1 bâtiment passif de 4 logements. 4 bâtiments tertiaires ont complété l'étude dont 1 école BBC, 1 bâtiment de bureaux BBC et 1 bâtiment de bureaux Bâtiment à Énergie Positive (BEPOS).

### Comment avez-vous réalisé votre étude ?

La méthode utilisée par le BET a consisté à remplacer dans les bordereaux de prix, les DDPG, l'élément contribuant à la performance énergétique par une référence qui aurait suffi à respecter la RT 2005. À cet effet, comme les projets n'ont pas été chiffrés au même moment, les prix ont tous été rapportés à l'indice BT de novembre 2009. Les prix sont exprimés hors taxes et ont été établis pour tous les lots (yc VRD), sans prise en compte des honoraires de maîtrise d'œuvre. Il est intéressant de noter que le BET a mené des investigations complémentaires permettant d'expliquer certains niveaux de prix, notamment le prix de l'isolation extérieure au m<sup>2</sup> de façade, l'influence de la compacité du bâtiment, le prix des menuiseries triple vitrage rapporté au m<sup>2</sup> de logement, etc.

Il a ainsi été obtenu des ratios de surinvestissement au m<sup>2</sup> shon, des ratios par logement et des ratios en pourcentage du coût total.

### Quel résultat avez-vous obtenu sur l'isolation des murs, les menuiseries extérieures, la ventilation, l'eau chaude sanitaire, les installations électriques ?

Globalement, le surinvestissement obtenu sur les logements BBC se situe entre 5,4 et 7,4 % hors ventilation double-flux (8 à 10 % avec ventilation double-flux). Il est intéressant de noter que ces surinvestissements incluent également des dispositions qui vont au-delà de la Basse Consommation, comme les équipements hydro-économiques, des dispositifs de régulation terminale spécifique ou sur la maîtrise de la demande d'électricité sur des postes non pris en compte dans le calcul réglementaire. Des enseignements sur la conception performante et économe sont vérifiés, comme par exemple toujours privilégier la réduction des besoins à des systèmes compliqués, d'éviter tout surdimensionnement pour pouvoir générer des moins-values sur le chauffage et les émetteurs. Le détail des résultats obtenus par poste est disponible en téléchargeant l'étude sur <http://rhone-alpes.ademe.fr/domaines-dintervention/batiment/action-regionale>

### Quel bilan général tirez-vous de cette étude ?

L'étude permet d'identifier clairement, selon une méthodologie explicitée, les surcoûts affectés à la performance énergétique des 11 opérations situées en région Rhône-Alpes.

Le cadre méthodologique d'identification des surcoûts est intéressant à retenir, et il est transposable sur d'autres projets. En revanche, l'utilisation des ratios obtenus sur d'autres opérations reste délicate. Chaque opération étant bien particulière par sa conception, son architecture, son marché local, ses spécificités d'adaptation au site...

### Dans la mesure où cette étude a été réalisée en 2009, bénéficiez-vous aujourd'hui de nouveaux éléments ? Constatez-vous des évolutions ?

Pas sur les bâtiments neufs, mais on peut renvoyer vers l'Observatoire des bâtiments BBC qui présente les coûts de construction sur un nombre conséquent d'opérations BBC (<http://observatoirebbc.org>).

En revanche, une étude similaire est en cours sur 4 opérations de rénovation BBC.

### Existe-t-il des études sur la comparaison entre performances réelles et performances annoncées ?

Oui, les projets évalués sur un plan économique le sont également sur les performances réelles obtenues en exploitation sur deux ans. Ces évaluations incluent également des éléments sur le comportement des utilisateurs. Les études sont en cours, certains résultats sont d'ores et déjà disponibles, ils seront progressivement publiés sur le site <http://rhone-alpes.ademe.fr/domaines-dintervention/batiment/action-regionale>

Sur de nombreux sites, de nombreux dysfonctionnements sont constatés, comme l'encrassement important des filtres de ventilation double flux, qui entraîne une mise en dépression du bâtiment et du coup une augmentation des infiltrations parasites, qui compensent le déficit du débit de soufflage. Le débit parasite ne passant pas par l'échangeur de chaleur, cela conduit à une surconsommation de chauffage. On peut citer également des schémas hydrauliques avec des chaudières à condensation non optimum, des défauts de conception des installations d'ECS solaire occasionnant un fonctionnement inapproprié, des lois d'eau trop élevées (température moyenne dans les logements mesurée sur la saison de chauffe de 22 °C), les défauts d'asservissement des pompes aux besoins (ECS, auxiliaires des brûleurs...) ou d'utilisation de la régulation terminale par les usagers...

Ces nombreux dysfonctionnements, qui ne sont pas spécifiques aux bâtiments BBC, soulèvent la question de la qualité de la maintenance, de la précision des pièces écrites du maître d'œuvre et du rôle du maître d'ouvrage pour vérifier et faire respecter les consignes de fonctionnement. De nombreuses optimisations énergétiques sont donc possibles, à plusieurs niveaux, de la conception à l'exploitation.

Pour en revenir à la question, ces dysfonctionnements permettent d'expliquer en partie les différences constatées entre les consommations réelles et les valeurs théoriques. Mais pas seulement. Beaucoup d'autres facteurs expliquent que les résultats entre la mesure et le résultat d'un calcul seront fatalement différents : le débit exact d'air neuf, celui d'infiltration, les heures de présence des occupants, la météo (température, humidité et insolation), la chaleur dégagée par les personnes et leurs équipements, et surtout la température exacte dans les locaux ainsi que le comportement des occupants (gestion des ouvrants, régulation...). L'influence de cet ensemble de paramètres est de plusieurs dizaines de pourcents sur les résultats.

Surtout lorsque l'on compare les mesures avec le calcul RT qui n'a jamais été une prévision de consommation mais seulement une méthode conventionnelle. Pour exemple, le bilan énergétique d'un bâtiment récent présentant une performance «BBC» en zone H1 s'est établi sur une année de la manière suivante : une consommation totale de 172 kWh ep./m<sup>2</sup>SHON/an, dont par ordre d'importance, 64,5 kWh ep./m<sup>2</sup>SHON/an pour le chauffage (38%), 44,7 kWh ep./m<sup>2</sup>SHON/an pour les usages individuels de l'électricité (éclairage, froid, poste audiovisuel, électroménager...), 36,2 kWh ep./m<sup>2</sup>SHON/an pour les usages électriques dans les services généraux (22%) et 26,4 kWh ep./m<sup>2</sup>SHON/an pour l'ECS (16%). Rappelons que la consommation conventionnelle de ce bâtiment (Cep) était inférieure à 65 kWh ep./m<sup>2</sup>SHON/an !

# L'ÉTUDE DE L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT :

## « Évaluation d'opérations neuves BBC dans le logement social en France »

Synthèse de l'étude réalisée en novembre 2011 pour le compte de l'Union sociale pour l'habitat et la Caisse des dépôts par Kolibri et Territoires en mouvement. Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'Observatoire de la Performance Energétique du logement social mis en place par l'USH en partenariat avec le Programme RAGE 2012, Promotelec et GRDF.

### Des opérations variées qui visent toutes le BBC

Les **10 opérations enquêtées visent toutes le BBC mais sont très différentes**, aussi bien par leur localisation (zone climatique, contexte urbain, PNRU...), le type des bâtiments (individuel, individuel groupé, collectif), le nombre et la typologie des logements, les coûts, les dates d'appels d'offres et de livraison. Pour chaque opération, les équipes du maître d'ouvrage liées à la conception, à la réalisation, à l'exploitation et à la maintenance ont été rencontrées, ainsi que les architectes et les bureaux d'études techniques. Ces entretiens ont été complétés par des enquêtes auprès de 15 habitants de 4 opérations afin de mieux cerner leur sensibilisation et leur appropriation vis-à-vis du BBC.

**Cette étude n'a pas de dimension statistique. Elle s'attache, à partir des rencontres des différents acteurs et de visites sur le terrain, à évaluer ces premières opérations BBC et à en retirer les enseignements et les marges de progrès possibles.**

### Montage opérationnel

#### Certifications

Les opérations évaluées sont les premières opérations BBC pour les bailleurs enquêtés qui désormais visent la performance énergétique BBC Effi-

nergie pour toutes leurs nouvelles opérations. Ces opérations pionnières ont été conçues avant l'arrêt de mai 2007 mettant en place le label BBC. Elles visaient initialement des performances moindres (THPE) ou différentes (Minergie). La moitié des opérations ont eu recours à des simulations thermiques dynamiques.

Les bailleurs enquêtés font état de la difficile articulation des multiples référentiels de qualité du produit logement et tendent vers une simplification pour leurs nouvelles opérations, guidée par les éco-conditionnalités<sup>1</sup> des aides. Minergie cède le pas à BBC Effinergie et les bailleurs enquêtés en Rhône-Alpes privilégient le référentiel QEB par rapport à des certifications nationales telles qu'Habitat & Environnement de Cerqual.

De même, les éco-conditionnalités, alliées à une recherche complémentaire de qualité, orienteraient préférentiellement les bailleurs vers le certificateur Cerqual (8 opérations sur 10) plutôt que vers Promotelec.

#### Coûts

Le coût de construction moyen est de 1507 € HT/m<sup>2</sup>SHAB avec de fortes variations (1104 à 2161 € HT/m<sup>2</sup>SHAB). Il correspond à 70 % du coût total avec une fourchette plus resserrée de 61 à 82 %.

**Surinvestissement lié au BBC :** la seule évaluation objective du surinvestissement est celle d'Ilkkirch qui a comparé pour un même chantier des bâti-

1. Par éco-conditionnalités, on entend les aides des collectivités assujetties au respect de référentiels nationaux (Cerqual, Promotelec par exemple) ou de référentiels territoriaux (référentiels QEB dans la Région Rhône-Alpes par exemple).

ments identiques en THPE et en BBC : elle est de l'ordre de 9 %. Les bailleurs avancent des estimations entre 9 et 15 % mais soulignent la difficulté de l'exercice en regard de la multiplicité des facteurs (contexte économique au moment des appels d'offres, capacité des filières locales...) dont la variabilité peut être supérieure au différentiel entre THPE et BBC.

Enfin, l'analyse des opérations, corroborée par des données de la Caisse des Dépôts montre qu'il n'y a pas d'économie d'échelle liée à la taille de l'opération.

#### Plans de financement

Les opérations ont bénéficié de subventions couvrant 14 à 41 % du coût de l'opération. En dehors des opérations ANRU, les villes et communauté d'agglomérations accordent le plus de subventions, suivies par la région puis l'Etat et le département.

Les bailleurs estiment que les taux de subventions pour les opérations BBC suivantes seront moins élevés car ces 10 opérations enquêtées étaient toutes les premières opérations BBC.

La part des fonds propres allouée aux opérations varie quant à elle de 8 à 22 %. Le solde a été couvert par des prêts.

### Urbanisme et architecture

La majorité des opérations (8/10) se situent dans des secteurs résidentiels ou périurbains, posant dorénavant la question du coût et des émissions de CO<sub>2</sub> générés par les déplacements.

Situées dans des plans d'ensemble (ZAC ou autres), de tailles et de hauteurs moyennes (24 logements et R + 2 / R + 3), les opérations s'intègrent dans le tissu urbain existant sans toutefois profiter de la mitoyenneté, ce qui n'est pas sans conséquence sur les déperditions thermiques. Ce constat fait apparaître le poids du zonage en urbanisme (éloignement des zones d'habitat et des zones d'activités) et les difficultés rencontrées dans les règlements d'urbanisme pour un urbanisme efficient en termes énergétique.

Les 10 opérations ont des volumes compacts avec des espaces tampons. En revanche, le rôle protecteur de la végétation reste mineur (au nord en hiver et à l'ouest en été).

Les stationnements sont généralement en sous-sol et permettent de dégager les abords des immeubles. Ils sont cependant sous-utilisés (les locataires enquêtés estiment que les coûts de locations sont trop élevés). Les espaces verts sont soignés mais ne sont pas conçus pour que les habitants se les approprient. Les logements, orientés et vitrés au sud et protégés au nord expriment une diversité volumétrique, permettant d'échapper au syndrome de « la boîte à chaussures ».

Les architectures proposées témoignent ainsi d'une diversité d'écriture à travers le rythme, la peau ou la double peau des façades, quelle que soit leur orientation.

Les éléments thermiques sont assumés (persienne, pare-soleil, panneau solaire, balcon autoporté) et permettent une diversité de style, du vernaculaire au plus contemporain.

S'il n'existe pas de « style thermique », le risque de banalisation réside davantage dans l'orientation systématique au sud (8 opérations sur 10).

Un exemple, orienté à l'est, montre cependant que la mitoyenneté permet un gain énergétique substantiel et permet aux BBC de s'intégrer dans un tissu urbain dense ou dans le cadre d'opération de renouvellement urbain.

### Techniques constructives

#### Filière constructive

Pour des raisons structurelles, les 8 immeubles sont construits en béton banché. Ce choix est quasi systématique et sera reconduit selon les bailleurs. Généralement en dalle et façade, il apporte une forte inertie aux bâtiments. La masse des dalles semble largement suffisante à l'inertie nécessaire.

Les logements individuels en R +1 utilisent d'autres techniques : bois et brique.

#### Menuiseries

Les menuiseries battantes sont préférées aux menuiseries coulissantes à frappe. Le PVC est le plus utilisé (6 opérations), puis l'aluminium (3 opérations) et le bois (2 opérations). Le ratio de surface vitrée sur SHAB est en moyenne de 19 %, avec une fourchette allant de 13 à 25 % d'où des marges de progrès pour certaines opérations pour atteindre le minimum réglementaire de 17 % en RT 2012.

## Étanchéité à l'air

Les 9 opérations qui ont réalisé leurs tests d'étanchéité à l'air l'ont réussi avec de bons résultats finaux : 0,46 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en collectif (maximum 1) et 0,51 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en individuel groupé (maximum 0,6).

La grande majorité des opérations a dû recourir à plusieurs séries de tests (2 ou 3 environ) à différents stades du chantier sur des appartements témoins, avec corrections des défauts constatés, pour passer le test avec succès et arriver au résultat final.

Les concepteurs témoignent du rôle décisif des premiers tests (généralement médiocres) pour la prise de conscience des entreprises et leur changement de pratique. L'étanchéité à l'air nécessite une attention des entreprises dans l'exécution des ouvrages.

## Isolation

L'isolation extérieure est généralisée. Elle concerne tous les bâtiments (8 en béton, 1 en briques et 1 bois). Elle induit des façades d'environ 35 cm d'épaisseur totale et des fixations limitées pour les éléments rapportés (balcons autoportés, persiennes, volets...).

L'isolation intérieure est rare (3 opérations), retenue en complément d'isolation extérieure (2 opérations) ou d'ossature bois (1 opération).

Les isolants retenus sont soit minéraux (laines minérales) soit synthétiques (polystyrène expansé, polyuréthane...).

Les isolants végétaux (ouate de cellulose, fibres de bois) sont exceptionnels (2 opérations). Les raisons avancées par les bailleurs sont les coûts des isolants végétaux et l'absence d'avis techniques.

La mitoyenneté de voisinage permet un gain substantiel en isolation (immeubles mitoyens ou logement tertiaires en RDC).

## Systèmes techniques mis en œuvre

### Chauffage et ECS

La source d'énergie privilégiée est le gaz naturel pour 7 opérations. Une opération utilise le bois granulé et deux opérations utilisent les réseaux de chaleur urbains. Parmi les 10 opérations, 7 ont également recours à du solaire thermique pour préchauffer l'eau chaude sanitaire.

Le gaz naturel est considéré comme la source d'énergie compatible avec le BBC la plus facile à mettre en

œuvre, quand le réseau existe, et la plus économique, pour l'instant. Le mode de production du chauffage est la chaudière à condensation. Dans les 8 bâtiments collectifs, le chauffage est toujours collectif.

Une seule opération a choisi un poêle à bois granulés mais c'est en l'absence de réseau de gaz et dans de l'individuel groupé. Les locataires, après un temps d'adaptation, sont satisfaits de ce système de chauffage.

L'ECS solaire n'est pas un choix économique pour les bailleurs enquêtés. Sur 7 bailleurs utilisant cette solution, 3 l'abandonneraient. Par ailleurs, l'ECS solaire est difficilement complémentaire avec un réseau de chaleur car sa production est la plus importante en été lorsque le réseau de chaleur est peu sollicité.

### VMC

La moitié des opérations est équipée en VMC double flux, l'autre moitié en VMC simple flux hygro B.

Les 5 bailleurs des opérations en VMC simple-flux n'envisagent pas de passer en VMC double-flux pour leurs prochaines opérations BBC.

Sur ces 5 bailleurs, 4 reviendraient au simple flux pour les raisons suivantes :

- ❖ coûts d'investissement,
- ❖ volumes et surfaces prises par les gaines,
- ❖ problèmes d'équilibrage lors de la mise en service,
- ❖ conflits d'usage (les habitants ressentent le besoin d'ouvrir les fenêtres),
- ❖ coûts de fonctionnements (consommation électrique, filtres à changer, contrats d'entretien et de maintenance),
- ❖ difficultés d'accès aux logements pour réaliser l'entretien (nécessité de passer dans 100 % des logements),
- ❖ complexité pour les prestataires (entretien) et les locataires (usages),

Toutefois les bailleurs enquêtés s'accordent sur le fait que leur positionnement vis-à-vis de la VMC double-flux peut évoluer en fonction :



- ❖ de l'amélioration des techniques,
- ❖ de la montée en compétence des prestataires pour l'exploitation et la maintenance,
- ❖ de l'impact avéré ou non de la VMC double-flux sur le confort d'été.

## Économies d'eau et d'électricité, eaux pluviales...

Toutes les opérations ont des équipements hydro-économiques et des équipements électriques économes. 5 opérations ont une gestion alternative des eaux pluviales (végétalisation, puits d'infiltration, noue...) et 2 récupèrent l'eau de pluie.

## Retours d'expérience

### Phase Conception

Le recours à une AMO (assistance à maîtrise d'ouvrage) est lié au caractère expérimental des opérations enquêtées. Les bailleurs mettent de plus en plus en place des :

- ❖ cahiers des charges de prescriptions techniques et architecturales,
- ❖ comités de pilotage associant les équipes internes de conception, de maintenance et également de la gestion locative. Ils se réunissent en phases conception et exploitation.

3 opérations sur 10 ont fait appel à une entreprise générale.

Tous les bailleurs introduisent dorénavant des clauses de garantie de résultat (étanchéité à l'air) pour le BBC dans le marché.

Par ailleurs, la majorité des bailleurs introduit une part grandissante de qualitatif dans les critères de sélection des entreprises.

**Les retours d'expérience montrent que l'accessibilité des équipements tant pour leur entretien que leur remplacement ultérieur doit être prise en compte dès la conception.**

### Phase Réalisation

Le délai moyen est de 21 mois pour la conception et 18 mois pour la réalisation, soit 39 mois au total.

Les bailleurs confirment que les délais de conception ont été allongés en raison du caractère expérimental des opérations.

9 opérations ont procédé à une formation des entreprises sur le BBC et l'étanchéité à l'air. Cette formation se résume en général à une réunion de sensibilisation de quelques heures lors du lancement du chantier.

Les chantiers se sont plutôt bien passés et le BBC n'a pas eu d'influence sur la durée du chantier. Par contre plusieurs bailleurs pointent le manque de connaissance de la part des entreprises des contraintes liées à l'ECS solaire et à l'étanchéité à l'air.

### Phase Exploitation

#### Performances calculées

La comparaison de l'importance relative des différents postes de consommation énergétique établie par les études RT 2005 fait état d'une forte variabilité d'une opération à l'autre. Si en moyenne Chauffage et ECS sont de la même importance (plus de 30 % de la consommation totale chacun), l'ECS devient le poste le plus important dans 5 opérations.

#### Performances réelles

7 opérations disposent de données de consommation permettant d'évaluer – partiellement – la performance énergétique mais elles ne concernent que la première année pour 6 d'entre elles. Ces résultats ne sont pas à comparer avec les performances calculées car ils ne reposent pas sur les mêmes bases que celles des logiciels des études thermiques :

- ❖ Moindres performances liées à la première année de mise en service (performances dégradées du chauffage pour toutes les opérations dans les premiers mois, manque d'expérience des prestataires, défauts de fonctionnement des matériels, séchage complet des logements, montée en température de la structure),

- ❖ Moindres performances liées aux usages (température intérieure supérieure de plusieurs degrés à 19 °C, difficulté d'utilisation pour les occupants des systèmes de régulation et de certains équipements). En dehors d'une opération, les consommations énergétiques réelles sont supérieures aux consommations calculées.

La « surconsommation » concerne essentiellement le chauffage.

Au regard de la performance énergétique du logement social en France (170 kWh/m<sup>2</sup>), ces opérations sont – même avec le handicap de la première année – 3 fois plus performantes.

#### Loyers et charges

8 opérations sur 10 n'ont pas encore facturé les charges réelles. Compte tenu des incertitudes qui pèsent sur le niveau de charges réelles de ces bâtiments performants, les organismes préfèrent, dans un premier temps, les évaluer sur la base d'un bâ-

timent normal et régulariser au bénéfice des locataires en fin d'exercice : elles ne traduisent donc pas la réalité des coûts.

Pour les deux seules opérations avec des charges réelles, la part des charges représente respectivement 12 % et 19 % de la quittance.

### Entretien, maintenance et instrumentation

L'analyse des retours montrent que des marges de progrès sont possibles quant aux compétences des prestataires pour l'exploitation des matériels et systèmes sophistiqués mis en place.

### Équilibrage et régulation : chauffage, ECS, VMC et EnR

Pour la VMC, l'ECS solaire et surtout le chauffage, se posent des problèmes d'équilibrage et de régulation :

- ❖ problèmes de coordination entre les concepteurs, les installateurs et les exploitants,
- ❖ problèmes de suivi, de réglage par les prestataires. Le niveau des performances exige un degré de précision plus important que pour d'autres opérations,
- ❖ problèmes fonctionnels sur les matériels et contractuels.

La sophistication des matériels permettant d'atteindre la performance énergétique génère, par ailleurs :

- ❖ l'augmentation des charges d'entretien et de maintenance,
- ❖ éventuellement, un coût supplémentaire pour le comptage et le suivi des performances (instrumentation de certains équipements comme le solaire thermique, compteurs individuels pour le chauffage et l'ECS).

**Un enjeu important est posé : comment éviter que la réduction des consommations d'énergie ne soit substituée par l'augmentation des coûts fixes ?**

### Sensibilisation

7 opérations mettent à disposition des nouveaux entrants un livret d'accueil. Mais certains bailleurs et les enquêtes de satisfaction soulignent l'insuffisance de ce support en termes de sensibilisation. Aussi plusieurs organismes ont développé d'autres modes de communication :

- ❖ préparation des futurs locataires au BBC avec des visites préalables (appartement témoin, logement en fin de travaux),
- ❖ rappels quelques mois après l'entrée dans le logement : réunions en pied d'immeuble, rappel lors de la fête des voisins, visites de courtoisie ou encore boitage des consignes.



### Appropriation par les habitants

Globalement les habitants expriment leur satisfaction d'habiter dans des logements neufs et performants.

Les charges énergétiques et les consommations énergétiques ne sont pas citées spontanément.

Les consignes particulières liées au BBC sont peu respectées.

Les locataires sont souvent désarmés face à des technologies nouvelles et perçues comme complexes.

Les locataires doivent supporter quelques problèmes pour la plupart liés à la mise en exploitation du bâtiment : logements mal équilibrés, trop chauds ou trop froids, temps d'arrivée de l'ECS.

## CONCLUSIONS

### Des opérations trop récentes pour une évaluation complète

Les 10 opérations enquêtées sont de livraison trop récente pour apporter des données complètes sur les consommations énergétiques et sur les charges réelles. Sur la base de la connaissance fine acquise sur ces opérations, un retour sur le terrain après deux ou trois années d'exploitation permettrait de mieux appréhender et mesurer les apports du BBC. Pourraient ainsi être mesurées, quantifiées ou recueillies :

- ❖ Les **températures effectives** dans les bâtiments, pour mesurer les pratiques réelles des habitants, l'efficacité d'une VMC double flux en période estivale notamment ainsi que le niveau de confort à la mi-saison.



- ❖ Les **dépenses réelles en chauffage et ECS** après une optimisation des réglages des chaudières.

- ❖ L'analyse des **quittances à partir des charges réelles** et non des prévisions de charges.

Un bilan carbone sur quelques opérations du panel (filiale constructive et matériaux d'isolation) permettrait d'appréhender globalement le gain en émission de CO<sub>2</sub>, en prenant en compte l'ensemble du cycle d'un bâtiment : production, entretien et fonctionnement, destruction ou réhabilitation.

## Des enjeux pour réussir le BBC

### Maîtriser les coûts des opérations en privilégiant :

- ❖ **les solutions techniques les plus simples** (filiale béton, compacité, orientation Nord-Sud, logements traversants, protections solaires, isolation extérieure performante, VMC simple-flux),

- ❖ **la mitoyenneté de voisinage.**

### Maîtriser le montant de la quittance en :

- ❖ **privilégiant les solutions techniques les plus simples, les plus éprouvées et les plus pérennes avec des coûts d'exploitation et de maintenance les plus faibles possible** (VMC simple-flux, pas d'ECS solaire...),

- ❖ **repensant les solutions énergétiques à mettre en œuvre** en fonction des faibles besoins énergétiques de ces bâtiments, du mode de consommation de la chaleur dorénavant intermittent... **et en contribuant à éviter la « forfaitisation des dépenses énergétiques »** générée par un accroissement im-

portant de la part des charges fixes (abonnements, coûts de maintenance...),

- ❖ **évaluant l'économie liée à l'instrumentation et/ou le comptage individuel** (génèrent-ils effectivement des diminutions de consommations énergétiques supérieures aux coûts de mise en place, de suivi et de relevé ?),

- ❖ **poursuivant les démarches participatives** impliquant les habitants dans la gestion et l'appropriation de leur logement,

- ❖ **évaluant la mixité des usages** (commerces, tertiaire...) permettant une complémentarité et une mutualisation du chauffage.

### Diminuer l'empreinte écologique des opérations en ouvrant un chantier sur les émissions de CO<sub>2</sub> en évaluant :

- ❖ **l'impact des filières constructives et des matériaux utilisés** (un bâtiment béton est fortement émetteur de CO<sub>2</sub> pour les matériaux le constituant et plusieurs dizaines d'années de fonctionnement sont nécessaires pour compenser cette émission initiale par rapport à la brique ou au bois),

- ❖ **l'implantation des opérations.**

### Prendre en compte le confort d'été :

avec une attention particulière aux logements exposés à l'Ouest, en privilégiant les logements traversants, en utilisant la végétation avec les petits collectifs, en systématisant les protections solaires au sud et à l'Ouest, dans le cas de l'ossature bois en augmentant l'inertie (murs, dalles...) et en évaluant la contribution de la VMC double-flux au confort d'été par le « free cooling ».

### Prendre en compte l'impact des matériaux sur la qualité de l'air :

en évaluant la part des matériaux (isolants, bois, peintures, colles, revêtements de sols) dans la qualité de l'air et l'apport des éco-matériaux dans cette problématique.



