

À bâtiment exemplaire chantier exemplaire?

Monographies

plan urbanisme construction architecture

PUCA



Gisèle Cloarec
Marie-France Gueyffier

- Bâtiments exemplaires BATEX -

À bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Monographies

Gisèle Cloarec, consultante
Marie-France Gueyffier, consultante

Janvier 2012

Le but du programme BATEX est de constituer un corpus de références sur des bâtiments résidentiels ou tertiaires, permettant d'analyser les innovations mises en oeuvre dans différents domaines relatifs à la qualité de la construction. Dans quelle mesure ces innovations donnent-elles un caractère d'exemplarité au bâtiment considéré, telle est la question posée, justifiant des observations, évaluations ou analyses sur différentes réalisations.

Dans le cadre de BATEX, il s'agit d'analyser, en inscrivant la ou les opération(s) dans son (leur) contexte (réglementaire, urbain, social, économique...), en quoi consistent les progrès observés et comment ces progrès ont été rendus possibles. Ainsi, le programme compte constituer des pistes méthodologiques d'analyse permettant d'interroger l'exemplarité des bâtiments.

L'observation et le suivi des bâtiments réalisés dans le cadre du programme doivent être l'occasion d'illustrer une thématique et de faire émerger des pratiques innovantes sur ce thème. Les thématiques explorées par les équipes retenues lors des deux appels à candidature en 2009 et 2010 couvrent un spectre très large qui va de l'exemplarité énergétique à celle économique, en passant par celle liée à l'environnement, l'accessibilité, la qualité d'usage, le montage d'opérations, la technique...

Chaque étude du programme se décompose en deux parties qui correspondent à deux ouvrages distincts :

- une analyse des conditions et facteurs de l'exemplarité sur la thématique explorée, nourrie par les observations sur la ou les opérations composant le panel de référence de l'étude et sur des entretiens avec des professionnels ;*
- une ou plusieurs monographies portant sur la ou les opération(s) analysée(s)*

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature
Plan Urbanisme Construction Architecture
Grande Arche de la Défense
92055 la Défense cedex

Directeur de la publication : Emmanuel Raoul, secrétaire permanent du PUCA

Coordination :

Olivier Gaudron, chargé de projets
olivier.gaudron@developpement-durable.gouv.fr
Tél. 01 40 81 90 95

Christophe Perrocheau, chargé de valorisation
christophe.perrocheau@i-carre.net
Tél. 01 40 24 33

Image de couverture : © Gisèle Cloarec

Site internet du PUCA : <http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca/>

Sommaire



© GC

BH-Bénéteau : maisons sous sticker ?.....	04
Béthune : « objet poétique à réaction »	16
Villeneuve-sur-Yonne : logement neuf, poutres apparentes	24
B3 : une solution radicale.....	30
Fosses : l'alliance du bois et du béton	36
Phénix évolution : l'industrialisation sur mesure.....	42
Maisons Kokoon : maison groupées ou isolées	48
Big Box : trop d'audace ?.....	52
Pour en finir avec l'automobile	54

BH-Bénéteau : maisons sous sticker?

_ Fiche technique

- **Opération** : Les Marches de Bréviande
- **Lieu** : Vert-Saint-Denis (Seine et Marne)
- **Maître d'ouvrage** : Les Foyers de Seine et Marne (FSM)
- **Architecte** : François Pélegrin
- **Entreprise** : BH (Bénéteau)
- **L'opération** : 75 logements BBC (55 locatifs / 20 en accession)
- **Coût** : 1 304 € ht/m² SHAB



*Opération de
Vert-Saint-Denis en cours
de chantier*

*Architecte :
François Pélegrin*

© GC

A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

L'opération de Vert-Saint-Denis, avec soixante-quinze logements, est à ce jour la plus grande menée par Bénéteau (pour sept opérations « muse », la moyenne est de quatorze logements) : l'amplitude de ce chantier est donc, pour l'industriel, une innovation en soi. innovation aussi pour le maître d'ouvrage et pour la collectivité locale. Pour FSM, il s'agit de poursuivre une démarche d'innovation notamment sur le plan énergétique, pour l'ensemble des acteurs tester un système constructif industrialisé sur une opération d'une taille significative. Pour le maire, la rapidité d'exécution est le critère premier. Tout le monde innove donc... en même temps!

_ Chronologie

- Mai 2010 : permis d'aménager
- Été-automne 2010 : préparation du terrain (défrichage, terrassements, VRD)
- 1er février : inauguration du chantier
- Mai à octobre 2011 implantation des modules et achèvement des maisons par tranches
- Entre le 15 et 30 septembre 2011, livraison prévue des vingt maisons en accession
- Fin octobre ou début novembre 2011 livraison prévue des logements locatifs

Qualité urbaine, qualité architecturale

Vert-Saint-Denis, situé à une cinquantaine de kilomètres au sud de Paris, sur le plateau de la Brie, est membre du groupement de communes constituant la ville nouvelle de Sénart. La commune, qui regroupe sept mille deux cents habitants, entend proposer un habitat abordable aux jeunes ménages tout en conservant une identité marquée par un habitat pavillonnaire et de rares petits collectifs. Les *Marches de Bréviande* ouvriront un nouveau quartier, un éco-quartier de soixante-quinze logements situés face à la forêt d'un côté, à une école de l'autre. Chaque maison disposera d'une terrasse et d'un jardin pourvu d'une « cabane ». Contrairement à une idée reçue, la population, vieillissante, est en décroissance : attirer de jeunes ménages pour revivifier la commune devenait une nécessité.

Le procédé Muse permet de s'adapter à tout type de site et de contrainte urbaine. À Vert-Saint-Denis le terrain très difficile - une ancienne carrière devenue déchetterie - n'aurait sans doute pas supporté des maisons traditionnelles lourdes.



© GC

Le procédé constructif

Les maisons Muse sont des maisons individuelles à ossature bois industrialisées par modules tridimensionnels. Les modules permettent la construction de petits bâtiments collectifs. Muse procédé constructif innovant est lauréat de l'appel à projet CQFD.¹

- Fondations : plots béton (vide sanitaire ventilé)
- Modules 3D planchers et murs en ossature en bois massif, isolation laine de verre
- Logements séparés par une lame d'air

L'industriel à l'initiative de la maison Muse est Bénéteau, plus connu pour l'excellence de ses bateaux et pour l'habitat de loisirs qui peu à peu remplace la toile dans les campings. Sa filiale

¹ BH Bénéteau propose également, sous le nom de « Eve » une gamme de résidences collectives destinées aux étudiants ou aux jeunes actifs : « Une résidence étudiante de 158 logements a été réalisée entièrement en seulement 6 mois. » La gamme propose trois types d'architectures.

BH est à l'origine du concept Muse, et c'est à travers la société Habitat d'Avenir, à laquelle participe le groupe SNI, que Bénéteau commercialise d'une part la maison Muse, d'autre part les constructions « Eve » (logement étudiant et résidences sociales). BH a une autre filiale, BH services, entreprise de bâtiment qui travaille en sous-traitance pour BH.

Le point de vue du concepteur

L'architecte a, dans le cas de la maison Muse, un rôle initial de concepteur au sens fort : c'est lui qui, après un appel à projets lancé par l'industriel, a assuré la conception des modules, mais n'en assurera pas obligatoirement, in fine, le dessin, ce dernier pouvant être délégué, selon les cas, à des architectes choisis par le maître d'ouvrage.

Cette dépossession d'un rôle fort est à souligner. Si, à Vert-Saint-Denis, le concepteur des modules se confond avec l'architecte du nouveau quartier, ce n'est pas le cas sur le chantier de Villepinte. Dans le premier cas, François Pélegrin, concepteur des modules, est aussi architecte de l'opération, dans le second l'architecte est Lionel Blancard de Léry (Atelier BLM).

François Pélegrin, architecte : *Le procédé Muse c'est zéro invention technique, c'est le DTU 31.2. Ce qui est audacieux c'est la préfabrication totale de modules en trois dimensionnels terminés dans l'usine et assemblés en une journée sur le site. Ensuite il y a trois ou quatre jours de parachèvement pour une maison de quatre pièces, soit quatre modules. Il y a un vrai gain de temps...*

Modules sous sticker
© GC



A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Lors de la discussion avec Bénéteau, après mise en concurrence d'équipes de concepteurs, la question du transport est vite arrivée : allait-on transporter du vide ? Quand on veut maîtriser les coûts, les délais, la qualité et la fiabilité, « une solution aussi radicale est dérangeante, mais la plus efficace ». Va-t-on pour la commodité du transport opter pour des petits gabarits, mettre les modules sur des péniches, sur des wagons, de telle sorte qu'ils passent sous tous les ponts ? « Non, notre démarche est anti-conteneur ».

François Pélegrin, architecte : *On s'est dit qu'il fallait dessiner une maison, où il ferait bon vivre, mais qu'il fallait transporter. Transporter quatre mètres cinquante de large, c'est possible, Bénèteau transporte des catamarans... C'est bien sûr un transport exceptionnel qui a un coût... On a dessiné des boîtes de quatre mètres cinquante, ouvertes latéralement : cela peut faire une maison de neuf mètres. Les modules peuvent d'ailleurs être différents. On a regardé les invariants : les fluides, les locaux humides, les escaliers... Le reste peut bouger en fonction du site, des demandes des élus, du PLU... On a une liberté pour la toiture, pour les ouvertures, pour les peaux de façade (enduit, briques, bois). L'écriture architecturale n'est pas donnée avec le concept.*



*Pose des modules
© GC*

Les interfaces entre usine et chantier, bien que les modules soient livrés « sous sticker », emballés dans un grand sac blanc, restent nombreuses : c'est un charpentier local qui fabrique et pose les « faux » toits prévus par l'architecte et termine la pose des bardages à la jonction des modules. De même, c'est un menuisier qui pose les rails destinés aux cloisons coulissantes, cloisons qui ne supporteraient évidemment pas le transport. Tous les corps d'état de second œuvre sont sollicités pour diverses « retouches » : une poignée de porte à déplacer, un joint de baignoire à consolider, une porte à changer.

Il restera ensuite à aménager la terrasse et les espaces verts.

Contrôle qualité

« Transporter du vide » implique qu'il faut, à l'arrivée, remplir ce vide relatif. Les équipements techniques, chaudière, toilettes, baignoire, évier, de même que portes et fenêtres, sont déjà en place. Il reste essentiellement à installer les cloisons mobiles et à effectuer des contrôles : le transport en effet est susceptible de voiler une porte. Les contrôles ont été réalisés d'abord avant la sortie d'usine, mais un second contrôle est réalisé après que les modules aient été assemblés sur site.

Le maître d'ouvrage, dès son choix de BH, a délégué à l'usine son conducteur de travaux. Qui a visité attentivement le module, a particulièrement regardé l'étanchéité et réglé différents petits points. Le bureau de contrôle est également allé à l'usine, sans rendre de rapport formel. Il s'agissait seulement d'une intervention de conseil. Mais sur le chantier, Socotec réalise une mission complète. La réception de chantier a lieu plus tard.

En vitesse de croisière, une convention entre Cerqual et BH devrait permettre des économies sur la certification de l'opération. Les choses se mettent en place...



© GC

Les élus: un maire ouvert à l'industrialisation

Le rôle du maire dans le montage de l'opération a été décisif. Malgré quelques perplexités de la part du conseil municipal, qui redoutait que des constructions arrivant de Vendée, outre leur caractère innovant (donc risqué ?), soient mal perçues par le tissu local d'entreprises, le projet a été adopté rapidement. Venant de l'industrie, le maire s'est déclaré intéressé par un mode constructif modulaire qui représente une façon de voir différemment l'avenir au niveau de l'habitat. Et les entreprises locales n'ont pas été éjectées du projet, puisque fondations, VRD, et achèvement du second œuvre leur sont revenus. Pour Éric Bareille, maire de Vert-Saint-Denis, les élus locaux ont une responsabilité, celle de sortir des sentiers battus, des habitudes acquises, de la reproduction.

A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Eric Bareille, maire de Vert-Saint-Denis : *Concevoir des maisons individuelles à haute performance énergétique, avec un assemblage rapide permettant des coûts intéressants, offre des perspectives, notamment pour l'accès à la propriété. Et pour cet ensemble qui s'intègre dans un environnement particulier on est allé loin sur l'aspect environnemental : récupérateur d'eau, chauffe-eau solaire sur chaque bâtiment, six cents arbres plantés, un mode particulier de gestion des flux automobiles pour la majorité des maisons, avec des parkings déplacés par petites zones, ce qui a pour conséquence une sécurisation des circuits piétons.*

Concernant l'industrialisation, j'ai l'habitude de voir des chaînes de montage. Des méthodes de fabrication performantes pour réduire les coûts, c'est une bonne chose pour le bâtiment à une époque où l'accès à la propriété est complexe et où les difficultés financières touchent tout le monde. Il faut un changement dans la façon d'imaginer l'habitat. L'ossature bois est connue depuis longtemps dans les Vosges, mais avant on faisait cela sur place et maintenant on industrialise, on optimise... Je n'ai pas de réticence, il faut que les élus responsables avancent.

Un maître d'ouvrage innovant

FSM a déjà réalisé deux opérations innovantes, l'une composée de vingt-et-un logements locatifs individuels et collectifs avec ossature et bardage bois à Courty (77) et l'autre de trente et un éco-logements (THPE ENR) dans l'éco-quartier de Lieusaint (77). Cet opérateur social est certifié ISO 14001 pour ses activités de construction, réhabilitation et gros entretien de son parc. Passé l'effet de surprise, FSM a adhéré au système Muse.

FSM, service construction et conducteur de travaux : L'idée de modules arrivant sur un camion, cela surprend. Mais la maison témoin à l'usine nous a convaincus. La mairie qui voulait quelque chose de performant a été partante. Nous craignons bien sûr la réaction des clients face à de la construction modulaire. Le coût pour une maison BBC a été déterminant, nous n'étions pas sûrs d'y parvenir en traditionnel. Or nous démarrions notre activité accession qui implique une bonne maîtrise des coûts.

Le premier jour de la commercialisation, la moitié des maisons a été vendue. Les candidats au logement sont indifférents au mode constructif, c'est le résultat et la performance thermique qui leur importent, même s'il est impossible de changer les options, de faire du « sur mesure ».



© GC

Le chantier

Le maître d'ouvrage fait état d'un début de chantier difficile. Il semble que la maîtrise par l'industriel de la complexité de l'industrie de la construction ne soit pas acquise d'avance. Il est

vrai que l'on n'exige pas d'un constructeur automobile de créer les routes, ni à un constructeur de bateaux de soulever la mer.

FSM, conducteur de travaux : *Nous avons un problème avec les fondations, or BH vend une maison fondée. FSM a remis en temps utile une étude de sol, mais l'entreprise a travaillé tardivement sur la base de l'étude et a remis son offre huit jours seulement avant la signature du marché, fin août. BH n'a consulté les entreprises de fondation qu'en novembre avec la contrainte de délais courts, ce qui a conduit à un renchérissement des coûts. On s'est trouvé face à un surcoût de fondation de 580 000 euros. Ce qui a entraîné la recherche d'économies sur différents postes, notamment sur les VRD. Finalement le surcoût a été réduit à 300 000 euros.*

Au premier plan, les fondations
© GC



Des pénalités de retard ont du être appliquées, dix jours avant l'inauguration officielle du chantier – que l'on appelle encore, de manière impropre, « pose de la première pierre » – le 1^{er} février 2011. L'entreprise a évoqué des intempéries pour expliquer ce retard, alors que le système constructif était présenté comme permettant d'y échapper.

La gestion, d'un bout à l'autre, d'un chantier, est affaire compliquée : BH en est encore à un stade d'apprentissage, aussi bien en ce qui concerne les fondations que le management des sous-traitants et des équipes sur site.

FSM, conducteur de travaux : *La coordination inter entreprises est ratée... Quand l'architecte prévoit de faire les EPR sur une maison, le jour J l'appartement n'est pas libéré. On a même fait un jour des EPR sans l'entreprise ! Ils se sont débrouillés pour les sous-traitants, mais comme ils avaient un problème avec le peintre on leur a donné un nom. Après ils ont tergiversé ! Le plombier passe d'un pavillon à un autre sans avoir fini, c'est très morcelé. Il faudrait industrialiser le chantier. Le conducteur de BH n'est là qu'un seul jour car il doit gérer un autre chantier à Caen. Quant au chef de chantier, il n'a aucun pouvoir.*

De nombreux acteurs d'un chantier de construction sont encore méconnus de BH : l'inspection du travail, l'OPPBT, les concessionnaires, ce qui a produit des contre-performances : un arrêt de chantier pour BH, un pour le ravaleur, un pour le poseur d'échafaudage.

Quelle industrialisation?

On est face à une industrialisation des plans, à la fabrication des modules en usine mais avec un chantier qui reste encore un lieu d'empirisme et de gestion d'aléas divers. L'industrialisation du plan fait faire des économies. L'APS, l'APD sont établis, il n'y a pas de DCE, pas d'appel d'offres, pas de relance des entreprises. L'architecte fait le projet, le dépôt du PC et l'adaptation au sol.

***Le maître d'ouvrage :** Cela bouleverse toutes les pratiques. Tout remonte vers l'usine. À l'usine on voit les modules, au départ cela n'est pas évident ! Après sur le chantier on voit le bon emboîtement de ces modules. Une pré-réception est réalisée au départ de l'usine. C'est stressant car on ne peut pas tout réinventer. Quand l'OS de fabrication est lancé on ne peut rien changer, alors qu'en filière humide on s'autorise tout. Là, il faut penser le tout et le détail en même temps.*

L'industriel, enraciné dans le monde nautique, a découvert partiellement le monde de la construction en fabriquant plus de dix mille mobil homes. Il maîtrise un outil performant en développement. L'usine, en service depuis septembre 2009, monte en puissance. Il lui reste, au-delà du montage des modules réalisé par ses équipes, à maîtriser l'organisation du chantier, à anticiper, à coordonner les corps d'État.



© GC

Points forts

Les maîtres d'ouvrage sont séduits par les avantages : liberté architecturale, produit sécurisé, prise en compte de l'environnement, suppression des nuisances pour les riverains, délais maîtrisés... Le procédé permet également de faire de petites opérations de six à dix logements, ou des opérations moyennes de soixante-dix/quatre-vingts logements. Il est possible d'aller jusqu'à R+3, mais pas plus en raison de la sécurité incendie.

***François Pélegrin, architecte :** Avec ce procédé on tourne en BBC à 1 200 euros du m². Le maître d'ouvrage comme le maître d'œuvre travaillent avec des prix connus à l'avance, avant même la première esquisse. Le maître d'œuvre ne redoute plus l'appel d'offres et ses conséquences. La technique est maîtrisée y compris la thermique, il n'y a plus d'ingénieur structure qui râle !*



Les modules
en cours de finition

© GC



A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Des délais réduits

Malgré les retards dus aux apprentissages, l'opération reste performante en termes de délais par rapport à une opération classique qui sur ce terrain très difficile auraient nécessité quatorze mois de VRD et de préparation et dix-huit mois de construction.

■ **FSM, conducteur de travaux** : « Pour la partie accession, on va réussir à livrer pour la seconde quinzaine de septembre, mais pour le locatif on va avoir du retard. Le

locatif sera livré fin octobre, début novembre (alors que l'on pensait livrer en septembre soit une durée de douze mois. Cela perturbe la rentrée scolaire pour les enfants des locataires). L'entreprise de VRD ne peut plus morceler son activité, elle boucle l'accession et après elle arrête. Elle reviendra quand cela sera suffisamment avancé sur les autres tranches. Elle ne peut pas facturer selon le rythme prévu. »



© GC

Les coûts

Pour BH, le chantier pourrait aboutir à un résultat négatif, en tenant compte des pénalités pour les retards, du surcoût de fondations, de la prise en charge des pertes de VRD et d'espaces verts.

- Honoraires : 814 856 € ht
- VRD : 3 220 000€ ht
- Espaces verts : 1 004 393€ ht
- BH : 6 732 123 € ht

Pour 5 163 m² de SHAB, le coût de construction pour FSM est de 1 304 € ht/m² SHAB, soit un léger dépassement par rapport aux prévisions. Mais, comparé à des opérations classiques menées par le maître d'ouvrage, le coût au m² semble nettement inférieur au coût attendu.

Les points forts comme les points faibles devront être discutés lorsque le chantier sera achevé et qu'un bilan aura été fait par chacun et collectivement.

Une seconde opération, à Villepinte, permet d'avoir sur les maisons Muse un autre point de vue.

- Lieu : Villepinte
- Maître d'ouvrage : Effidis (groupe SNI)
- Architecte : Lionel Blancard de Léry
- Entreprise : BH (Bénéteau)

L'opération

L'opération composée de treize logements individuels locatifs BBC (dix maisons de quatre pièces et trois de cinq pièces) est située dans un site de rénovation urbaine et a bénéficié à ce titre d'un financement de l'ANRU.



Opération de Villepinte
Architecte :
Lionel Blancard de Léry
© Effidis

Lionel Blancard de Léry (architecte) : *Bénéteau a un positionnement d'industriel, il n'a pas de culture bâtiment mais cela évolue sous l'effet de l'expérience. On est face à une certaine rigidité, il est difficile de changer un élément sur le module fabriqué en atelier. Avec un procédé industriel, on peut être bloqué par la trame, il peut manquer 15 cm, ce qui conduit à supprimer une maison. Les maisons Muse, avec leur plancher bois sur plots impliquent une ventilation, c'est donc très difficile d'y accoler un garage. Il faudra aussi bien informer les habitants pour qu'ils ne lessivent pas les planchers bois à grande eau !*

Les premiers modules étaient livrés avec toutes les finitions intégrées (plâtre, peinture) qui ont été abîmées, il a fallu faire des reprises.

Avec de l'ossature bois bien managée on gagne sur les délais, concernant les prix le bilan est moins probant.

Le bilan carbone n'est pas terrible : convoi exceptionnel. Pour une maison il faut deux camions et deux voitures pilotes. Il faut s'assurer que le camion pourra tourner, ce n'est pas toujours évident. Les entreprises locales avec lesquelles on travaille ne sont pas très contentes de voir des camions arriver de Vendée avec des maisons... De toute façon on ne va pas en mettre partout à partir d'une usine en Vendée...

Avec l'industrialisation, un problème reste à régler dans le montage financier, singulièrement en marchés publics : l'échéancier ne prend pas en compte ce qui est fabriqué en amont. Il faut trouver des garanties financières pour la préfabrication.

Bénéteau progresse avec l'expérience : parti sans personnel formé à la maison individuelle, il vient d'embaucher des équipes bâtiment. Maintenant il y a trois secteurs chez BH : l'usine, le marketing et les travaux.

Bilan de l'opération

C'est la deuxième opération de SNI/Effidis avec BH. Alors qu'à l'origine il s'agissait d'une consultation classique, le maître d'ouvrage, signataire d'un contrat cadre avec BH, a souhaité construire avec le procédé Muse. Lionel Blancard de Léry connaît bien François Pélegrin et s'est lancé par curiosité avec déjà une longue expérience de l'industrialisation et du bois.

Cette articulation entre architecte concepteur et l'architecte d'opération peut poser problème à certains. Certains architectes ont un ego tel qu'ils ne veulent pas de ce partage, ni des contraintes issues du procédé qui limitent leur liberté. Dans le cabinet, l'équipe a l'habitude des contraintes : l'architecte travaille avec ce qu'on lui donne !

Si l'opération a rencontré des difficultés, le bilan est néanmoins positif. Le maître d'ouvrage est satisfait ainsi que les locataires (opération livrée en décembre 2010). L'ossature bois offre un confort de vie que les habitants apprécient mais attention aux usages : « *le problème de l'ossature bois c'est l'étanchéité !* » Dans les salles d'eau il a fallu remonter l'étanchéité sur les pourtours.

Délais : six mois pour la construction, quatre mois pour les VRD (deux mois avant la construction, deux après). Les délais imposés par les concessionnaires sont de plus en plus longs, amplifiés par les choix possibles dans le domaine des énergies.

Coûts : Bénéteau annonce 1 100 euros/m² en terrain plat. A Villepinte c'est 1 350 euros, en raison des garages attenants et des toits.

Réalisation : les maisons et les murs ont été réalisés par les équipes de BH - une ou deux personnes envoyées par BH et surtout des intérimaires de la région pour des raisons de coût - les fondations par Soletanche Bachy, la charpente, la couverture et les enduits par des entreprises locales trouvées par l'architecte qui a proposé son aide pour passer dans les prix.

Béthune : « objet poétique à réaction »

Fiche technique

- Maître d'ouvrage : Pas-de-Calais Habitat <http://www.pasdecalais-habitat.fr/>
- Maître d'œuvre : Frédéric Borel, architecte <http://www.fredericborel.fr/>
- Entreprise : Norpac <http://www.norpac.fr/>
- Procédé constructif : béton préfabriqué
- Opération : 47 logements et maisons de ville (3 700 m² SHON), bâtiment de 10 étages (36 mètres de hauteur)
- Montant des travaux : 4,7 millions d'€

Opération de Béthune

Architecte :
Frédéric Borel

© GC



A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Cette opération est exemplaire à plus d'un titre : en tout premier lieu, par son architecture et son insertion urbaine. En effet, c'est à Frédéric Borel que le maître d'ouvrage a fait appel pour installer en lisière de la ville une tour de logements sociaux, dans le cadre des projets Anru. La tour Outrebon devait être l'un des « grands projets » de Béthune : c'est le seul à avoir été mené à bien.

La réalisation du projet a été confiée à Norpac, et s'est inscrite dans le dispositif Batinov, qui a obtenu le label CQFD.

Qualité d'usage

En juin 2011, tous les logements sont occupés. Dans le dernier appartement vacant emménage un jeune homme : deux caddies de grand magasin contiennent tous ses

trésors. Accompagné de sa famille, il pousse la porte d'entrée avec précaution, et remarque, sur l'un des murs de l'entrée, deux traces vertes déposées sans doute par un emménageur antérieur : la famille est outrée, et s'interroge sur le meilleur moyen de faire disparaître les traces.

L'appartement, au troisième étage, a une large vue sur un horizon champêtre d'où émergent d'anciens terrils. Le jeune homme est émerveillé : « c'est mieux d'habiter dans quelque chose de beau, c'est original, ici ». Il ajoute : « Bon, si tout était original, plus rien ne le serait », remarque d'une logique imparable qui signifie au moins que l'originalité, en matière de conception, ne suffit pas !

La mère note que ceux qui ont refusé l'appartement ont eu tort : « Ici, ils veulent des grandes cuisines. » La cuisine a pourtant des proportions respectables, et s'ouvre sur le séjour par un « passe-plats » de bonne taille. « Ta femme pourra regarder la télé pendant qu'elle fait la cuisine ». Les dégagements respirent, la lumière est généreuse, les équipements sobres. Le jeune homme sait quels papiers peints il mettra aux murs – « mais quand je le rendrai, il faudra que les murs soient tout blancs. » La chambre du futur bébé est de petite taille, mais cernée de fenêtres. Loyer : 320 euros mensuels. « Avec l'APL, je devrais m'en tirer ».

© GC



Batinov propose, pour l'industrialisation, des innovations en matière de composants et de mise en œuvre de ces derniers (tuyaux de gaz sertis, panneaux pré-peints, dispositifs d'allumage automatisé des éclairages...). Mais ici, ce n'est pas ce qui retiendra l'attention : l'innovation est en premier lieu architecturale et urbaine, en second lieu elle s'appuie sur l'élaboration et l'utilisation d'une maquette numérique pour mener à bien les travaux.

Le chantier a obtenu le label « chantier bleu » qui « marque la reconnaissance des chantiers exemplaires en matière de qualité, de sécurité et d'environnement ».

Objectifs de l'opération

Modélisation 4D, fiabiliser le projet en amont compte tenu de la complexité architecturale en visualisant l'opération dans le temps et dans l'espace, maîtriser la méthodologie et l'organisation de chantier, anticiper sur la synthèse et la coordination du lot 1 concernant l'enveloppe architecturale (façades, menuiseries extérieures, bardage...), travailler en coopération avec les industriels pour la préfabrication des éléments de façade, réduire le temps d'intervention.

Chronologie

- 15 janvier 2008: appel à candidature du concours
- Septembre 2008: signature du protocole avec le PUCA
- Octobre 2008: signature du marché avec Pas-de-Calais Habitat
- Octobre 2008 : OS travaux
- 17 octobre 2008 : OS d'arrêt de chantier en raison de la pollution des sols (hydrocarbures) - juin 2009 : redémarrage du chantier
- Avril 2011 : livraison

Qualité urbaine, qualité architecturale

La tour de logements, à l'angle de la rue Outrebon et de l'avenue de Lens, à trois cents mètres de la gare, est un signal visible de loin, dans un environnement de maisonnettes du nord, d'ateliers et de jardinets d'où émergent de vieux arbres. Tissu urbain incertain, un peu plat, tranquille avec son Béthune Kebab, ses boutiques à vendre, ses petits commerces. On se trouve dans une sorte de périphérie de centre-ville. Pas encore en banlieue, mais déjà plus dans le centre historique.

L'opération dans son environnement urbain

© GC



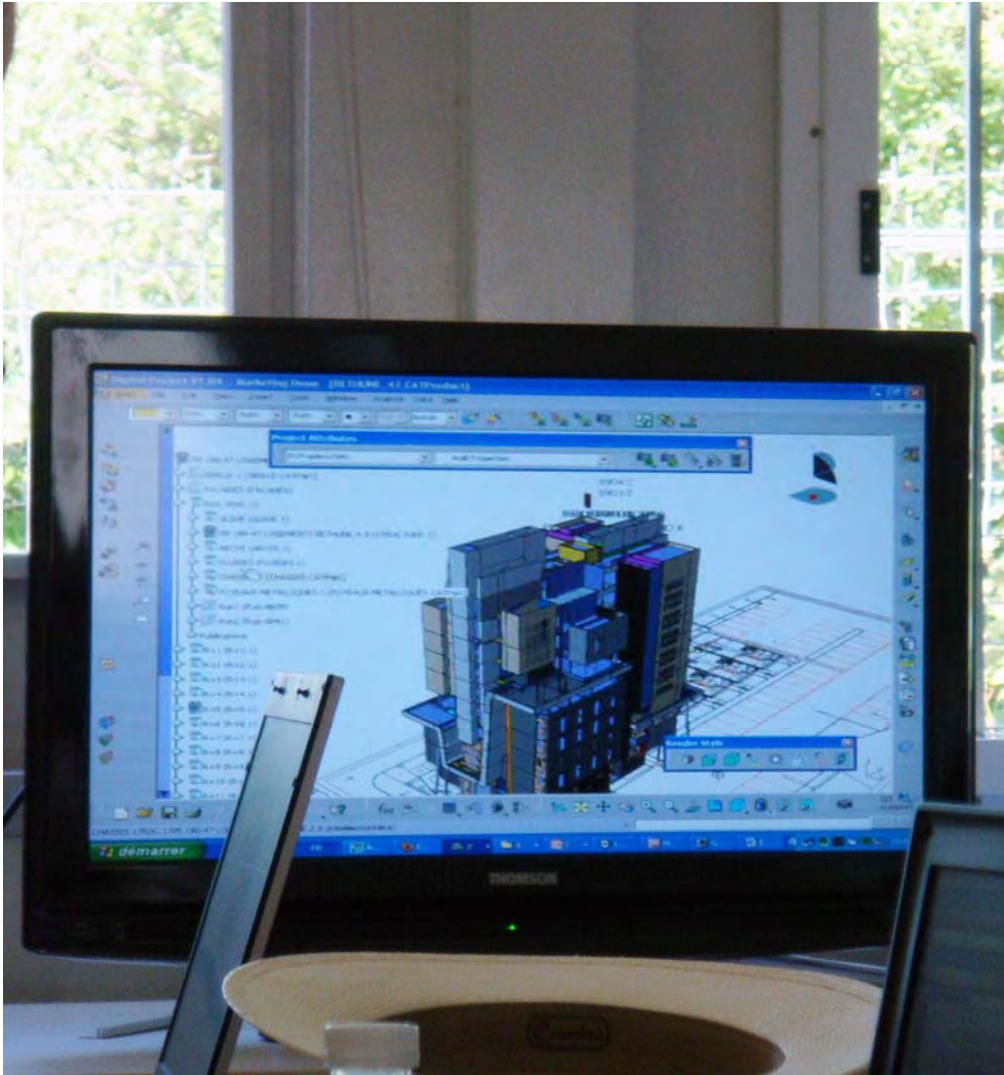
A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

C'est pour réhabiliter le quartier que la municipalité de Béthune avait décidé de frapper fort : faire appel à une grande signature architecturale, installer, comme un autre beffroi, une tour dans un tissu urbain dégradé et modeste. Le pari était audacieux, il est réussi. Dans le quartier, des habitants imaginent qu'il s'agit d'un mirage de Dubaï. D'autres disent: « la chaise ». Il est vrai que l'immeuble semble attendre le voyageur, pour l'accueillir au débouché de l'avenue Pierre Mendès-France. Le bâtiment culmine à trente-six mètres pour dix étages. La tour étonne, réveille, intrigue. Ce qui est sans doute la vocation de tout « objet à réaction poétique », selon l'expression de l'architecte, Frédéric Borel. Les parois de béton donnent l'illusion de fenêtres très alignées : trompe-l'œil ! Les vraies fenêtres se cachent dans les interstices. De chaque côté, comme étoyant la tour, deux rangées de maisons individuelles aux murs obliques. Des bétons raffinés, des bétons savants, et un grand numéro « 10 » comme passé à la feuille d'or... La démarche ne manque pas d'insolence : du logement

social ! Sans doute aurait-il été difficile de faire venir dans le quartier des « classes moyennes supérieures » : d'une luxueuse élégance, la tour Outrebon est, au-delà d'un geste architectural inédit, le signe que les « HLM », c'est autre chose qu'une barre de béton.

Numérisation 3D

Le chantier est singulier sous plusieurs aspects : son architecture audacieuse, mais aussi l'utilisation par Norpac du logiciel Catia (Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive Appliquée), développé initialement par Dassault aviation pour l'industrie aéronautique comme outil de modélisation, repris par Frank Gehry pour modéliser, entre autres, le musée Guggenheim de Bilbao : chaque ouvrage, chaque élément d'ouvrage, chaque composant trouvent place dans une maquette numérique qui permet, sur le chantier même, pas seulement dans le bureau d'études, de voir chaque détail, de coter, de simuler les opérations de construction. Pour le chef de chantier, l'ajustement des trois poteaux d'angle inclinés n'aurait pu être réalisé comme il l'a été, au millimètre. L'ordinateur a permis, autant que de besoin, d'imprimer plans et images, de confier aux exécutants, avec les commentaires nécessaires, la feuille de route de la journée. Pas moins de 1 300 plans d'exécution ont été édités.



*Le logiciel Catia
© GC*

Le chef d'équipe : « Un chantier comme ça, on en a un dans sa vie... »

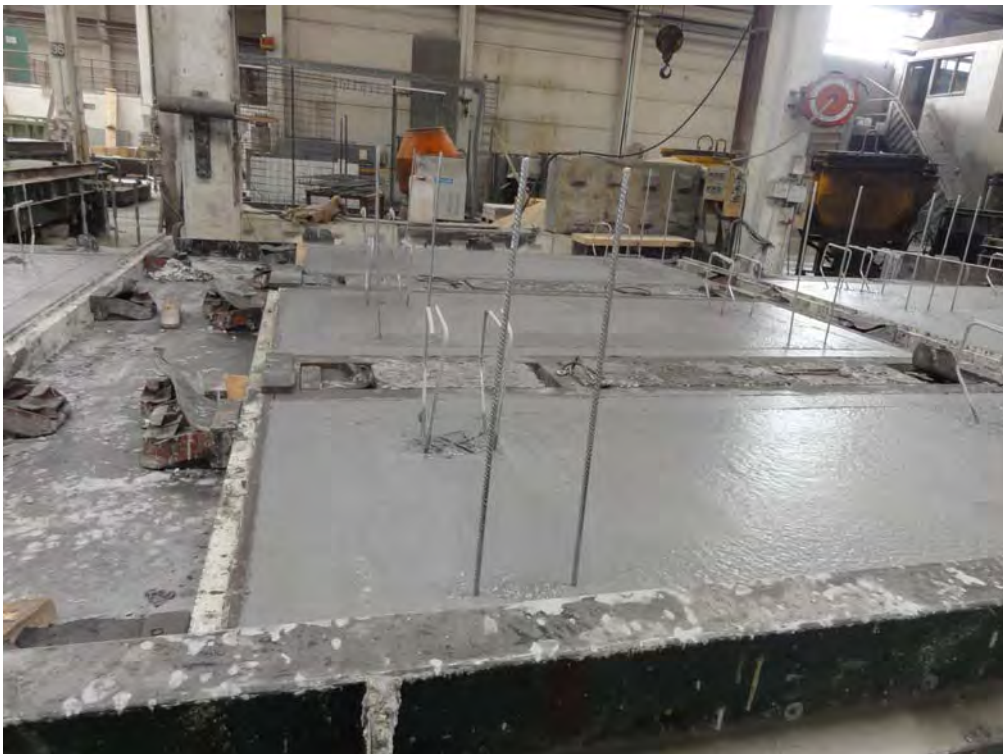
Au fur à mesure de l'avancée du chantier, la base de données des composants utilisés est implémentée, permettant des échanges avec les industriels fournisseurs. Toutefois, la jonction entre l'informatique du chantier et celle de l'industriel est restée limitée : les échanges de plans et de détails, les commandes, sont passés par internet sans aller jusqu'à l'échange d'IFC (*Industry Foundation Classes*²) rendant possible le dialogue entre logiciels différents, ici Catia côté entreprise, et Allplan côté industriel.

Cette utilisation de l'informatique entre toutefois dans le processus d'industrialisation, en anticipant sur des usages à venir, en prévoyant une certaine forme de reproductibilité d'un process, en lissant le passage de l'information du concepteur à l'exécutant, en permettant de l'interpréter différemment selon le point de vue de l'acteur.

Industrie du béton architectonique

La construction de la tour Outrebon a nécessité entre cinq cents et six cents éléments de béton préfabriqués, sans grandes séries. Ces éléments ont été fabriqués dans l'usine Decomo, à Mouscron en Belgique. Decomo³ s'étend sur quelques hectares le long du « Boulevard industriel », avec un siège social de béton poli noir. L'activité se signale par une batterie de silos de couleur orange vif : les silos à ciment.

Tables coffrantes
© GC



Decomo est née, comme entreprise de bâtiment, après la guerre de 14-18 : il s'agissait alors de construire et reconstruire, rapidement, efficacement, pour loger les ouvriers du textile de Belgique et du nord de la France. Dans les années 60, l'entreprise s'est lancée dans la

² « IFC est le format usé communément par le BIM (Building Information Modeling). Dans l'acceptation du BIM, le format IFC, standard ouvert compréhensible de tous les acteurs de la construction, organise les objets de l'industrie de la construction, les familles, autour d'un modèle informatique 3D, le BIM . Ces objets supportent le cycle de vie complet d'un bâtiment incluant les débuts - la conception, la documentation et la construction -, l'exploitation des bâtiments, la gestion des installations (facility management) et, enfin, la démolition et l'élimination. » (source : Wikipedia)

³ Decomo : rien à voir avec la « déco » - Decomo comme Declerq Construction Mouscron.

préfabrication d'éléments préfabriqués légers, poteaux, poutres. Puis la société a été partagée en deux : l'entreprise de bâtiment, qui a périclité, et l'industrie de béton préfabriqué, qui a bien survécu. La « culture bâtiment » a continué d'imprégner ce qui est devenu une entreprise industrielle qui rayonne en Belgique, en Allemagne, en France. Decomo a préfabriqué les éléments béton du centre culturel *les Champs libres* de Rennes dû à Christian Portzamparc, de la gare de Poitiers, de l'ENS de Lyon...



Tables coffrantes
© GC

Tout commence au bureau d'études, qui emploie dix-huit personnes, chefs de projet, ingénieurs, dessinateurs. L'architecte confie au bureau d'études ses images, plans, coupes, perspectives. Ici, on ne fait pour ainsi dire que du sur mesure, et on travaille au millimètre. Il s'agit alors de constituer le puzzle le plus optimisé possible en fonction de la nature du béton utilisé, des contraintes techniques, des charges. Les panneaux ont des limites de poids, et ils doivent être transportables sans faire appel à des convois exceptionnels. Il faut aussi « inventer les joints ».

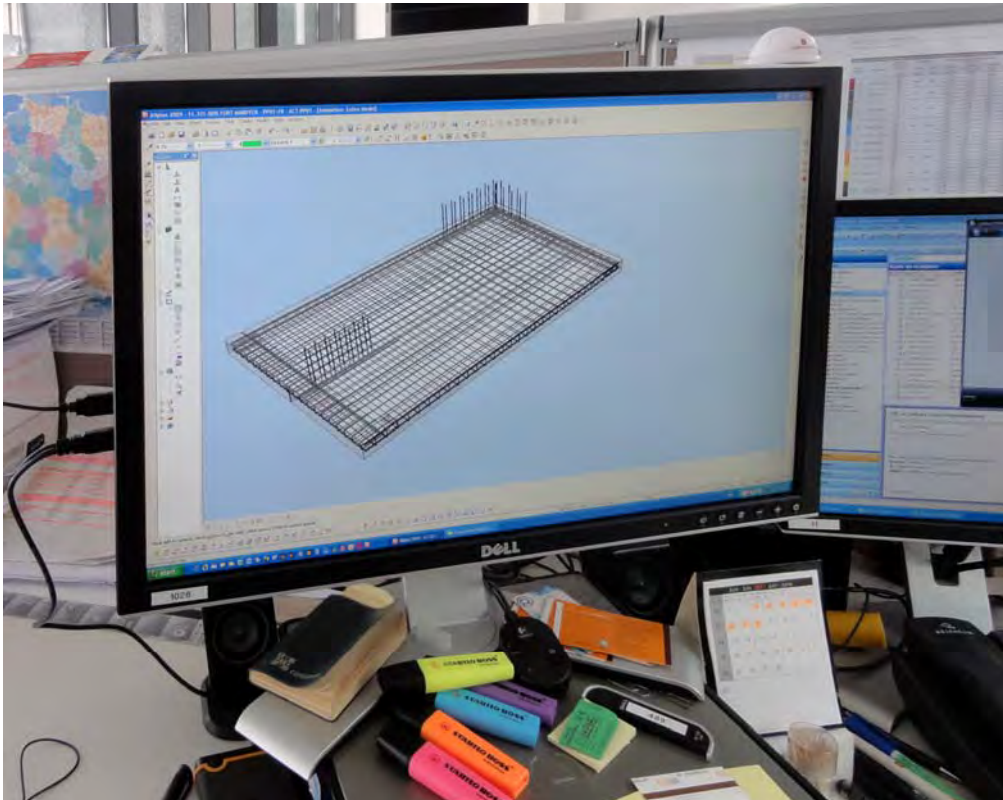
Pour l'opération de Béthune, Decomo et Borel avaient travaillé ensemble au calepinage des façades avant même de répondre à l'appel d'offres, Frédéric Borel étant particulièrement attentif à la position des joints.

Tout s'exécute, au moment des études, en 3D, indispensable pour générer les plans et les coupes. Le logiciel « All Plan ingénierie » de Nemetschek⁴ permet de modéliser chaque pièce,

⁴ Présentation du logiciel sur le site de Nemetschek <http://www.nemetschek.fr/solutions/engineering.html> *L'intégration des composants d'Allplan Ingénierie permet une collaboration interdisciplinaire entre les architectes, les ingénieurs structures, les techniciens en bâtiment, les chiffreurs et les gestionnaires de patrimoine sans discontinuité due au système. Avec Allplan, simulez à l'avance l'ensemble du processus de construction grâce au modèle de bâtiment intelligent : identifiez les conflits de manière précoce et reportez automatiquement les modifications sur tous les plans et dans toutes les listes. Décidez seul de la manière dont vous voulez travailler dans Allplan. Rien ne vous oblige à travailler dans un modèle de bâtiment 3D : vous pouvez à tout moment opter pour une méthodologie plus classique en 2D ou choisir un mode de traitement hybride mêlant 2D et 3D. Allplan Ingénierie associe aux plans de coffrage orientés éléments de construction un modèle de ferrailage tridimensionnel. Gardez ainsi le contrôle de vos projets les plus complexes. Allplan Ingénierie assure une synergie parfaite entre la*

avec son ferrailage, ses dispositifs de montage et d'accrochage. Les plans des pièces sont soumis à l'entreprise, qui émet ses remarques : les échanges sont facilités par l'utilisation d'images, qui permettent de valider les moindres détails. Les contraintes de l'entreprise et celles de l'industriel ne sont pas identiques, et elles doivent s'accorder. Par exemple, pour des raisons techniques, on ne peut marier certains bétons ensemble. La coexistence d'un béton acide et d'un béton poli est risquée : l'acide risque de dépolir le béton poli. Les entreprises ne le savent pas toutes : « le béton, c'est un métier ». Pour le chantier de Béthune, le bureau d'études a dessiné et préparé entre cinq cents et six cents pièces différentes.

© GC



Le plan de chaque pièce, consigné sur une fiche d'atelier qui en précise, éventuellement, le nombre à fabriquer, le type de finition, la composition du béton, les accessoires de montage et d'accrochage, est communiqué à l'usine et permet à la production de s'organiser : préparation précise des quantités de granulats et de ciment. Les premiers, entreposés en sous-sol, sont montés sur des tapis roulants jusqu'au malaxeur situé en hauteur dans l'usine, le ciment coule des silos. Malaxé, le béton est coulé dans de gigantesques entonnoirs mobiles accrochés à un rail qui déverse le béton sur les « tables ».

L'usine compte quarante-huit tables. Les coffrages sont généralement fabriqués par des menuisiers dans des bois maritimes, et pour les pièces répétitives par des serruriers, en acier. « Le moule doit être très précis, solide, indéformable et imperméable. En fonction de la complexité et du nombre de pièces, le coffrage se composera de bois, d'acier, de polystyrène expansé, de caoutchouc synthétique ou de polyester. L'armature utilise principalement des treillis soudés.»

Après un temps de séchage de huit à dix heures, les tables vibrantes désolidarisent le béton du coffrage. Les pièces de béton, basculées sur des chariots, sont contrôlées : une fiche de

papier les suivra tout au long de la finition, une pastille verte certifiant qu'elles sont conformes à la qualité attendue.

La surface de stockage, de 5000 m², reçoit les pièces, qui seront dirigées vers les différentes zones de traitement : salle de polissage, bain d'acide, sablage... Le plus grand soin est apporté à ces finitions : le polissage peut se terminer au feutre !



*Zone d'entreposage,
fin de séchage*

© GC

Decomo assure également la fabrication d'éléments sandwich porteurs ou non, incluant l'isolation, de balcons à rupteurs thermiques, d'allèges...depuis trente ans. Les produits, soumis au CSTB, viennent seulement d'obtenir son aval, après quelques décennies de conformité à la réglementation belge.

Pour des raisons de pollution des terres, le chantier a pris du retard : autant le monde de la construction est familier des retards, autant chez Decomo, cela a posé problème : « Quand on fait un chantier, on réserve dans le planning une partie des capacités de production. Si le planning n'est pas respecté, c'est toute l'organisation non seulement du chantier, mais aussi de l'usine, qui est à reprendre à zéro ». Une reprise à zéro assumée en raison d'une « culture bâtiment » d'origine⁵.

⁵ Entretien avec Bernard Vanlaer, Decomo (Mouscron, Belgique)

Villeneuve-sur-Yonne: logement neuf, poutres apparentes

_ Fiche technique

Maître d'ouvrage : Domanys (Auxerre)

Maître d'œuvre : Régis Mury, architecte

Entreprise : Eiffage / GTG

Opération : 23 logements locatifs sociaux à Villeneuve-sur-Yonne - BBC

Procédé constructif : structure et façades bois Ligno Trend



L'opération de Sanvignes-les-Mines menée avec le procédé constructif Ligno-Trend
Architecte : Régis Mury
© GC

De l'extérieur, on ne sait pas obligatoirement que les constructions de Régis Mury sont entièrement en bois: les enduits cachent la matière. C'est à l'intérieur des appartements que respire le bois : le plafond, en larges planches, laisse apparaître les poutres. La poutre apparente, argument de vente des agents immobiliers, n'est pas réservée aux inconditionnels de l'ancien!

C'est la proposition de Régis Mury que Domanys⁶, maître d'ouvrage auxerrois, a choisie pour la construction de vingt-trois logements à Villeneuve-sur-Yonne (89). En raison des retards pris pour la réalisation, c'est un chantier similaire qui a été suivi, à Sanvignes-les-Mines (71).

_ Innover: pas toujours simple

Le chantier a pris beaucoup de retard : la phase APD a démarré en novembre 2010. Le permis de construire a été lancé sans que tous les points soient définis dans le détail. La Ville a contesté certaines options, faisant valoir le règlement d'urbanisme. Des difficultés liées au réseau « eau pluviales » sont apparues : le projet a dû inclure l'installation de cuves enterrées, la commune n'ayant pas prévu à son budget de travaux sur le réseau. La sous-préfecture a réagi tardivement à la première demande de PC, et est revenue sur l'avis favorable qu'elle avait donné lors de son contrôle de légalité, convaincue qu'il était interdit de faire appel à des toitures végétalisées. De plus, on se trouve sur un site « monuments historiques », ce qui

⁶ Domanys : plus de 8 500 logements dans le département de l'Yonne, premier bailleur du département, programmation d'environ 220 logements par an.

allonge le délai de délivrance du PC de quatre mois. L'OS travaux sera délivré à la mi-juin 2011 dans le meilleur des cas.

Régis Mury a répondu avec Eiffage, en conception-réalisation, à l'appel d'offres. Il s'agit donc d'un parti-pris qui mélange le procédé Eiffage H2CO, en adoptant la solution « bois » de Ligno Trend.

Le maître d'ouvrage : *On en est, en juin 2011, à une année de conception... Le processus de conception-réalisation est intéressant pour le maître d'ouvrage : on sait concrètement ce qui sera mis en œuvre, on visualise le projet dès la phase APD (avant-projet définitif). Le travail en équipe permet d'introduire des modifications sans que le chantier soit perturbé : Eiffage a proposé de remplacer les chaudières par de la PAC (pompes à chaleur). Et même avec un surcoût de 42 000 euros dû au réseau, on est gagnant par rapport à un projet traité en lots séparés. On gagne du temps, on a une visibilité claire sur les coûts de travaux, et on anticipe le chiffre d'affaires relatif à l'opération, puisque les loyers tomberont plus vite. Dans les échanges au sein de l'équipe, on peut espérer que toutes les questions ont été soulevées. Donc, même pour cette opération difficile, les avantages prévalent sur les inconvénients⁷.*

— Pourquoi le bois?

Avec la proximité du Morvan, le chef de service était favorable au bois. Les réticences à se lancer provenaient des incertitudes quant à l'acoustique, mais l'équipe est confiante. L'argument déterminant a été le coût : avec des éléments préfabriqués en bois, les coûts sont moindres et les délais plus courts, même si on constate des temps cachés en usine.

Le maître d'ouvrage : *Mais tout reste à prouver, nous considérons être encore dans le domaine expérimental, ne pas disposer encore de suffisamment de retours sur les performances. Il faudra expérimenter d'autres procédés, comparer, regarder... Mais nous sommes convaincus qu'il faut se lancer, même si ça demande beaucoup de temps, si c'est un investissement de départ très lourd qui nous demande de nous remettre en question.*

Pour nous, tout était à créer, et nous nous sommes tournés vers d'autres organismes pour savoir comment ils avaient procédé. Ce serait bien de disposer de documents d'entraide entre maîtres d'ouvrage.

Domany n'a encore jamais tenté de construire en s'appuyant sur des procédés industrialisés. Ce sera son premier bâtiment BBC Effinergie. « Nous avons à l'étude une opération en « passif », dans l'éco-quartier des Brichères à Auxerre - une opération ANRU, quinze logements en petit collectif. Pour nous, industrialisation et BBC vont ensemble ».

— La technique? Non

L'opération se situe dans un environnement patrimonial très riche, au cœur du village de Villeneuve-sur-Yonne. Le chantier a pris du retard – il n'a pas encore démarré – pour de multiples raisons (insuffisance du réseau incendie, avis de l'ABF, changement de chef de projet chez le maître d'ouvrage. Le dossier a été déposé trois fois !) mais un autre chantier utilisant rigoureusement le même mode constructif était visible à Sanvignes-les-Mines.

Régis Mury, architecte : *Utiliser un procédé innovant, sur chantier, ça peut se passer très bien... Avec le procédé mis en œuvre, on assure la rapidité du montage : à Obernai, l'entreprise a assuré le montage de 24 logements en R + 3, chaque*

⁷ Le chef de projet redoute une chose : de se trouver seul face à l'équipe de maîtrise d'œuvre et de travaux.

tranche de montage a pris une dizaine de jours en moyenne. Le procédé est précis, tout est préparé en atelier.

Le problème n'est pas technique : une entreprise de charpente peut connaître des difficultés, d'autant plus qu'aujourd'hui elle est amenée à construire des bâtiments entiers. Quand elle arrive sur chantier, il ne reste qu'à assembler un bâtiment déjà construit qu'elle a pré-financé. J'ai assisté à la disparition de plusieurs entreprises de charpente, liée à ces difficultés : les entreprises ont les marchés, mais pas la trésorerie, et les banques ne suivent pas. Du coup, on est un peu prisonnier du système : c'est difficile de trouver une relève, les gens ne sont pas là, ou ils ne sont pas formés, ils sont un peu effrayés par une technique qu'ils ne connaissent pas, parce qu'ils ne la connaissent pas, même si en réalité c'est très simple. C'est l'inconnu. La situation risque d'être difficile pendant encore quelque temps.

Techniquement, le procédé est très simple. Il peut bien sûr, comme partout, exister des trucs et astuces à connaître, mais il s'agit simplement d'assembler des panneaux contrecollés avec des tire-fond et des équerres métalliques galvanisées. Administrativement parlant, c'est un procédé traditionnel. Le charpentier peut avoir l'impression d'être ramené à un rôle d'assembleur, puisqu'il y a moins de traçage et de taille à faire que dans les procédés classiques en assemblages de poutres, tenons et mortaises, mais il n'y a vraiment aucun piège.

Comment vieillit le système ? Les éléments sont des composants de dalles, de façade porteurs, de support de couverture, qui ont vocation à être internes au bâtiment. Ils ne sont jamais exposés aux intempéries. La technique exige qu'ils soient secs, livrés à un taux d'hygrométrie de 9 % + ou - 2, ce qui met le bois à l'abri des attaques biologiques. Dans ces conditions, enfermé entre une plaque de plâtre et le complexe pare-vapeur-isolant extérieur, il ne peut plus être atteint par quoi que ce soit. « *Le vieillissement est sans problème : l'usine existe depuis 18 ans, et a couvert des milliers de m² en Allemagne et en Europe* ». © GC



Sanvignes-les-Mines : des artisans intéressés

Régis Mury plaide depuis longtemps pour « redonner au bois la place qu'il mérite dans la construction ». Une place parfois étonnante : c'est en structure bois qu'il a construit, pour les pompiers de Urmatt (67) un centre de secours. Un argument efficace quand il s'agit de répondre à ceux qui redoutent les incendies.

Lors d'une réunion à la mairie de Sanvignes-les-Mines, l'architecte présente son procédé : les professions les plus représentées sont les professions techniques, électriciens et chauffagistes, qui affirment leur besoin de s'informer sur le BBC et la construction bois. L'un de ces jeunes artisans a déjà suivi des formations : son ambition est de pouvoir proposer à ses clients des solutions innovantes en matière de chauffage et d'énergie, mais aussi de domotique.

Ses sources d'information sont d'une part son organisation professionnelle, d'autre part les distributeurs. Il a le sentiment d'être un pionnier. À cette même réunion, la présidente d'une association de maison d'enfants, accompagnée d'un conseiller AMO, affirme sa volonté, comme maître d'ouvrage privé mettant au point un projet de construction neuve, de construire « autrement » : le bois l'intéresse particulièrement, presque « idéalement », pour sa douceur, dit-elle.

© GC



Importance de la conception

En plaidant pour le bois, Régis Mury définit le rôle de l'architecte en six objectifs : bioclimatisme, réduction des besoins à la source, performance énergétique, préservation de l'environnement, confort et santé, prise en compte du coût global. Pour y parvenir, il faut en premier lieu imaginer des volumes compacts, proposer des zonages des logements en fonction de l'orientation, veiller à la répartition et à la dimension des ouvertures, intégrer des protections solaires et respecter les principes de l'inertie thermique.

L'optimisation de la quantité de matériaux conduit-elle obligatoirement à ne construire que des cubes ? Non : on peut réduire les chutes et les réutiliser. La performance énergétique, sur laquelle le secteur de la construction s'est fortement polarisé, est une dimension importante, mais une dimension parmi les autres. En ce qui concerne l'environnement, l'architecte avance que le bois est économique dans sa transformation.

Livraison et pose d'un élément de façade porteur pré-assemblé en atelier
© GC



Pose de la file porteuse intermédiaire et d'un composant dalle
© GC

Il faut faire attention à l'isolation renforcée des murs et des ouvertures, à une bonne étanchéité à l'air, à désolidariser les avant-corps pour éviter les ponts thermiques, à optimiser la circulation des fluides et à exploiter au mieux l'éclairage naturel. On peut alors réfléchir au bon dimensionnement des équipements. On peut même s'interroger sur la nécessité d'équipements de chauffage ou de rafraîchissement : « Si le bâtiment est thermiquement bien conçu, quelle importance si les habitants allument un « grille-pain » trois jours par an ? »

Sur le plan environnemental, le bois, sous toutes ses formes (bois mais aussi ouate de cellulose) est un matériau renouvelable, qui stocke le carbone, et qui, en raison du montage à sec, préserve les ressources en eau. Avec des façades imper-respirantes est assurée la gestion des échanges hygrothermiques (un film imper-respirant est imperméable à la pluie, résiste au vent et aux UV, mais laisse respirer le bâti : matière équivalente au « goretex »).

L'éclairage naturel est primordial : les appartements, pour Régis Mury, doivent être traversants et offrir, autant que possible, des espaces extérieurs privatifs (jardins ou terrasses, espaces de rangement) qui répondent aux demandes des usagers. L'architecte a à se préoccuper de la qualité de vie des habitants : ils apprécient que le logement comporte un local technique où concentrer les équipements, ainsi qu'un séchoir ventilé.

Solution constructive

L'ensemble des bâtiments est constitué de composants de bois, sur un soubassement de béton. Les façades sont en composants bois à haute isolation thermique, les dalles sont également en composants bois, les séparatifs des logements sont en plaques de plâtre à hautes performances acoustiques.

L'acoustique

La prévention contre la construction bois s'appuie souvent sur sa réputation de faible isolation acoustique. La solution proposée par Régis Mury consiste à remplir les dalles de billes d'argile et à veiller aux relevés de résilient acoustique à toutes les émergences.

À noter : les relevés de résilient acoustique sur toutes les émergences structurelles : murs de façades, pieds de poteaux ; les relevés de résilient acoustique dans l'axe des cloisons séparatives de logements dont les chapes sont ainsi rendues indépendantes.

Le point de vue d'un autre maître d'ouvrage

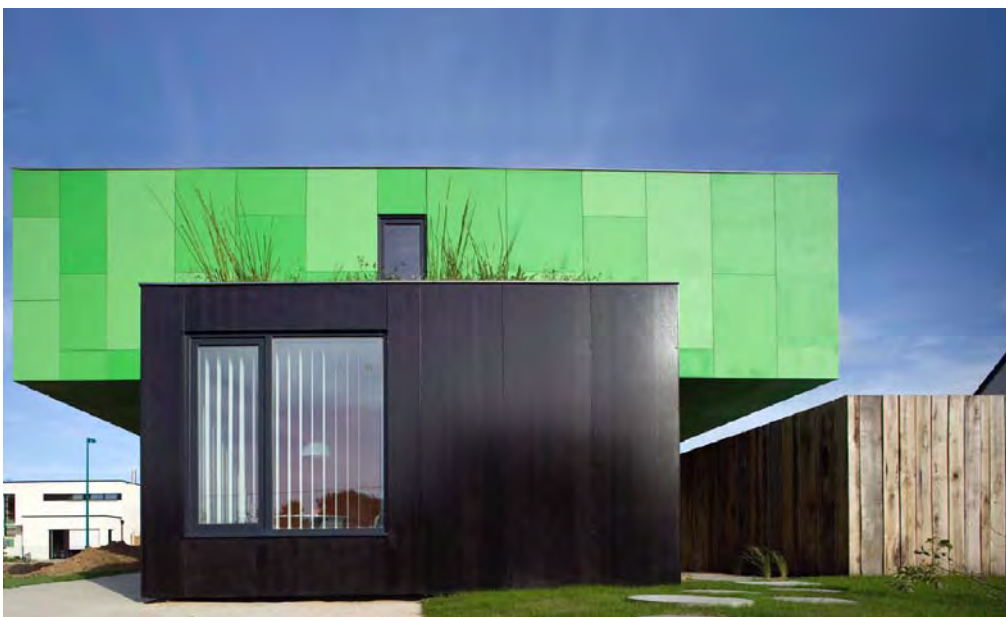
> Pourquoi le bois ?

Nous tenons à diversifier les offres, les structures. Au début des années 2000, les maçons ne répondaient plus aux appels d'offres, qui restaient infructueux : nous nous sommes tournés vers le bois. À cela s'est ajouté notre souci environnemental : le bois stocke le CO₂. Il est vrai que notre démarche a été plus scientifique que réglementaire : réglementation et innovation ne sont pas toujours compatibles. Nous avons voulu tester l'isolation par la paille, ça nous a été refusé. Les rouages administratifs nous bloquent assez souvent. De même que le code des marchés publics. Nous avons très vite testé les murs imper-respirants, il s'avère que c'est sans risques. Nous étions allés voir des chantiers en Allemagne et en étions revenus très convaincus.

B3 : une solution radicale

Fiche technique

- **Opération** : Prototype + Saint-Gilles (35)
- **Lieu** : Pont-Péan (35)
- **Maître d'ouvrage** : Particulier
- **Architecte** : Clément Gillet
- **Entreprise** : B3
- **L'opération** : Maison individuelle BBC Effinergie
- **Procédé constructif** : Conteneurs



Maison prototype
à Pont-Péan
Architecte :
Clément Gillet
© Clément Gillet

Avec B3, la solution proposée est des plus radicales, avec – presque – l'élimination du chantier. Le prototype de la « Cross Box » est visible à Pont-Péan, dans la banlieue de Rennes : dans un lotissement on ne peut plus traditionnel, il est évident que la « croix » noire et verte de Clément Gillet ne passe pas inaperçue.

Une opération de onze maisons à Saint-Gilles (Ille-et-Vilaine), dans le cadre du Plan d'action local⁸ est prévue à 1 550 €/m² SHAB. L'objectif est de réduire progressivement les coûts en même temps que se développera le projet industriel, pour parvenir à une fourchette de 800 à 900 euros/m² de surface habitable.

Le parti pris est d'utiliser des conteneurs pour réaliser des maisons, de vraies maisons : 104 m² pour un T4, 125 m² pour un T5. Il n'est pas simple de passer du prototype à la réalisation. « On pourrait croire que c'est facile, de travailler avec des conteneurs : mais on a fait, défait, refait, recommencé... jusqu'à obtenir quelque chose de satisfaisant ».

⁸ La démarche *Urbact*, programme européen d'échanges pour un développement urbain durable, est un plan d'action qui doit être élaboré par tout partenaire d'un projet *Urbact* pour répondre à une problématique locale. Il vise à renforcer l'impact des activités d'échange sur les politiques et pratiques locales. Il doit apporter des réponses concrètes et précises et s'appuyer sur les résultats des activités d'échange au niveau transnational. Il doit résulter d'une co-production associant, au niveau local, le Groupe de Soutien Local (lien) et au niveau transnational, l'ensemble des partenaires du projet qui viennent questionner les options retenues, enrichir le Plan d'Action proposé, etc.

Prototype

Le prototype présenté à Pont-Péan a étonné les voisins : le matin, ils avaient sous les yeux un terrain nu, le soir, ils avaient une maison, et quelle maison ! Depuis son installation, elle attire bien des curieux, mais aussi des élus, des financiers, des industriels. Un bloc noir, qui supporte un bloc vert, en surplomb. Pas japonais jusqu'à la porte. L'intérieur est lumineux et spacieux : on peut, dans la cuisine, s'installer à table. Les chambres sont spacieuses et claires, la salle de bains aussi. On chercherait en vain trace d'un conteneur.



© GC

Après le prototype

L'aventure a demandé à structurer l'entreprise. Si Clément Gillet entend conserver son cabinet d'architecture, il choisit aussi de ne pas confondre les genres. Deux entreprises satellites ont donc été créées : B3, entreprise industrielle, pour la fabrication des modules, et Investeam, pour la promotion immobilière : « On passe du dossier au concret ! Passé l'exploit du prototype, il fallait se demander : qu'est-ce que je vends ? Je vends du BBC, du design, et pas cher, voilà ». Les onze maisons BBC de Saint-Gilles, en VEFA, ont été vendues en quinze jours.

L'atelier a été monté, et a commencé à travailler : la perspective de fabrication, pour les six mois à venir, est de dix-sept maisons. Pour l'année suivante se profile une quarantaine de projets. Clément Gillet estime qu'à partir de dix maisons par an, en travaillant en « bon père de famille », tout va bien. Il a refusé les propositions d'alliances venant de financiers et d'industriels : « La culture du logement est très particulière, elle est implantée dans un contexte totalement politique. Et industriels comme financiers ne font pas de politique, mais du business. Il leur manque une partie du job. Or, on ne fait pas n'importe quel produit, il faut qu'il colle aux besoins, et ces besoins sont définis par les politiques. Et puis, avant tout, on fait de l'architecture. »

Le concept et l'atelier

Dans la campagne rennaise, un grand hangar, une grande cour. C'est l'atelier : quelques conteneurs s'empilent dans la cour, et quelques autres sont en cours de traitement à

l'intérieur. C'est là que prend corps le concept, d'abord à coups de chalumeau. Les ouvertures sont découpées, puis le conteneur est rehaussé.



© GC



Le logement est conçu et réalisé de À à Z comme concept global, en atelier, en suivant poste à poste la continuité des opérations de construction, sans sous-traitance, avec un vrai travail d'équipe, « ce qui permet de sortir un produit de qualité, sans défauts. » Le travail en équipe est de première importance : chacun peut aider l'autre, sans interventions successives où l'on ignore le précédent comme le suivant. Le travail réellement collectif permet de mieux contrôler, de progresser et d'optimiser le processus de fabrication. L'architecte se dit lassé de repérer et réparer les malfaçons sur les chantiers, lassé, en outre, d'en porter la responsabilité.

© GC



Ce n'est pas le conteneur en soi qui intéresse Clément Gillet : « Ce qui m'intéresse, c'est la structure métallique, isostatique, parasismique. À aucun moment, une fois la maison sur son terrain, on ne voit des conteneurs, c'est simplement un matériau utilisé pour ses propriétés structurelles. » Les conteneurs, d'une surface « au sol » de 30 m² chacun, sont achetés neufs au fabricant et répondent aux prescriptions de l'architecte, par ailleurs effaré de voir l'utilisation de conteneurs en fin de vie pour de l'auto-construction. La structure des conteneurs est renforcée par une structure intérieure en bois, qui servira de support aux revêtements et laissera l'espace pour le passage des câbles et canalisations. Le tout ensuite est recouvert d'une mousse de polyuréthane qui assure une première isolation thermique et phonique et joue le rôle de pare-vapeur. La mousse est également projetée sous le conteneur. L'intérieur sera habillé de plaques de plâtre. L'extérieur recevra isolation et bardage.



© GC

Sur le terrain

Le module terminé à l'atelier, il reste à l'implanter. La structure étant légère, Clément Gillet s'oriente vers des fondations elles aussi légères, couramment utilisées au Canada et aux États-Unis : des pieux vissés, grosses vis de béton allant jusqu'à deux mètres de profondeur. Sont ainsi évités les terrassements et leurs désagréments : « C'est propre, c'est démontable ». Les systèmes de connexion des conteneurs aux camions étant laissés en place, le transport, qui ne nécessite pas de convoi exceptionnel, se fait avec un maximum de sécurité : le conteneur est justement fait pour. Il reste, sur chantier, à assurer la jonction entre modules et le bardage extérieur, qui peut être en métal, en bois, avec ou sans enduit. L'installation est assurée par l'équipe de l'atelier.

Mondialisation?

Pour les conteneurs comme pour les équipements, Clément Gillet s'est livré à un « sourcing⁹ » sévère : cela lui permet d'acheter chaque conteneur brut 5 000 dollars ht au lieu de... 5 000 euros. Pour tous les équipements, c'est directement en Chine qu'il se fournit, pour des objets

⁹ « Acte qui vise à réduire le coût général des achats, en automatisant les processus concernés. Expression anglo-saxonne (recherche d'une source) utilisée pour désigner l'action de recherche, localisation et évaluation d'un fournisseur ad hoc, afin de répondre à un besoin identifié. » source : Wikipedia

qui, en France, sont de toute façon étiquetés « made in China ». Enfin, aucun assureur en France n'a jugé intéressant de l'assurer. Mais la Lloyd's n'a fait aucune difficulté.



© GC

Architecture sur catalogue?

S'agit-il encore d'architecture ? « Je reste absolument architecte, et il n'est pas question pour moi de tarir l'essence de ce projet. Par contre, je m'adosse, avec mes associés, à des compétences complémentaires pour assurer le management du projet industriel. » L'architecte se voit ici en grand enfant jouant au Lego, avec de grandes grues... mais ne faisant jamais de « copier-coller », même si le procédé de base reste le même. Il tient à produire à chaque fois des architectures différentes, une étude pour chaque projet, en relation avec les bureaux d'études pour la thermique, l'acoustique, la structure.

Pour Clément Gillet, le développement de ce type de projet est inévitable, et répond aux besoins qui se développent, de consommation du logement : « Les gens vont acheter au fur et à mesure de leur vie des logements qui leur seront adaptés, un logement quand ils sont jeunes, un logement familial, un logement pour la retraite... » Il ne s'agit donc pas de logements sur catalogue, même si des bâtiments démonstrateurs et des images peuvent induire des positionnements et des formes qu'il s'agira de renouveler. La notion de « catalogue » apparaît peut-être dans la proposition de services que B3 envisage. « On se rend compte d'une demande forte de propositions globalisées, les gens veulent une maison complète, équipée, avec le mobilier, la cuisine, le barbecue, les salons de jardin. Notre offre s'ouvrira à ces propositions, sur la base d'une esthétique correspondant à nos projets ». La référence, en l'occurrence, est l'outil mis au point par Ikea, le « Homeplaner », qui permet en même temps de prévoir, en 3D, les aménagements intérieurs d'un logement, et de sortir une liste d'achats valorisée.

Enfin, à la question de savoir si le conteneur n'est pas exclusivement destiné au logement étudiant ou au logement d'urgence, Clément Gillet s'insurge : pas question de faire du logement pour les pauvres ou les riches, ni pour les bobos, ni pour créer des ghettos ou des disparités.

Des collectivités intéressées

Si Clément Gillet déplore que l'État, après avoir lancé le concours CQFD, n'ait pas donné le coup de pouce qui favoriserait l'expérimentation, il se félicite d'avoir retenu l'attention de

Rennes Métropole. La collectivité, partenaire du programme européen Urbact Suite (Urbact Social and Urban Inclusion Through Housing), « partant du constat alarmant que les familles modestes s'installent en périphérie, et de l'absence de savoir-faire à grande échelle en matière d'accession sociale à la propriété, a souhaité engager une réflexion sur un processus d'industrialisation de la production répondant aux critères de qualité architecturale, urbaine et environnementale requis pour de l'habitat ». La réflexion a abouti à sélectionner la proposition B3 et Saint-Gilles pour une opération « d'accession aidée » : le promoteur peut acquérir le terrain au coût de 228 euros/m² habitable et bénéficie d'une aide de Rennes Métropole de 128 euros/m² habitable. L'acquéreur, de son côté, bénéficie d'une aide variant de 4 000 à 10 000 euros en fonction des revenus. La crainte de Rennes Métropole était de rencontrer « un sentiment de dépossession des décideurs locaux dans la fabrication de la ville ». À Saint-Gilles, les maisons se sont vendues très vite...



Perspectives du projet de Saint-Gilles

Architecte :

Clément Gillet - © Clément Gillet



Fosses : l'alliance du bois et du béton

- **Maître d'ouvrage** : France Habitation
- **Entreprise** : Sicra Ile-de-France (Vinci)
- **Maître d'œuvre** : Baudouin Bergeron Architectes
- **Bureau d'études** : LGX Ingénierie
- **Opération** : 31 logements BBC à Fosses (95) en conception-réalisation
- **Procédé constructif** : structure béton poteaux-poutres, façades préfabriquées bois
- **Coût** : 1545 euros ht/m² SHAB, hors VRD mais avec le traitement du parking



Perspective de l'opération de Fosses

*Architecte :
Baudouin Bergeron
Architectes*

*© Baudouin Bergeron
Architectes*

L'opération de Fosses est exemplaire au sens où elle allie bois et béton pour la construction d'un immeuble de logements, à Fosses : structure poteaux-poutres, façades bois. En fusionnant deux propositions du concours CQFD : celle d'Arbonis, qui préconisait le bois pour les enveloppes, une collaboration métal / béton pour les planchers, le métal pour les ossatures d'accompagnement extérieures, proposée pour le petit collectif, et celle de habitat Colonne, poteaux-poutres béton pour du collectif (toutes deux proposées par Vinci).

— Réunion de chantier

On ne dira jamais assez le charme des réunions de chantier, petit théâtre où se joue une pièce en train de s'écrire. Les garde-corps, ce sera sur plan ou sur site ? Alu ou acier ? La note de calcul d'acoustique pour les façades, elle en est où ? Quand est prévu l'essai d'acoustique ? Le SPS, qu'est-ce qu'il dit de l'accès à la petite toiture-terrasse inaccessible ? Portillon ? Pas portillon ? La réponse d'ERDF quant à l'arrivée du courant, quelqu'un l'a reçue ?

La grue sera démontée le 24 juin. En mai, le gros œuvre béton achevé, il est question des délais : fin juillet, il faudra que soit terminé le clos-couvert.

— Un chantier propre et moins pénible

Pour le conducteur de travaux, il s'agit d'un chantier pas tout à fait comme les autres pour un chantier de logements : la structure poteaux-poutres, les tables coffrantes et les façades en bois, ensemble, en font un chantier innovant. Un chantier « propre », moins pénible, et plus rapide.



Fabrication des façades en atelier

© GC



Thomas Barathon, conducteur de travaux: *Il y a des choses nouvelles sur le chantier : tout d'abord, l'utilisation des pré-murs et des poteaux. C'est pour nous un système constructif rapide, avec peu de finitions. Et ensuite, on a les façades en bois pour l'enveloppe, ce qui devrait assurer une isolation thermique efficace.*

Le chantier est rapide : il sera fini en treize mois au lieu de seize à dix-huit. Le bâtiment est simple, avec des étages identiques. On n'a pas d'acrotère en terrasse,

ce sont les façades qui forment acrotère et garde-corps : c'est moins de travail sur le chantier. Comme c'est le même industriel qui fait les façades et les balcons, on devrait éviter les ponts thermiques.

Pour les ouvriers, le travail est plus simple, moins physique. On n'a pas de banches. Et le chantier est nettement plus propre, avec moins de matériel, moins encombré. La pénibilité est réduite : un mur est posé en dix minutes. Le savoir-faire reste dans les cordes des ouvriers : il faut mettre des éléments d'aplomb, les implanter correctement, ce qui ne pose aucune difficulté particulière. Les poteaux sont plus longs à mettre en place que les pré-murs, ils mobilisent entièrement la grue, mais c'est tout de même très pratique.

Le chantier doit s'organiser autrement pour le coffrage des planchers : on utilise des tables coffrantes, qui assurent la sécurité des rives, et on n'a pas besoin de ceinturer le bâtiment de passerelles. Le système me semble très adapté à de plus grands chantiers, mais même pour un moindre chantier, c'est intéressant. On s'est rendu compte, en faisant, qu'il valait mieux installer les tables avant les poteaux, pour que ces derniers ne nous gênent pas. Des trames plus grandes nous auraient laissé plus d'espace pour optimiser la mise en place des tables.

Le système poteau-poutre, on y vient pour le logement, et j'aime bien qu'on fasse moins de béton. Le bois en façade, ça me plaît assez, c'est la première fois que je le fais. Il faudra être vigilant au niveau de l'étanchéité, mais le sous-traitant connaît son métier, il saura relever le défi.

Pour l'architecte : un sacerdoce

Les architectes de l'opération ont sollicité SICRA pour répondre à l'appel d'offres, lancé en conception-construction pour réduire les délais, le maître d'ouvrage devant assurer le relogement de locataires après démolition d'un bâtiment.

***Laurence Baudouin, architecte** : Nous sommes allées chercher SICRA : pour eux, c'est une petite opération, mais qui leur permet de réfléchir aux procédés de préfabrication bois, le bois n'étant pas leur cœur de métier.*

Le concours imposait des délais très courts, puisqu'il s'agit de reloger des gens après démolition d'un ancien bâtiment. L'urgence nous a invitées à nous orienter vers des procédés préfabriqués ou modulaires, mais SICRA n'était pas intéressé par le modulaire. Nous, nous étions intéressées par le bois, non pour la structure, parce que ça nous semblait trop cher, trop compliqué et trop contraignant. Nous sommes arrivés à la solution « Habitat Colonne » pour la structure, avec des façades préfabriquées en bois.

C'est la première fois que nous travaillons en conception-construction : tout le monde a joué le jeu, l'entreprise pour accepter le projet architectural et le respecter, nous pour optimiser le projet sans dépasser les coûts.

En imaginant un volume très simple, les architectes ont pu proposer trente et un logements au lieu des vingt-neuf prévus, ce qui a probablement emporté la décision, outre le respect du prix au m² de surface habitable : 1545 euros HT, hors VRD mais avec le traitement du parking. Le prix a été « ficelé » au stade de l'avant-projet. Tout devait être prévu, tous les matériaux étaient figés. En ce qui concerne les équipements, le maître d'ouvrage avait tout prévu dans son cahier des charges.

***Laurence Baudouin, architecte** : En définitive, on aboutit à une grande rapidité d'exécution, même si la grue est mobilisée plus longtemps. Évidemment, ça nous*

donne envie de recommencer des opérations en conception-construction ! À une réserve près : la généralisation de la procédure limiterait forcément le nombre de réponses, et autoriserait la main mise des entreprises sur la maîtrise d'œuvre.

Faire appel à des préfabriquations industrialisées, pour l'architecte, c'est efficace. La crainte est de se trouver à la merci des industriels, qui n'ont pas les mêmes contraintes que le chantier, dont les contraintes sont celles de la chaîne industrielle, ce qui peut enlever de la souplesse à l'entreprise qui construit. Les deux ne sont pas dans la même logique. À Fosses, tout se passe bien : SICRA maîtrise bien le procédé, l'entreprise qui fabrique et pose les façades est expérimentée. La compétence des entreprises, chacune dans son domaine, est indubitable.

© GC



***Laurence Baudouin, architecte** : Ducloux (entreprise de préfabrication des façades bois) devait livrer les façades dans des dimensions de 3 m sur 11, avec les menuiseries. Il faut leur demander pourquoi elles sont livrées dans des dimensions moindres (3 m sur 6), et sans les menuiseries. Peut-être pour des questions de transport. Cette différence ne change rien au projet, puisque de toute façon on ajoute un bardage vertical ajouré, qui laisse couler la pluie et garantit un meilleur vieillissement du bois : le bardage constitue comme une maille en Douglas massif, chaque lame étant constituée de deux lames collées qui rigidifient l'ensemble. Il faudra veiller à la qualité des joints entre chaque élément de façade.*

Le plus compliqué, dans cette opération, c'est de faire coexister filière bois et filière béton. En ce qui concerne la réglementation incendie et la réglementation acoustique, la tâche est plus complexe. Nous sommes obligés de procéder à des tests, de faire des aller-retour avec le bureau d'études. Les référentiels Cerqual Habitat Environnement, pour le bois, existent peu. L'examineur viendra sur place pour vérifier que le bâtiment répond bien aux critères BBC Effinergie. Il faut être motivé ! C'est un vrai sacerdoce !

En ce qui concerne les assurances, avec ce type de contrat, le maître d'œuvre ne porte pas la responsabilité de l'entreprise, il est mandataire seulement en ce qui concerne l'étude. Et dès qu'il s'agit du bois, les assurances demandent plus de garanties, considérant que c'est un facteur de risques supplémentaire. Ce qui leur fait peur, c'est le vieillissement du bois, et la qualité de son traitement, anti-fongique, etc. Là aussi, le recul manque.

Charpentier, ou industriel?

Dans le Gâtinais, remarquable plus par ses champs de blé que ses forêts, l'entreprise Ducloux a connu une transformation importante : d'entreprise de charpente traditionnelle, elle est devenue industrie de la charpente, et filiale de Arbonis Construction (une des cinq entités d'Arbonis), groupe Vinci, depuis décembre 2010. C'est elle qui fabrique et pose les façades de l'immeuble de Fosses, après avoir repris à zéro l'ensemble des études à partir des plans des architectes.

© GC



Entreprise de charpente traditionnelle, l'entreprise Ducloux se sent désormais versée du côté de l'industrie : pourquoi ? Parce que les méthodes de production ont évolué. Le schéma productif, pour le bois, est similaire à celui de Decomo pour le béton : c'est du bureau d'études que tout part. Toutes les pièces à créer sont calepinées, dessinées, ici aussi au millimètre. Les fichiers de données sont transmis à l'une des deux machines à commandes numériques situées dans l'atelier, un vaste hangar clos. La machine rabote et taille toutes les pièces de bois, avec tenons et mortaises. C'est ensuite sur de grandes tables que sont montées les façades, avec inclusion de laine de verre et de pare-vapeur imper-respirant. L'ensemble des façades est emballé dans un textile intissé. Pourquoi de la laine de verre, pas de la laine de bois ou de la cellulose ? Pour des raisons de coût. Et parce que le projet était plus orienté « thermique » que « développement durable » : « Il fallait choisir ».

C'est pour des raisons de transport et de gabarits routiers que la taille de chaque pièce de façade a été réduite à six mètres sur trois, et que les menuiseries ne sont pas posées en atelier. Mais c'est l'entreprise qui assurera la pose des menuiseries. Pour M. Colas, directeur

technique chez Ducloux, « 50 % du bâtiment sort des ateliers ». Il aura fallu seulement un mois et demi pour produire 1 600 m² de façade.

© GC

41



De même que l'entreprise, avec de nouvelles méthodes et l'obligation de s'organiser selon un planning des plus précis (« il y a dix affaires qui poussent... »), se range du côté de l'industrie, elle hésite à se classer dans le gros œuvre : « On se sent plus du côté du second œuvre, désormais ». C'est l'image même de l'entreprise qui change...

Les métiers, au sein de l'entreprise, évoluent : les tailleurs, chefs d'équipe, ont été formés pour piloter les robots. Les nouveaux, eux, « n'ont pas les réflexes de charpentiers », ils ont une formation de fraiseurs. M. Colas remarque qu'il pourrait embaucher dix personnes, mais qu'il ne les trouve pas.

Phénix évolution : l'industrialisation sur mesure

- Isolation par l'extérieur (maison de 100m²) : 20 à 25 000 euros
- Aménagement de combles : 30 à 35 000 euros (agrandissement de surface)
- Changements des menuiseries extérieures : 7 à 8 000 euros



Avant

© Phénix évolution

Après

© Phénix évolution



A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

L'entité Phénix Evolution a été créée juridiquement il y a trente ans. dans un premier temps le groupe Phénix, préoccupé par la baisse d'activité dans la construction neuve,

décidait de s'ouvrir à l'amélioration de l'habitat en créant un service dédié. Ce service s'est tout d'abord intéressé aux maisons Phénix à ossature métallique (210 000 maisons construites) puis aux maisons maçonnées. Cette orientation vers les maisons maçonnées a été un échec avant d'être repensée en 2005.

En 2005, une nouvelle approche est mise en place :

- axée sur des réalisations de constructeurs de maisons individuelles qui ont intégré au fil du temps les différentes réglementations,
- en mettant au point des solutions techniques : augmentation de surfaces en acier, isolation par l'extérieur, menuiseries performantes...

Les solutions à ossature métallique adaptées à l'existant ont été développées avec Arcelor, les usines Phénix tournant à plein avec la construction neuve. Elles ont ensuite été réintégréées car la conjoncture dans le neuf s'était dégradée.



Pose d'une nouvelle charpente avant dépose de l'ancienne
© Phénix évolution

Les partenaires historiques de Phénix se sont engagés dans des études pour proposer des offres techniques adaptées à l'existant. Le critère était d'obtenir une rapidité d'intervention sur les chantiers, par exemple d'ajouter une ouverture sur un mur pignon en demi-journée grâce à la préparation en amont dans l'atelier de l'industriel. Aujourd'hui Phénix Évolution veut créer sur le parc existant le même métier que celui de constructeur de maisons individuelles en neuf. Sur plus de 4 000 interventions par an, 400 à 600 sont des augmentations de surface, avec un montant significatif de travaux.

Produits semi-industrialisés

L'industrialisation en rénovation passe par des produits semi-industrialisés, associant un maximum de préparation en atelier et un minimum d'intervention sur le chantier avec une manutention réduite. Les opérateurs travaillent avec des éléments manu portables qui s'assemblent sur le chantier. Tout est en filière sèche : structure métallique, fondations, planchers en acier, panneaux en acier et polyuréthane, et bientôt panneaux en bois et polystyrène. Les panneaux en acier, utilisés dans des projets industriels, des villages de

vacances puis adaptés à la maison individuelle, sont constitués de 50 mm de mousse de polyuréthane et de deux lames d'acier pré-laqué. L'augmentation des prix de l'acier a imposé de chercher d'autres solutions d'où la solution panneaux bois/polystyrène disponible depuis la fin 2010. Les travaux de chantier sont réalisés par les cent cinquante ouvriers de Phénix Évolution formés au procédé dans son centre de formation et par une série de sous-traitants réguliers qui se sont spécialisés. Exemple : pour l'isolation par l'extérieur, les ouvriers de Phénix posent l'isolant et une entreprise extérieure fait le ravalement.

L'outil « Odmir4 »

L'*Outil d'aide à la Décision pour des Maisons Individuelles Réhabilitées facteur 4* est un projet retenu par la Fondation Énergie Bâtiment¹⁰, présenté par un consortium réunissant autour de Phénix Évolution, le CSTB, Armines et EDF R&D. L'objectif de ce projet de recherche était de définir des axes innovants de réhabilitation permettant d'aller dans le sens d'une réduction d'un facteur 4 des dépenses énergétiques pour les maisons existantes. Pour cela il fallait dégager des solutions de réhabilitation industrialisables pouvant être proposées aux propriétaires de maisons individuelles dans le cadre de demandes d'amélioration du logement.

Il s'agissait :

- d'évaluer les besoins de réhabilitation à partir d'informations succinctes sur le bâtiment visé et d'une connaissance du parc Géoxia de maisons réalisées par le Groupe ou de maisons d'autres marques dont la technologie de construction est similaire (maçonnerie, charpentes bois industrielles, et second œuvre en filière sèche) afin d'établir un diagnostic ;
- de recenser et d'évaluer les solutions de réhabilitation actuellement proposées sur ces maisons individuelles (renforcement de l'isolation et des murs et planchers hauts, changement des menuiseries, des équipements de chauffage, des équipements de ventilation et de gestion d'énergie) en veillant à la cohérence globale ;
- d'étudier un planning de travaux étalé dans le temps afin de correspondre aux possibilités financières des acteurs et d'optimiser la performance sur la durée ;
- de développer des packs de rénovation associant à la fois des technologies classiques (pompes à chaleur...) et des technologies très innovantes (systèmes solaires, micro-cogénération...), en travaillant sur la cohérence de leur assemblage et sur les possibilités d'industrialiser les packs ;
- d'aider le propriétaire de maison individuelle à la prise de décision pour des travaux de réhabilitation, en proposant à l'aide d'un logiciel des solutions évolutives et cohérentes adaptées à la maison ciblée et au budget disponible, dans une démarche d'amélioration progressive ;
- d'évaluer les outils sur un panel de cas concrets afin de les valider ;
- d'évaluer la généralisation de la démarche à l'ensemble du parc de maisons individuelles.

Les solutions proposées

Odmir 4 est opérationnel et utilisé par les commerciaux. Il s'appuie sur un travail amont de trois ans du CSTB pour mettre au point les bases et les calculs propres au logiciel. Ce logiciel pédagogique et interactif est simple dans son application (voir schéma).

¹⁰ Un premier appel d'offres lancé par la Fondation énergie Bâtiment en 2005 visait à la réalisation de programmes de recherche et de développement permettant de faire évoluer la situation dans le domaine des travaux en maisons individuelles existantes, notamment par l'émergence progressive d'« améliorateurs du logement ».

> **Etape 1** : description de l'habitat : lieu, année de construction, type de maison, orientation, surface...

> **Etape 2** : visualisation de l'étiquette énergie de la maison.

> **Etape 3** : proposition de solutions classiques ou innovantes pour améliorer les performances énergétiques. On détecte par ordre de priorité les solutions permettant de réaliser des gains énergétiques. Il faut suivre une démarche logique et travailler sur l'efficacité du bâti avant de s'attaquer aux équipements. Les équipements peuvent être installés dans un second temps.

Les solutions proposées peuvent faire l'objet d'assemblages, assortis de budgets et pour lesquels s'affichent les progrès en termes d'économie d'énergie primaire et de rejet de CO₂. Les équipements proposés ont été étudiés avec des industriels :

- isolation par l'extérieur : panneaux de polystyrène expansé (12 cm) fixés contre les murs par des profilés et recouverts d'un enduit mince armé, avec en finition un revêtement plastique épais à base de liant organique ;
- menuiseries équipées de double vitrage à lame d'argon et à faible émissivité. Des ouvertures peuvent être créées ou modifiées pour favoriser des apports solaires par une meilleure exposition ;
- isolation dans les combles ;
- pompe à chaleur : maison dotée d'un système global intégré de chauffage, climatisation et filtration d'air. Système Ribo ;
- chauffe-eau solaire : système développé avec Velux. Chauffe-eau thermodynamique avec Tresco ;
- ventilation hygro B ou double flux, aspirateur centralisé de poussières avec une entité centrale et des prises à chaque étage. En partenariat avec Aldes.

Une année d'utilisation

L'ensemble des VRP de Phénix Évolution a bénéficié à ce jour d'une mise à niveau des compétences à l'usage de l'outil informatique, d'une formation à l'utilisation du logiciel Odmir 4 et d'une formation « techniques de ventes » intégrant l'utilisation de l'outil informatique.

On constate que les financements afférents à la performance énergétique et la sensibilisation accrue des habitants aux questions énergétiques et environnementales créent une demande de travaux avec un objectif d'économie d'énergie.

▪ Premier commercial de Phénix : « 9 sur 10 »

> **Comment percevez-vous, en tant que commercial, l'outil Odmir 4 ?**

C'est un outil d'aide à la décision, il rend concret ce que l'on dit. Si les prospects viennent pour de petits travaux, on n'utilise pas l'outil. Mais dès qu'ils demandent une isolation par l'extérieur ou une isolation des combles perdus, ou qu'ils veulent changer leurs menuiseries extérieures, on utilise ODMIR. Dans le cas des fenêtres, on essaie de montrer que si la maison est mal isolée, ils vont économiser peu de kWh, d'ailleurs l'étiquette bouge peu. Mais s'ils ont vu trois sociétés qui proposent des doubles-vitrages ce n'est pas facile de leur faire changer d'avis. Alors qu'avec une isolation des murs l'étiquette bouge et l'on peut bénéficier du prêt à taux zéro, ce qui n'est pas le cas pour les fenêtres. Le prêt est un argument, et parfois je viens pour des fenêtres et je repars avec l'isolation. On commence à leur dire qu'ils vont devoir faire attention car à partir du 1^{er} janvier 2011 : l'étiquette va paraître partout lors des ventes.

> **Est-ce que cet outil fait évoluer votre métier ? En quoi ?**

On va vers un rôle de technicien conseil, on n'est plus un VRP pur. Comment le prospect perçoit-il cet outil d'aide à la décision ?

Certains sont épatés, ils voient les calculs, d'autres se disent que c'est normal dans une grande société d'avoir de tels outils. Le client a généralement les informations, et nous-mêmes connaissons bien les maisons Phénix. S'il manque des informations, je ne fais pas la simulation. Aujourd'hui, le prospect qui visualise l'étiquette est plus sensible aux gains sur la consommation qu'à la lettre de classement dans le DPE.



*Pose de l'isolation par l'extérieur
© Phénix évolution*

> Qu'en est-il des budgets ?

Attention ! Dans la Somme et dans l'Oise, de nombreuses maisons nécessiteraient 60000 euros de travaux pour l'isolation par l'extérieur, le double vitrage, la pompe à chaleur, des capteurs solaires : on ne peut pas tout refaire. Jusqu'en 1975, les maisons n'étaient pas isolées et les dalles étaient apparentes, ce qui n'est pas très beau. Si l'on propose une isolation par l'extérieur de 12 cm on bénéficie de l'avantage fiscal, si l'on propose une insufflation dans la lame d'air (9cm), moins chère, on perd l'avantage fiscal. Les maisons à partir de 1982 sont isolées. Si le ravalement est en mauvais état on peut proposer des procédés d'aujourd'hui et on va avoir un mur de 33 cm : on arrive à B sur l'étiquette. Tout dépend des budgets, de l'âge de la maison, on peut transformer une maison des années 80 en maison d'aujourd'hui !

> Le système peut-il fonctionner pour d'autres maisons ?

Je ne suis pas sûr que le logiciel fonctionne avec des maisons autres que celles du système constructif Phénix. Mais je l'ai fait sur une maison en Siporex pour un aménagement de combles. Quand on arrive avec notre technologie en acier galvanisé, cela les intéresse car la mise en œuvre est rapide, il n'y a pas de temps de séchage. L'aménagement des combles c'est parfait, on augmente la surface et on optimise le confort sans surconsommation d'énergie !

> Alors cet outil ?

Je suis le plus ancien à m'en servir, je le note 9 sur 10.

▪ Second commercial de Phénix: « une carte en plus »

> Comment percevez-vous, en tant que commercial, l'outil Odmir 4 ?

C'est une carte à jouer en plus, une aide à la vente. Si cela ne correspond pas aux attentes du prospect on lui laisse des éléments, on lui imprime l'étiquette en lui disant que

ce n'est pas un DPE. Je ne l'utilise pas avec tout le monde. Cela dépend des travaux demandés, de l'âge de la maison. Si la maison est ancienne cela vaut le coup. Ou s'il y a un aménagement de combles avec une bonne isolation, l'agrandissement de surface n'entraîne pas un surcoût de consommation. Les économies d'énergie cela commence à entrer dans la tête des gens car on communique beaucoup notamment dans notre groupe. Cela peut permettre une vente additionnelle.

> Est-ce que cet outil fait évoluer votre métier ?

Non, c'est une carte en plus. Ce qui a été une révolution c'est l'informatique. Cet outil est bien fait, il y a quelques améliorations à apporter, par exemple ajouter des modes de chauffage. Je l'avais testé avant de l'utiliser avec les clients pour éviter toute contre-performance.

> Comment le prospect perçoit-il cet outil d'aide à la décision ?

Il apprécie, cela fait sérieux. L'interactivité plaît. Les clients sont novices, ils ne connaissent pas bien leur maison. En général, ils ne connaissent même pas l'âge de leur ballon d'eau chaude... Devant l'étiquette énergie, les prospects voient leur situation actuelle et l'impact de travaux. Cela les interpelle. Mais attention, si les travaux souhaités font peu bouger l'étiquette cela peut bloquer une vente. Or nous sommes des commerciaux ! Travailler sur le bâti cela commence à rentrer dans les esprits. Avant c'était la chaudière, maintenant c'est l'enveloppe...

> Et la question des budgets ?

La plupart des clients ont des petits budgets. Dès qu'ils dépensent plus de 10 000 euros ils veulent un retour sur investissement. Si on a une demande d'isolation extérieure, en particulier sur des maisons des années 70, cela va faire bouger l'étiquette et économiser. En plus il y a le prêt Eco PTZ qui aide financièrement. Sur des maisons des années 1985/1990 déjà isolées au niveau des murs, les demandes porteront sur le double-vitrage. Mais là attention l'étiquette va peu bouger...

Sur une maison de 1979 à la campagne on peut faire passer l'étiquette de F à B avec une isolation extérieure, un double vitrage, une pompe à chaleur et un chauffe-eau solaire, soit environ 60 000 euros de travaux pour une économie annuelle de 1 000 euros.

Je viens pour des travaux souhaités, si le prospect est réceptif pour autre chose, j'utilise l'outil Odmir 4. Mais on ira de plus en plus sur un volet énergie dans les travaux. D'autant que les clients commencent à penser à la revente.

Maison kokoon : maisons groupées ou isolées

- **Lieu** : Contrexéville et autres lieux
- **Type** : Maison bioclimatique, tout bois, filière sèche
- **Procédé constructif** : Ossature bois
- **Coût** : 100 000 € pour 86m² (BBC Effinergie), soit 1160 €HT / m² SHAB

La maison kokoon est réalisée avec une ossature bois (origine Vosges), des menuiseries bois, un bardage bois et une isolation en fibre de bois et laine de chanvre. Ces éléments sont préfabriqués en usine et assemblés en filière sèche. Le procédé utilise des techniques et éléments simples, néanmoins caractérisés par une haute performance environnementale, avec l'objectif de les démocratiser par des constructions à bas coût.

Photos de maisons basse consommation BBC ou passives en ossature-bois

*Source :
www.maison-kokoon.fr*

© La maison Kokoon



A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

— Modes d'intervention multiples

Les acteurs de la construction sont multiples, et pour le moment ne semblent pas totalement stabilisés. Maison Kokoon, Gico, Novémia... Chacun se présente comme le spécialiste de la maison bois BBC, qu'il s'agisse de maisons isolées ou de maisons groupées.

Novémia intervient auprès des bailleurs sociaux, des collectivités et des investisseurs privés, sous forme d'habitat groupé individuel et semi-individuel ou encore du petit collectif ; elle monte elle-même des opérations de promotion immobilière avec les techniques de base des maisons Kokoon en les adaptant aux demandes spécifiques des maires et des bailleurs. Deux types de maisons sont réalisées : ossature bois avec bardage bois, ou ossature bois avec enduit. Dans les deux cas on bénéficie d'un bon niveau de performance énergétique, maîtrisée en amont dès l'usine : « À Jarville, pour le test primaire d'étanchéité à l'air, on est à 0,4 ».

Qu'il s'agisse de maisons isolées réalisées dans le cadre d'un contrat de construction de maison individuelle ou de maisons groupées dans une opération de promotion, le système constructif de base est le même. Gico, petit industriel du bois, fabrique et fait réaliser par ses équipes.

La maison Kokoon et le concept EcoSquare, labellisés CQFD, ont été expérimentés à Contrexéville. Aujourd'hui des adaptations de l'EcoSquare ont été faites sur différents programmes sans qu'il soit fait référence à CQFD parce que la structure ne se sent pas suffisamment forte, d'autre part parce que les réponses aux maîtres d'ouvrage sont restées sans effet.

Valider le procédé

En 2009, un premier programme, à Champigneulle (trois maisons individuelles accolées T4+, livrées en « prêtes à décorer » avec un jardin privatif de 160 m²) a permis de répondre aux contraintes d'étanchéité et de valider le ciblage THPE. Il résultait d'une collaboration entre Gico et SLH (Société lorraine d'habitat), l'usufruit en PLS sur 15 ans ayant été vendu à SLH et la nue-propriété à des propriétaires privés.

Le programme de Contrexéville, achevé à l'automne 2010, a permis de valider le concept « EcoSquare », même si le projet a été revu à la baisse. Seules quatre maisons (accolées deux à deux, deux maisons T4 de 88 m² et deux maisons T5 de 95 m²) ont été construites, contre les douze prévues initialement. Nestlé Waters, l'un des principaux employeurs de la ville, ayant conduit un plan social, les deux tiers des commandes ont été annulées. « Les prix ayant été calculés sur douze maisons, l'opération sort du cadre financier fixé ». L'opération a bénéficié du Pass Foncier afin d'offrir un niveau de maison passive compatible avec les revenus des primo-accédants.

La construction est en ossature bois d'épicéa du nord, le bardage se compose d'épicéa teinté sous pression et d'un parement métallique. La stratégie énergétique, pour atteindre le niveau BBC, vise une consommation inférieure à 15 kWh/m²/an : l'enveloppe passive est constituée d'une ossature bois isolée par l'extérieur (fibre de bois ou laine de chanvre), avec des menuiseries triple vitrage à lame argon et de grandes ouvertures au sud. Ces dispositions sont complétées par une ventilation à double-flux, un chauffage d'appoint à condensation ou un poêle à bois et un chauffe-eau solaire thermique individuel (en option et selon étude thermique). La structure comme les menuiseries extérieures sont réalisées par des entreprises locales.

Cette opération a permis de valider la qualité technique du projet et d'atteindre le niveau BBC avec énergie renouvelable.

Les maisons Kokoon, déclinées ou non en EcoSquare, présentent des volumes cubiques simples, un maximum de volume habitable avec un minimum de parois, « *la compacité étant une garantie d'efficacité énergétique* ». Le concept « EcoSquare » prévoit un jardin privatif pour chaque logement, un square collectif, des aires de jeux pour les enfants, des stations de vélos à usage collectif.

Les produits proviennent pour 85 % de la région : la robinetterie de la Meuse, les radiateurs d'Alsace, les tuiles de Remiremont ou de l'Aube, les sanitaires de Champagne...

Toute la construction hors les lots techniques est réalisée par les équipes de monteurs de Gico, titulaires de CAP ou de BTS de charpente couverture. Pour l'avenir Gico, Novémia et un bureau d'architectes se dotent d'une organisation pour répondre à des consultations en conception- réalisation BBC.

■ **Gico** : « *En filière sèche, les chantiers présentent des avantages indéniables : maîtrise du planning, pas d'aléas, propreté, riverains satisfaits car il y a peu de bruit. La coque est tout de suite implantée dans le paysage ce qui introduit de la gaieté !* »

Une implantation locale

À Damelevières (54) et à Thaon-les-Vosges (88), Novémia a dû renoncer à des projets du type EcoSquare (seize et treize maisons BBC).

« Dans les zones rurales les habitants veulent un jardin, un garage ce qui conduit à des opérations classiques. L'EcoSquare est plus adapté aux zones urbaines où le coût du foncier est élevé et où le square collectif prend tout son sens. »

C'est le cas à Jarville dans le Grand Nancy où tous les principes de l'EcoSquare sont appliqués. Quinze logements vendus en accession sociale sont en cours de construction sur 4 400 m².

Les accédants bénéficient d'un prix de vente fixé par délibération de la Communauté Urbaine du Grand Nancy (2 150€ TTC avec une TVA à 5,5 %), d'une prime de 5 000 € versée par la CUGN, et de la possibilité d'une prime de 8 000 € versée par la région Lorraine au titre de l'achat d'une maison labellisée BBC.

Une seconde opération qui associe dix logements pour la SLH et treize en accession privée est en cours de commercialisation.

À Woippy (57), Novémia vient de déposer son troisième permis de construire. La municipalité, motivée par le projet qui discuté de concert, a accepté une modification du PLU. C'est douze logements qui seront construits avec une densité forte. Trois parkings par maison réduisent à la fois la taille des jardins privatifs et celle du jardin collectif.

À Boulay-Moselle (57), une opération de douze maisons est en cours de réalisation. Elle s'inscrit dans un contrat cadre de deux ans, en conception réalisation, que Novémia et LogiEst (important opérateur lorrain de construction sociale) ont remporté, ce qui permet un effet d'échelle et une réduction des prix au m².

Novémia s'estime bien placée au niveau des prix par rapport au béton pour des programmes BBC (entre 1 150 et 1 250 euros ht le m² habitable) avec des délais beaucoup plus courts (cinq à sept mois de construction pour des opérations de douze à seize maisons).

Low cost ou haut de gamme?

En maison individuelle isolée, une demande récente sur le haut de gamme a fait évoluer la stratégie du groupe Gico :

Gico : « Une forte demande pour le haut de gamme, de 1 500 à 2 000 euros le m², a fait passer au second plan l'activité des maisons pour l'auto-construction ou low cost. La nouvelle usine située à Épinal, d'une surface de 7 000 m², permettra d'augmenter la production en 2012, mais cela suppose de pouvoir recruter de nouvelles équipes de montage ».

Big Box : trop d'audace?

- **Nom** : Big Box
- **Architecte** : Alter Smith
- **Entreprise** : Construction Millet Bois
- **Type** : Maison individuelle en bande bois + métal



Prototype maison
Big Box
Architecte :
Alter Smith
© Alter Smith

Big Box, lauréat de l'appel à projets CQFD, n'a pas encore donné lieu à une réalisation. L'équipe a proposé le procédé soit dans des opérations de concours classiques, soit dans des opérations de conception-réalisation.

Un prototype a été réalisé pour le salon de la maison bois d'Angers.

Le projet

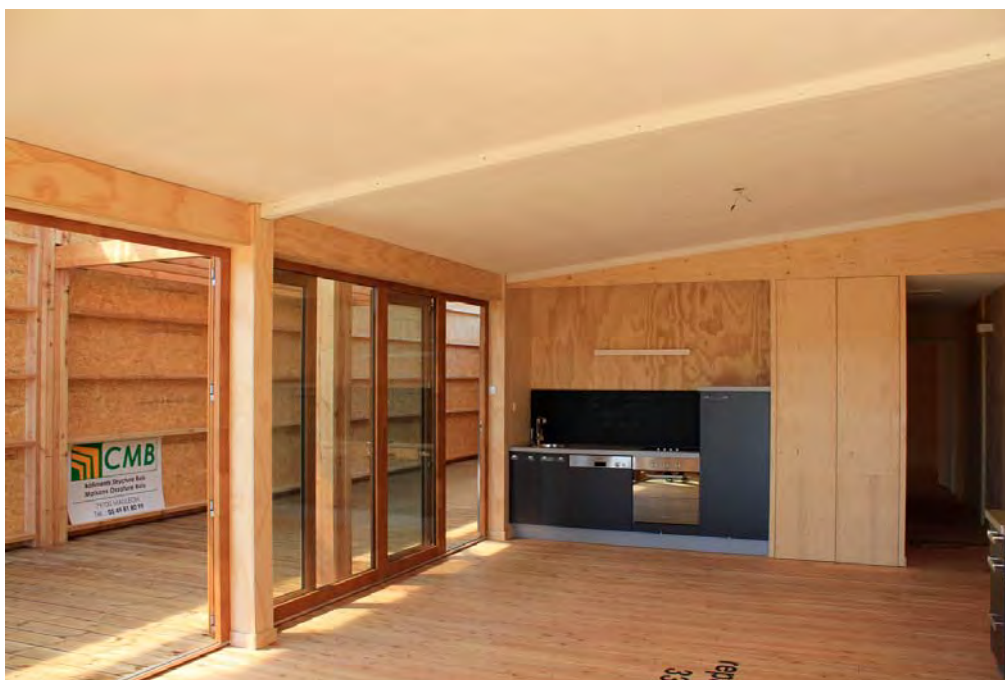
Le projet Big Box propose une gestion originale des relations espace public - espace privé, des surfaces supplémentaires non chauffées, ouvertes à des usages nouveaux, permettant une évolutivité et un agrandissement depuis l'intérieur, une optimisation des performances thermiques par l'espace tampon et les apports passifs. Le système constructif fait appel à des matériaux standardisés en bois (structure : matériaux type LVL pour la réalisation d'une structure légère ; enveloppe : panneaux bois, doublage isolant et menuiseries DV ou polycarbonate translucide ; filière sèche (sauf dalle béton + relevés étanchéité), mise en œuvre conventionnelle. L'innovation majeure est l'utilisation du Kerto, matériau de type LVL (*laminated veneer lumber*, poutres de placages de bois lamellées), générant des structures bois très légères et fiables sur le plan mécanique, que l'entreprise Millet fabrique et pose.

Concours perdus ou en attente de réponse

- Concours conception réalisation à Saint-Hilaire-de-Riez en Vendée lancé par Vendée Habitat et gagné par Bénéteau Habitat (quinze logements). Vendée Habitat a déclaré

apprécier le projet. « Il s'agissait d'une procédure étrange avec des délais très courts et un plan-masse mal conçu que l'équipe d'Alter Smith n'a pas voulu suivre... »

- Appel à concours ouverts aux lauréats de CQFD par l'OPH de l'Ondaine à Chambon-Feugerolles (Loire) pour trente maisons. La réponse est en attente. Alter Smith a adapté le procédé Big Box au contexte et au terrain.
- Concours classique par Habitat Sud Deux Sèvres, gagné par un architecte local (opération mélangeant maisons individuelles et petits collectifs)
- Avec Habitat 44, Alter Smith a remporté il y a dix-huit mois un concours, mais alors que l'équipe avait travaillé jusqu'à l'APD, le maire a refusé le permis de construire. Il n'aimait pas le projet Big Box. Alter Smith recommence avec un projet plus « sobre ».
- Contacts avec l'aménageur de la ZAC de Coueron, dans l'agglomération nantaise : un îlot qui permettra la réalisation de neuf maisons a été aménagé. L'aménageur vendra au client un terrain avec le permis de construire le client passant ensuite un contrat de maîtrise d'œuvre avec Alter Smith et un contrat d'entreprise avec CMB ;
- D'autres contacts mûrissent près de Nantes, mais le passage à l'acte est difficile.



© Alter Smith

Les raisons des difficultés

> Pourquoi ces difficultés à concrétiser les projets?

Alter Smith : « Les maires, plus particulièrement des communes rurales ou moyennes, craignent l'aspect extérieur du projet. Ils veulent du parpaing avec un enduit et un toit en ardoises ou en tuiles, selon les zones. Ils ne veulent pas choquer les riverains. Les avantages du procédé : délais courts, maisons BBC voire plus ne les convainquent pas ! »

> Est-ce que les avantages en termes de délais et de prix avancés dans la réponse au PUCA restent aujourd'hui des arguments même si aucune réalisation n'a vu le jour ?

Alter Smith : « Sur les délais, il ne devrait pas y avoir de problèmes, sur les prix c'est un peu difficile car Construction Millet Bois a beaucoup investi, notamment avec le prototype... À Coueron, le T4 sera à 104 000 euros contre 94 000 euros annoncés dans la réponse au PUCA. À Nantes les maîtres d'ouvrage sociaux disent que les prix sont trop élevés... »

Pour en finir avec l'automobile

Dès lors que l'on évoque, dans le secteur de la construction, quelque forme d'industrialisation, surgit le spectre, et le modèle, de l'industrie automobile. On ajoute immédiatement : mais l'industrie automobile produit des objets en série...

Industrialisation : pour l'INSEE, « en première approximation, relèvent de l'industrie les activités économiques qui combinent des facteurs de production (installations, approvisionnements, travail, savoir) pour produire des biens matériels destinés au marché. » L'industrie de la construction est donc, d'emblée, une industrie, distincte de l'artisanat, où les « facteurs de production » sont portés par un individu.

Le processus d'industrialisation du chantier, à l'intérieur de l'industrie de la construction, peut être entendu de plusieurs manières :

- intégration plus ou moins poussée d'éléments industrialisés : équipements, façades préfabriquées en béton ou en bois, poteaux et poutres, canalisations, câbles...
- industrialisation du bâtiment lui-même, à travers la construction, en atelier, d'éléments modulaires « prêts à l'emploi » ;
- industrialisation au sens de la mise au point d'organisations reproductibles... Il semblait intéressant, pour interroger le processus industriel, de se tourner vers une industrie produisant des objets non en grande série, mais dans des formats chaque fois spécifiques. Le secteur de la machine-outil destinée à l'emballage semble, de ce point de vue, non un « modèle », mais un domaine où la comparaison est pertinente :
 - coût d'une machine : de 2 à 3 millions d'euros ;
 - poids d'une machine : de 2 à 3 tonnes (nécessite des « fondations ») ;
 - durée de fabrication : de 6 à 10 mois ;
 - existence de machines « standard », qui sont rarement acquises en l'état par un client, maître d'ouvrage ayant à chaque fois des exigences spécifiques (la personnalisation des machines représente, en moyenne, 10 % du prix final de la machine).

Les machines en question s'appellent banderoleuse, plieuse, encaisseuse, palettiseur, sleeveuse, cellophaneuse. Il s'agit de conditionner des produits agro-alimentaires (yaourts, crème, lait...), pharmaceutiques (pilules, gélules, onguents...) ou cosmétiques (crèmes, parfums, etc.), en assurant ce conditionnement depuis la fabrication du conditionnement jusqu'à la mise en palettes des produits.

Le travail « amont » est assuré par une double maîtrise d'œuvre : le client et l'industriel, qui effectuent en équipe, lors de « réunions de chantier » le travail de définition de la machine. Chaque réunion fait l'objet d'un procès-verbal où sont consignés tous les détails : si le client a une préférence pour un fournisseur, par exemple d'un compresseur, l'industriel en tient compte pour la fabrication, mais précise immédiatement que la responsabilité du fonctionnement du dit compresseur est du ressort du client.

De même, si le client fait le choix du bureau d'études qui se prononcera sur les conditions d'installation de la machine (en fonction du poids, des vibrations, etc.), il portera l'entière responsabilité de la stabilité de la machine. L'industriel définit, dès le départ, la nature de ses responsabilités civiles, s'engage sur des performances et des délais. L'ensemble des prestations est contractualisé à la commande (livraison, formation des personnels, assistance technique). Un seul et unique document est partagé tout au long du processus.

L'organisation ne souffre que deux variantes :

- pour les PME, l'équipe, d'une dizaine de personnes, reste identique du début à la fin ;

- dans les grands groupes (Nestlé, l'Oréal, Glaxo...), une première étape est assurée par les bureaux d'études internes, avec un chef de projet qui élabore un cahier des charges, dans une logique de standardisation internationale qui leur est propre (par exemple : même machine pour tous les « pâteux »). Les contrats sont, dès avant la signature, confiés à des cabinets d'avocats spécialisés. Dès lors que le contrat est signé, l'équipe première sort du jeu, et les responsabilités sont externalisées, sous-traitées à des entreprises spécialisées.

L'industriel peut vendre à perte : le SAV, obligatoire, représente, par an, de 1 à 5 % de la machine, qui a une durée de vie de 20 ans, ce qui permet de réduire, voire d'annuler, la marge initiale.

Toutefois, aucune machine n'est jamais parfaite : au moindre problème, les affaires se règlent au tribunal. Mais l'industriel s'est doté d'un outil, initialement considéré comme « formel », mais qui s'avère être d'une bonne efficacité : le « dossier de qualification » (conceptuellement, le DOE, dossier des ouvrages exécutés, dans le secteur de la construction) qui décrit par le menu toutes les caractéristiques de la machine, et qui s'avère être l'outil par excellence du « débogage » de la machine livrée. Ce dossier de qualification entre pour 5 % dans le prix de la machine.



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du
Développement
durable,
des Transports
et du Logement

Direction Générale
de l'Aménagement,
du Logement
et de la Nature

Le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA), depuis sa création en 1998, développe à la fois des programmes de recherche incitative, des actions d'expérimentations et apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

Il est organisé selon quatre grands départements de capitalisation des connaissances : **Société urbaines et habitat** traite des politiques urbaines dans leurs fondements socio-économiques ; **Territoires et aménagement** s'intéresse aux enjeux du développement urbain durable et de la planification ; **Villes et architecture** répond aux enjeux de qualité des réalisations architecturales et urbaines ; **Technologies et construction** couvre les champs de l'innovation dans le domaine du bâtiment. Le PUCA développe une recherche incitative sur le **futur des villes à l'impératif du développement durable**.

Ce plan 2007-2012 se décline selon huit programmes finalisés dont les objectifs de recherche répondent aux défis urbains de demain. Ces programmes sont accompagnés d'ateliers thématiques, de bilans de connaissances et de savoir-faire, ainsi que par des programmes transversaux à l'échelle des territoires et des villes et à l'échelle européenne, avec la participation du PUCA à des réseaux européens de recherche.

Le PUCA, par ailleurs, assure le secrétariat permanent du programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT).

plan urbanisme construction architecture

► Le gouvernement des villes et la fabrique du bien commun

Planification sociale de l'urbain et des services publics
Citoyenneté et décision urbaine
Intercommunalité et métropolisation
Normes et fabrique du bien commun

► Le renouveau urbain

Rénovation urbaine et mixité sociale
Renouvellement et recomposition des quartiers
Créativité et attractivité des villes

► L'avenir des périphéries urbaines

Qualité et sûreté des espaces urbains
Architecture de la grande échelle
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité
Systèmes périurbains et coûts d'urbanisation
Dynamiques et pratiques résidentielles

► Comportements résidentiels et défis démographiques

Vieillesse de la population et choix résidentiels
Habitat et services aux personnes âgées
Évolutions démographiques et inégalités territoriales

► Accès au logement

Trajectoires résidentielles
Recompositions institutionnelles de l'offre de logement
Modes et formes de l'hébergement
Économie foncière et immobilière

► L'innovation dans l'architecture et la construction

Logements optimisés : coûts, qualité, fiabilité, délai
Concept qualité, habitat, énergie
Logement design pour tous
Évaluation énergétique du patrimoine existant (PREBAT)
Bâtiments démonstrateurs (PREBAT)
REHA (PREBAT)

► Territoires et acteurs économiques

Espaces urbains et dynamiques économiques
Lieux, flux, réseaux dans la ville des services
Développement économique local et mondialisation
Économie de l'aménagement
Attractivité des territoires

► Vers des villes viables et acceptables

Politiques territoriales et développement durable
Risques technologiques : enjeux économiques et territoriaux
Villa urbaine durable
Quartiers durables
Aménagement et démarches HQE
Collectivités locales et politiques énergétiques (PREBAT)
Collectivités locales et défi climatique (PREBAT)

PUCA
Plan Urbanisme Construction Architecture

Grande Arche de la Défense
Paroi Sud
92055 La Défense cedex
tél. 01 40 81 24 30
fax 01 40 81 63 78
www.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca

À bâtiment exemplaire chantier exemplaire?

Dossier d'analyse

plan urbanisme construction architecture **PUCA**



Gisèle Cloarec
Marie-France Gueyffier

- Bâtiments exemplaires BATEX -

À bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Dossier d'analyse

Gisèle Cloarec, consultante
Marie-France Gueyffier, consultante

Janvier 2012

Le but du programme BATEX est de constituer un corpus de références sur des bâtiments résidentiels ou tertiaires, permettant d'analyser les innovations mises en oeuvre dans différents domaines relatifs à la qualité de la construction. Dans quelle mesure ces innovations donnent-elles un caractère d'exemplarité au bâtiment considéré, telle est la question posée, justifiant des observations, évaluations ou analyses sur différentes réalisations.

Dans le cadre de BATEX, il s'agit d'analyser, en inscrivant la ou les opération(s) dans son (leur) contexte (réglementaire, urbain, social, économique...), en quoi consistent les progrès observés et comment ces progrès ont été rendus possibles. Ainsi, le programme compte constituer des pistes méthodologiques d'analyse permettant d'interroger l'exemplarité des bâtiments.

L'observation et le suivi des bâtiments réalisés dans le cadre du programme doivent être l'occasion d'illustrer une thématique et de faire émerger des pratiques innovantes sur ce thème. Les thématiques explorées par les équipes retenues lors des deux appels à candidature en 2009 et 2010 couvrent un spectre très large qui va de l'exemplarité énergétique à celle économique, en passant par celle liée à l'environnement, l'accessibilité, la qualité d'usage, le montage d'opérations, la technique...

Chaque étude du programme se décompose en deux parties qui correspondent à deux ouvrages distincts :

- une analyse des conditions et facteurs de l'exemplarité sur la thématique explorée, nourrie par les observations sur la ou les opérations composant le panel de référence de l'étude et sur des entretiens avec des professionnels ;*
- une ou plusieurs monographies portant sur la ou les opération(s) analysée(s)*

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature
Plan Urbanisme Construction Architecture
Grande Arche de la Défense
92055 la Défense cedex

Directeur de la publication : Emmanuel Raoul, secrétaire permanent du PUCA

Coordination :

Olivier Gaudron, chargé de projets
olivier.gaudron@developpement-durable.gouv.fr
Tél. 01 40 81 90 95

Christophe Perrocheau, chargé de valorisation
christophe.perrocheau@i-carre.net
Tél. 01 40 24 33

Photographies : © Gisèle Cloarec / Page 23 : © Eric Bernath

Site internet du PUCA : <http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca/>

Sommaire



A bâtiment exemplaire, chantier exemplaire ?

Problématique	04
Méthodologie	05
Caractérisation des procédés constructifs	06
Opérations	07
Le chantier	08
Innovation/industrialisation : nouveaux rapports (de force) ?	10
Rôle du concepteur.....	13
Industriels dans le processus de construction.....	16
Les métiers.....	18
Périphérie du chantier : marchés, informatique, logistique... ..	22
Les lieux de décision.....	24
Portes fermées.....	26
Absence de recul et de retour d'expérience	26

Synthèse

De nombreux bâtiments peuvent prétendre à l'exemplarité selon divers critères: respect des réglementations (thermique, acoustique, sismique, etc.), consommation d'énergie, qualité d'usage pour les utilisateurs, qualité architecturale, inscription urbaine... nous avons moins recherché l'exemplarité des constructions que les conditions permettant, en amont du chantier et sur le chantier, de satisfaire à ces critères d'exemplarité qui, additionnés, devraient préfigurer le « zéro défaut » de la construction. Notre observation a moins porté sur les performances des bâtiments que sur les conditions organisationnelles et techniques nécessaires à l'accomplissement de l'exemple, en particulier dans le cadre de procédés industrialisés de construction.

Problématique

Qu'apportent les procédés industriels de construction en matière de qualité, et de quelles mutations dans les pratiques des acteurs sont-ils porteurs ? L'exemplarité du bâtiment a-t-elle un sens si elle se paie d'une dévalorisation des tâches, d'une déqualification des travailleurs et d'accidents du travail ? Ou peut-on supposer que l'exemplarité du bâtiment va de pair avec une nouvelle exemplarité sur chantier, prenant les formes d'une organisation plus rationnelle, de conditions de travail améliorées, d'une moindre pénibilité du travail, d'une image de soi du secteur plus valorisante, d'une plus grande sécurité ?



Thème constant du secteur de la construction depuis l'après-guerre, l'industrialisation peine à s'implanter en France pour des raisons multiples liées aux savoir-faire, aux habitudes acquises, à la demande ou à l'idée que l'on se fait de la demande, à l'image négative qui s'attache à la « préfabrication ». Toutefois, la période actuelle pourrait être favorable à une nouvelle percée de l'industrialisation, pour des motifs économiques, pour répondre à la

demande de logements et aux injonctions du Grenelle Environnement, pour faire face au renouvellement des générations de salariés du secteur, et – peut-être – en raison d'une évolution des mentalités vers plus d'acceptabilité de constructions innovantes (acceptabilité du côté des usagers, mais aussi des maîtres d'ouvrage, voire des assureurs).

Méthodologie

Certaines des opérations que nous avons prévu d'observer n'ont pas été réalisées, d'autres sont restées inaccessibles. Nous les avons remplacées par d'autres opérations nous permettant de satisfaire aux critères que nous nous étions fixés. Les chantiers ont été sélectionnés pour l'originalité des projets, soit sur le plan architectural, soit sur le plan technique, soit les deux... Les chantiers choisis sont marqués par des caractères plus ou moins prégnants : signature prestigieuse, détermination à faire effet sur la qualité urbaine, innovations dans l'organisation du chantier lui-même, caractère « militant » (le bois, le pas cher, le grand...), obstacles rencontrés dans le passage à l'acte. Une certitude : le « bouillonnement » d'idées autour de ces projets.

La presque totalité des projets relèvent du programme Logements optimisés : Coûts, Qualité, Fiabilité, Délais (CQFD) du Puca.



*Opération CQFD de
Vert-Saint-Denis
Architecte :
François Pélegrin*

Il serait présomptueux de tirer de ces observations des conclusions très générales, extensibles à l'ensemble du secteur. Une réalité pourtant se fait jour : une « saine inquiétude » chez la plupart des acteurs rencontrés, que les préoccupations énergétiques, environnementales, urbaines, d'usage, économiques, amènent à réfléchir à des pratiques renouvelées. C'est de cette inquiétude et de ce qu'elle induit sur le chantier et sur son organisation dont nous tâchons de rendre compte. Notre démarche a été d'écouter les acteurs, de croiser leurs points de vue. Nous avons également pris le parti d'illustrer abondamment, par des photographies, des schémas, des images, nos investigations. De brèves séquences vidéos ont été tournées.

Un point est à souligner : il a été bien plus aisé de trouver l'information auprès des grandes entreprises que des petites. Plusieurs de celles-ci ont très simplement refusé de s'exprimer... soit parce qu'elles étaient sur-occupées, soit parce qu'elles ne l'étaient plus assez.

Enfin, il n'a pas semblé inutile d'interroger un autre secteur que la construction, qui ignore la distinction entre tradition et innovation, celui de la machine-outil.

Caractérisation des procédés constructifs

Nous avons prévu de croiser plusieurs critères dans le panel des chantiers, ou opérations, à regarder de près. Malgré les défections et les opérations inobservables parce qu'inexistantes ou encore au stade du montage, tous les critères de choix sont satisfaits, aussi bien en ce qui concerne les procédés que la typologie, l'état d'avancement ou les thématiques. Une attention particulière a été apportée à l'analyse des opérations « bois ». Il a semblé opportun d'explorer, sur le même thème, plusieurs opérations lorsque cela était possible.

Pour les procédés inobservables, nous avons tenu, lorsque c'était possible, à recueillir des informations sur les raisons pour lesquelles les projets n'aboutissaient pas, de même que nous avons tâché de comprendre pourquoi, parfois, les portes se fermaient.

Procédé

Béton	Batinov - Habitat Colonne
Bois	Maison Muse - Maison Kokoon - Ligno Trend - Habitat Colonne
Métal	B 3 - Maisons Phénix

Éléments

Bidimensionnels	Ligno Trend - Maison Kokoon – Habitat Colonne
Tridimensionnels	Maison Muse - B3

Typologie

Maison individuelle	Maison Muse - Maison Kokoon - B3 - Maisons Phénix
Logement collectif	Batinov - Ligno Trend - Habitat Colonne
Logement semi-collectif	Maison Muse - B3

Projet

Construction neuve	Maison Muse - Batinov - Ligno Trend - B3 - Habitat Colonne
Réhabilitation	Maisons Phénix

État d'avancement

Construction terminée	Batinov - Maisons Phénix - B3
Chantier en cours	Maison Muse - Ligno Trend - Habitat Colonne
Études / Montage industriel	Maison Kokoon - B3

Thématiques privilégiées

Technique	Tous les chantiers
Architecture	Batinov - B3 - Habitat Colonne
Insertion urbaine	Batinov
Caractère industrialisé	B3 – Batinov - Habitat Colonne - Maison Muse

Opérations

7

Opération	Vert-Saint-Denis
Procédé	La maison Muse
Maître d'ouvrage	FSM – Foyers de Seine-et-Marne
Architecte	François Pélegrin
Industriel	Bénéteau
Autre opération	Villepinte

Maisons individuelles à ossature bois industrialisées par modules tridimensionnels

Opération	Béthune
Procédé	Batinov
Maître d'ouvrage	Pas-de-Calais Habitat
Architecte	Frédéric Borel
Entreprise	Norpac

43 logements collectifs, 3 maisons individuelles, 1 maison de 2 logements
Projet de rénovation urbaine – Modélisation opérationnelle

Opération	Villeneuve sur-Yonne
Procédé	Ligno Trend
Maître d'ouvrage	Domanys
Architecte	Régis Mury
Industriel	Ligno Trend
Entreprise charpente	Charpentes G.T.G
Autre opération	Sanvignes-les-Mines

Maison individuelle / petit collectif – Panneaux bois – BBC. L'opération de Villeneuve-sur-Yonne ayant subi d'importants retards, le chantier observé, similaire, a été visité à Sanvignes-les-Mines

Opérations	Prototype + projet Saint-gilles
Procédé	B3
Maître d'ouvrage	Particulier
Architecte	Clément Gillet
Industriel	B3

Containers maritimes – Prototype réalisé

Opération	Fosses
Procédé	Habitat Colonne / Arbonis
Maître d'ouvrage	France Habitation
Architecte	Baudouin Bergeron Architectes
Industriel	Arbonis / Ducloux

Habitat collectif poteaux-poutres béton, façades bois préfabriquées

Opération	Saint-Fargeau / test sur une maison
Procédé	Maisons Phénix
Maître d'ouvrage	Maisons Phénix
<p>Mise aux normes des maisons, réhabilitation. Retenue par la Fondation Énergie Bâtiment, la démarche consiste en la mise au point de d'un logiciel et d'un pack de solutions énergétiques Odmir 4, outil d'aide à la décision pour les maisons individuelles réhabilitées facteur 4</p>	
Opération	Contrexéville et divers lieux
Procédé	La maison Kokoon
Maître d'ouvrage	---
Architecte	
Industriel	Gico
Économiste	Filiale Écologie Sociale
<p>Maison bioclimatique, tout bois, filière sèche</p>	
Opération	Prototype
Procédé	Big Box
Maître d'ouvrage	---
Architecte	Alter Smith
Entreprise	Construction Millet Bois

Le chantier

Comment le chantier réagit-il à l'industrialisation de la construction ?

Lieu essentiel de convergence et d'objectivation du projet de chaque acteur, chacun dans son rôle et conformément à sa compétence, lieu d'assemblage du projet de chacun en un projet unique et partagé, en même temps que d'assemblage de matériaux, de composants, d'équipements, le chantier obéit à des règles bien ancrées dans la culture du secteur, avec un ordre des gestes, des tâches et des contrôles définis dans leur succession ou leur simultanéité, un ordre ne souffrant guère de remise en cause, réputé le garant du « bon achèvement » des travaux.

Un lieu d'assemblage

Le maître d'ouvrage a son programme, l'architecte ses plans, l'entreprise ses équipes et son planning. « VRD », « fondations », « gros œuvre », « second œuvre », « finitions », « réception »... Sur le lieu du chantier, que délimitent des palissades et qui reste « interdit au public », s'accumulent et circulent toutes sortes d'objets : béton, bois, eau, métaux, matières plastiques, etc., mais aussi des outils : grue, engins de manutention, échelles, banches, casques, etc., dont la particularité est de se retirer une fois terminés les travaux auxquels ils sont dévolus. Sans oublier la « cabane de chantier », qui symbolise ce lieu d'assemblage où joue à plein un « intellectuel collectif » gouvernant un autre collectif, celui du travail, et qui forment un système. Le chantier est ainsi le lieu unique où il s'agit de vérifier la validité du travail de chacun. Dès lors qu'une partie des tâches de ce lieu unique est délocalisée à travers une « industrialisation » de l'un des éléments et n'est plus visible, que devient le système ?

L'industrialisation du chantier, en effet, est probablement un abus de langage. Va-t-on avoir affaire à la livraison, sur un terrain, d'un objet-bâtiment qu'il suffirait de brancher sur les réseaux d'énergie ou d'eau ? Parmi les projets observés, un seul, celui des conteneurs de Clément Gillet, a cette ambition et pousse la logique au plus loin, allant jusqu'à proposer

d'éliminer et le problème des fondations en utilisant des pieux à vis, et le problème des finitions en livrant la maison totalement équipée et aménagée. S'en approche la maison Muse, où l'on voit pourtant un « fort reste » : les fondations continuent d'être problématiques, les bardages sont à terminer, de même que les toitures et les jonctions entre les modules de base. Le plus souvent, l'industrialisation s'incarne dans la fabrication hors chantier d'éléments habituellement traités sur chantier : façades, planchers, composants de béton...



*Préparation en atelier des conteneurs du procédé B3
Architecte : Clément Gillet*

Délocalisation

On a alors la délocalisation d'une ou plusieurs parties du chantier, l'extension spatiale d'un lieu clos à des satellites qui absorbent des parties plus ou moins étendues de la construction. Les fabrications elles-mêmes deviennent d'autres chantiers, moins complexes, donc moins tributaires des aléas et des conflits possibles entre savoir-faire. Ces autres chantiers se caractérisent par leur spécialisation et leur implantation pérenne, qui limitent les risques pour les objets fabriqués, mais aussi pour ceux qui les fabriquent : pas d'interférence malencontreuse avec un autre corps de métier, pas de risque de chevauchement dans l'accomplissement des tâches, meilleure sécurité, effacement du risque « intempérie » et du nomadisme des équipes ouvrières, contrôles qualité plus sûrs...

Du coup, ces délocalisations de la production rendent possible une économie du projet inédite : c'est Clément Gillet rapatriant ses conteneurs depuis la Chine, Vinci fabriquant ses façades bois dans le Gâtinais, Régis Mury s'appuyant sur les savoir-faire vosgiens pour la production des éléments en bois. Mais la frontière entre « prêt à construire », qui nécessiterait encore le recours à des savoirs spécifiques, et « prêt à poser », qui serait l'application de règles comparables à celles du montage d'objets en kit, est difficile à saisir... C'est sur cette frontière que la vigilance du maître d'œuvre est le plus sollicitée.

Nouveaux risques?

Le contrecoup de ce mouvement centrifuge du chantier est de mettre en place une logistique ad hoc, organisant fabrication, stockage, entreposage et livraison au plus près des besoins du chantier, au plus près du juste-à-temps et du flux tendu. Avec, pour corollaire, la fragilisation de toute la chaîne de production et le glissement du risque en amont du chantier : chez

Decomo, qui fabrique et livre les éléments préfabriqués en béton à Béthune, le retard pris par le chantier bouleverse l'ensemble du planning de production de l'usine.



Éléments préfabriqués en béton chez Decomo en attente de départ

Innovation / industrialisation : nouveaux rapports (de force)?

La construction d'un bâtiment suit un ordre théorique devenu «traditionnel », destiné à assurer la qualité du bâti, à prévenir les sinistres futurs, à réaliser les travaux à un coût le plus juste possible... on sait que les « aléas » - au nombre desquels les intempéries, les retards, la non-coordination, les effets de surprise, ou une logistique défectueuse, les insuffisances de conception et de préparation, les « interfaces » entre corps d'état, les changements d'entreprises, viennent tout aussi « traditionnellement » contrarier le bon ordonnancement des tâches¹.

Dans ces dysfonctionnements se jouent des rapports de travail entre acteurs, voire des rapports de forces, inscrits dans une hiérarchie établie : le maître d'ouvrage confie un projet à un maître d'œuvre, responsable de sa réalisation, réalisation assurée par des entreprises (entreprise générale coordonnant d'autres entreprises sur le chantier, ou réalisation en « lots séparés ») et leurs salariés.

La volonté « d'industrialisation » de la construction est supposée contrer, totalement ou partiellement, ces dysfonctionnements, et par là même assurer non seulement une qualité supérieure de la construction, mais aussi conduire à une réduction des coûts et des délais et améliorer les conditions de travail : la préparation des ouvrages en usine ou atelier serait une garantie de la plus grande fiabilité du chantier.

Innovation et industrialisation

Doit-on pour autant confondre, comme il n'est pas rare, industrialisation et innovation ? Le terme même d'« industrialisation » joue parfois comme un répulsif auprès des maîtres d'ouvrage, surtout ceux qui ont connu la construction des grands ensembles avec leurs chemins de grues et le « préfa béton » qui a mal vieilli, dans des cités devenues ingérables. On s'en souvient jusqu'en Belgique, où chez Decomo, industriel en béton architectural, on déplore que « le logement social en France ait écœuré du béton ». Mais auprès des plus jeunes, l'industrialisation est considérée comme un atout : les avantages mis en avant sont le

¹ On se référera à l'ensemble de l'évaluation du programme Chantier 2000 du Puca.

coût et les délais, mais aussi l'amélioration des conditions du chantier, des risques moindres, une réduction des nuisances.

- **Directeur technique, chez un major** : « L'innovation, ce n'est pas toujours facile. Quand il y a quelque chose de nouveau, chacun va vouloir se débrouiller pour revenir à ce qu'il connaît déjà, à ce qu'il a déjà fait. Donc, de toute évidence, ça ne marche pas, ça ne peut pas marcher, mais ce n'est pas visible tout de suite. »

Les modes constructifs traditionnels eux-mêmes ne manquent pas d'être une industrie, en intégrant des composants préfabriqués, des équipements, des produits fabriqués ailleurs : on n'imaginerait plus, par exemple, le menuisier fabriquant chaque porte et chaque fenêtre d'un immeuble collectif. Ces composants, industriels au sens large, évoluent dans le temps et font évoluer le travail sur chantier, par petites touches : ici, un outil qui facilite une tâche (par exemple, chantier Batinov : le sertissage des tuyaux de gaz), un dispositif « prêt à poser » qui élimine les possibles malfaçons. La compréhension de ces « menues » innovations est diverse : pour certains, un réel progrès, pour d'autres la persistance, un peu rajeunie, du savoir-faire et de l'organisation « traditionnels », sans le label « innovation ». Quelle que soit l'extension des modes d'industrialisation, c'est la forme même du chantier qui se redéploie, appelant à la vigilance l'ensemble des acteurs.

Industrialisation et réhabilitation

L'industrialisation en rénovation, sur maisons individuelles dans le cas de Phénix évolution, passe par des produits semi-industrialisés, associant un maximum de préparation en atelier et un minimum d'intervention sur le chantier avec une manutention réduite. C'est ce qui apparaît sur les chantiers de Phénix Évolution. Les opérateurs travaillent avec des éléments manuyportables qui s'assemblent sur le chantier. Tout se fait en filière sèche : structure métallique, fondations, planchers en acier, panneaux en acier et polyuréthane, et bientôt panneaux en bois et polystyrène.



Réhabilitation et extension par Phénix Evolution
© Phénix Evolution

Innovation et organisation de la commande

L'innovation peut également concerner non pas des éléments techniques du chantier, mais le montage de l'opération : le processus de construction-réalisation, pour plusieurs maîtres d'ouvrage, représente une réelle innovation en ce qu'il contraint à modifier des habitudes, à mettre en place des coopérations différentes, à déconstruire puis repenser les modalités de travail internes, à se doter d'outils nouveaux de gestion de l'opération (ou à y réfléchir)...

Là où l'on procédait systématiquement par appel d'offres en lots séparés, sous l'autorité d'un maître d'œuvre lauréat d'un concours, responsable du chantier, être impliqué très fortement dès les premières étapes du projet est déstabilisant, mais perçu comme enrichissant, même si parfois apparaît la crainte d'une alliance de l'équipe architecte-entreprise-industriel « contre » le maître d'ouvrage.

Cette crainte d'une « alliance contre » est partagée, mais différemment, par les architectes : on peut redouter l'émergence d'un « délit d'initiés » entre architectes et entreprises, et plaider pour un usage limité du processus conception-construction, qui réduirait le champ des possibles en créant des équipes prêtes à l'emploi fermées à la concurrence.

Elle peut également être celle des élus locaux, pour qui les marchés en lots séparés laissent leurs chances aux entreprises locales, qu'une équipe complète pourrait restreindre. À quoi élus ou maîtres d'ouvrage ont pu répondre : « Que les entreprises locales créent leurs propres équipes ».

Il est clair que l'introduction d'une innovation, qu'elle relève de l'organisation ou de l'industrialisation, induit des remaniements dans les rôles respectifs des acteurs, et une phase d'observation, voire de méfiance, même quand le projet enthousiasme les équipes.



Le poids de la parole

Notons par ailleurs que, dans un milieu où les acteurs circulent beaucoup, où prédomine encore une forte culture des échanges oraux, les « on-dit » et les « rumeurs », voire les jalousies, ne facilitent pas la diffusion de l'innovation : le contre-exemple du « ratage » d'un procédé est toujours facile à trouver ! La « méfiance » peut trouver des justifications : les procédés observés sont tous BBC, mais il n'a pas été possible, au-delà des tests effectués avant réception des ouvrages, de déterminer comment allait être vérifiée la tenue dans le temps des promesses initiales. Les consommations réelles d'énergie des locataires restent, pour les bailleurs rencontrés, une « boîte noire ». Les dispositifs de suivi, jugés intéressants, ne sont pas prévus.²²

Le logement, comme l'automobile?

La comparaison entre deux secteurs industriels, celui de l'automobile et celui de la

²² Cette difficulté est soulignée également par Jean-Marie Alessandrini dans *Vingt-huit bâtiments exemplaires à basse consommation*, Prebat, mai 2009, p.3-5 : « Le suivi des consommations n'est pas systématique et il est délicat d'avoir un retour sur les consommations effectives [...] On relève également des difficultés pour connaître les consommations avec un niveau de précision pertinent (...). Ce manque de retour rend difficile la connaissance de la consommation effective et ne permet pas de juger de la performance des solutions mises en œuvre. »

construction, a acquis depuis des décennies un caractère répétitif. Il serait pourtant plus pertinent d'effectuer une comparaison avec un secteur qui fabriquerait des objets très lourds, à chaque fois différents, faisant appel à des bureaux d'études, et dont le prix serait similaire. Le secteur de la machine outil est dans cette situation, avec la production de machine de quelques tonnes, d'un prix variant de deux à dix millions d'euros...



Deux différences de taille s'imposent : le paiement par le client, pendant toute la durée de vie de la machine, d'une somme équivalente à un pourcentage du prix de la machine (de 1 à 5 %), et la fourniture, après la livraison de la machine, d'un « dossier de qualification » (qui représente 5 % du prix de la machine) décrivant par le menu l'intégralité des éléments techniques. Ce dossier de qualification peut-il être le pendant du DOE (dossier des ouvrages exécutés) dans la construction ? D'après nos interlocuteurs – « on prend les dossiers d'exécution, et on remplace par « ouvrages exécutés » - le DOE n'est pas considéré comme déterminant : cette question mériterait d'être approfondie...

Rôle du concepteur

Dès lors qu'une innovation est introduite sur le chantier, les concepteurs sont investis sur le chantier lui-même d'un rôle plus important, sauf à décider de supprimer le chantier. De même, en conception-construction, le concepteur a, en amont du chantier, un rôle prépondérant auprès du maître d'ouvrage, dans la mesure où le projet doit être totalement décrit, quantifié, planifié.

À côté du rôle commun de l'architecte, de nouveaux rôles se dessinent : l'architecte comme ensemblier-designer, l'architecte-conseil, l'architecte comme industriel proposant une offre globale. quel que soit ce rôle, l'architecte reste le responsable, juridiquement parlant, de ce qui se trame sur le chantier et du résultat.

Sur la plupart des opérations observées, l'architecte affirme devoir être plus attentif que sur un chantier « normal ». En particulier en ce qui concerne la construction bois, les contrôles

sont plus nombreux. L'application de la réglementation doit à chaque fois être prouvée, en ce qui concerne l'étanchéité à l'air, la sécurité incendie, l'acoustique.



*Etre plus attentif
que sur un chantier
« normal »*

Le concepteur « traditionnel »

Sur la majorité des opérations observées, l'architecte se trouve dans son rôle connu, concepteur du projet chargé de le mener à bien. Études préalables, définition du projet, interface avec les bureaux d'études, suivi du chantier restent les tâches communes. Avec, toutefois, un devoir de renforcer son rôle auprès du maître d'ouvrage, et un devoir de suivi de chantier plus important.

Régis Mury, architecte : *Techniquement, le procédé est très simple. Il peut bien sûr, comme partout, exister des trucs et astuces à connaître, mais il s'agit simplement d'assembler des panneaux contrecollés avec des tire-fond et des équerres métalliques galvanisées. Administrativement parlant, c'est un procédé traditionnel. Le charpentier peut avoir l'impression d'être ramené à un rôle d'assembleur, puisqu'il y a moins de traçage et de taille à faire que dans les procédés classiques en assemblages de poutres, tenons et mortaises, mais il n'y a vraiment aucun piège.*

Laurence Baudouin, architecte : *Faire appel à des préfabrications industrialisées, c'est efficace. La crainte est de se trouver à la merci des industriels, qui n'ont pas les mêmes contraintes que le chantier. Leurs contraintes sont celles de la chaîne industrielle, ce qui peut enlever de la souplesse à l'entreprise qui construit. Les deux ne sont pas dans la même logique. Le plus compliqué, dans cette opération, c'est de faire coexister filière bois et filière béton. En ce qui concerne la réglementation incendie et la réglementation acoustique, la tâche est plus complexe. Nous sommes obligés de procéder à des tests, de faire des aller-retour avec le bureau d'études. Les référentiels Cerqual Habitat Environnement, pour le bois, existent peu. L'examineur viendra sur place pour vérifier que le bâtiment répond bien aux critères BBC Effinergie. Il faut être motivé ! C'est un vrai sacerdoce !*

Le concepteur designer / ensemblier

Nouvelle figure de l'architecte : le designer ensemblier. C'est le cas pour les maisons Muse. L'architecte-conseil a défini avec l'industriel un cahier des charges précis : libre ensuite au maître d'ouvrage de choisir un autre architecte pour redessiner le projet, l'adapter aux spécificités locales, proposer un design différent. Il s'est agi de définir des invariants, pour les locaux humides, les fluides, les locaux techniques, en laissant chaque architecte libre de l'interprétation architecturale.

■ **François Pélegrin, architecte** : *Le procédé est adaptable selon les vœux de chaque élu, de chaque maître d'ouvrage, de chaque architecte. La liberté est totale pour les toitures, les ouvertures, les peaux de façade – enduit, bois, brique... Le concept a été fait pour ça.*

■ **Lionel Blancard de Léry, architecte** : *Cette articulation entre architecte concepteur et l'architecte d'opération peut poser problème à certains. Certains architectes ont un ego tel qu'ils ne veulent pas de ce partage, ni des contraintes issues du procédé qui limitent leur liberté.*



Opération CQFD de Vert-Saint-Denis

Architecte :
François Pélegrin

Le concepteur sans chantier

Troisième figure de l'architecte : l'architecte qui ne veut plus du chantier ! Au moins partiellement. C'est le cas de Clément Gillet, avec son concept B3. Tout en conservant son agence d'architecture, il crée une structure de production indépendante : pour le moment installé dans un hangar de l'agglomération rennaise, l'atelier fabrique les modules tridimensionnels en acier à base de conteneurs.

■ **Clément Gillet** : *Comme architecte, ce n'est pas très satisfaisant non seulement de faire la chasse à ce qui ne va pas sur un chantier, mais en plus d'en être responsable. La sous-traitance, c'est une catastrophe. Avec B3, il s'agit d'avoir la maîtrise complète de la conception à la livraison et au service après-vente, de travailler en équipe en évitant la succession des intervenants. Chacun peut ainsi faciliter le travail de l'autre. On exerce en atelier, à couvert, un contrôle qualité sans aucune tolérance : ce qui n'est pas bien fait ne sortira pas de l'atelier.*

Préparation en atelier des conteneurs du procédé B3
Architecte : Clément Gillet



Pour parfaire le dispositif, une société de promotion immobilière assure la commercialisation. Les perspectives sont nombreuses. Clément Gillet envisage de répondre à la demande globale des clients : « Ils demandent tout, les meubles, le barbecue, la cuisine intégrée », allant jusqu'à imaginer des propositions d'aménagements intérieurs sur catalogues, avec des approvisionnements directs à la source, c'est-à-dire en Chine, où les prix, pour rigoureusement les mêmes produits, sont incomparablement avantageux, même en ajoutant le transport. Clément Gillet évoque le dispositif *HomePlanner* d'Ikea, qui permet à chaque client de composer lui-même ses aménagements intérieurs, d'en voir une image et de calculer les achats nécessaires³.

Industriels dans le processus de construction

Qu'ils soient constructeurs ou fournisseurs, les industriels, dès lors qu'ils sont impliqués dans le processus de construction, au-delà de la seule vente de matériaux ou d'équipements, soit bénéficient de ce qu'il est convenu d'appeler une « culture bâtiment », soit doivent l'acquérir. « Culture bâtiment »? un ensemble de savoirs spécifiques — techniques, réglementaires, organisationnels — qui le distingue de tout autre secteur, mais aussi un mode de relations entre acteurs qui intègre les conditions de fabrication des « produits » : travail en plein air, aléas, intempéries, géométrie variable des équipes, réelle hiérarchie. À en croire les « nouveaux » industriels de la construction, ce qui les caractérise comme industriels c'est avant tout de travailler à couvert, mais aussi la plus grande précision du geste, une technicité plus poussée, la permanence des équipes, une organisation qui s'efforce d'éliminer les aléas et une planification plus stricte, voire rigide.

Decomo: culture bâtiment

Decomo, industriel spécialisé dans le béton architectural, est issu d'une entreprise de bâtiment née dans les premières années du siècle passé, après la guerre de 14-18. Il

³ « Devenez votre propre architecte d'intérieur avec l'outil de conception 3D IKEA. Grâce à ce logiciel convivial, choisissez un ameublement parfaitement adapté aux dimensions de votre logement. Essayez différentes combinaisons, déplacez les éléments, testez différents styles, décorez votre pièce pour trouver le résultat qui vous convient. Visionnez et imprimez les options que vous aurez retenues, avec toutes les dimensions, comme un véritable architecte. » http://www.ikea.com/ms/fr_FR/rooms_ideas/splashplanners.html

s'agissait de construire et reconstruire, rapidement, des maisons pour les ouvriers de l'industrie textile de Wallonie et du nord de la France. L'entreprise de bâtiment a périclité, mais l'industrie du béton s'est maintenue, développée et perfectionnée. Decomo reste marqué par cette origine, même si les « aléas » du chantier peuvent contrarier un processus de production finement réglé dans ses tâches et son planning. Les produits issus des ateliers sont variés, et variables à l'infini, mais sur la base de composants en nombre limité, essentiellement fers, granulats, ciment, mais aussi colorants, laine de verre, et, à titre « décoratif », briques, faïence, bois... Decomo n'intervient jamais directement sur les chantiers, mais assure, par la bonne connaissance des produits, la qualité du chantier, en dialoguant avec l'architecte et avec l'entreprise.



*Salle de polissage
chez Decomo*

Bénéteau : apprentissage du chantier

Bénéteau⁴ est un groupe connu dans le domaine nautique, et a vécu une première expérience le rapprochant du bâtiment : la fabrication d'habitat de loisirs, des mobil homes destinés aux particuliers et aux professionnels du tourisme, présentés dans un catalogue selon différentes gammes et « ambiances ». Aujourd'hui, à travers sa nouvelle activité d'habitat résidentiel, cet industriel est soumis à l'épreuve du chantier. Les maisons sont implantées sur un terrain et l'on connaît les difficultés provenant de risques divers : sols argileux, lieux perturbés par des usages anciens... Même si les maisons sont légères, régler la question des fondations demeure puisque BH vend une maison fondée, ce qui l'écarte du rôle classique d'industriel. BH industriel devenant entreprise générale est confronté au choix des sous-traitants, à leur coordination, au suivi d'un planning de chantier (les pénalités pour retard sont une mauvaise surprise). Il doit apprendre à connaître tous les acteurs du monde du chantier : l'inspection du travail, la CRAMIF, l'OPPBTP, les concessionnaires pour l'eau et l'énergie... Force est de constater que les débuts ont été difficiles. Pourtant architectes et maîtres d'ouvrage s'accordent pour dire que c'est une belle entreprise et qu'elle va apprendre : sur le tas comme tout le monde et en recrutant du personnel issu du bâtiment.

Ducloux / GTG : deux charpentiers industriels

À l'origine entreprise de charpente classique, l'entreprise Ducloux s'est orientée vers la fabrication

⁴ Pour les années 2009-2010, le CA se répartit entre voiliers, 44 %, bateaux à moteurs, 30 % et habitat, 26 % (source: site de Bénéteau).

industrialisée de composants bois, en particulier les façades (chantier de Fosses). D'entreprise indépendante, elle est devenue au début de l'année 2011 filiale d'Arbonis Construction, à l'intérieur du groupe Vinci. L'entreprise considère qu'elle est passée du statut de « charpentier » au statut industriel, en avançant les raisons suivantes : le mélange des matériaux (bois, acier, isolant...), la plus grande minutie, la meilleure précision, plus de technicité. Si la plupart des quarante salariés sont d'anciens charpentiers, les nouveaux manifestent une différence : là où les charpentiers, y compris pour piloter une machine numérique, « conservent des réflexes de charpentiers » (par exemple pour choisir le sens de la pose du bois à l'entrée de la machine numérique, choix qui n'a aucun effet sur le résultat, mais satisfait à une tradition persistante dont le sens s'est perdu), les nouveaux donnent priorité au pilotage de la machine numérique. Ces « nouveaux » n'ont d'ailleurs pas obligatoirement une formation bâtiment, ils peuvent, par exemple, être fraiseurs.



Par ailleurs, le chef d'entreprise souligne que désormais, avec une production en atelier, à couvert, les conditions de travail sont moins rudes. Ce qui ne semble pourtant pas faciliter les embauches : Ducloux pourrait recruter une dizaine de personnes, mais ne les trouve pas.

- **Entreprise ducloux, directeur technique** : « Avant, on était des charpentiers, maintenant on est plus des industriels, on mélange les matériaux, avec une précision plus poussée, plus de minutie. »

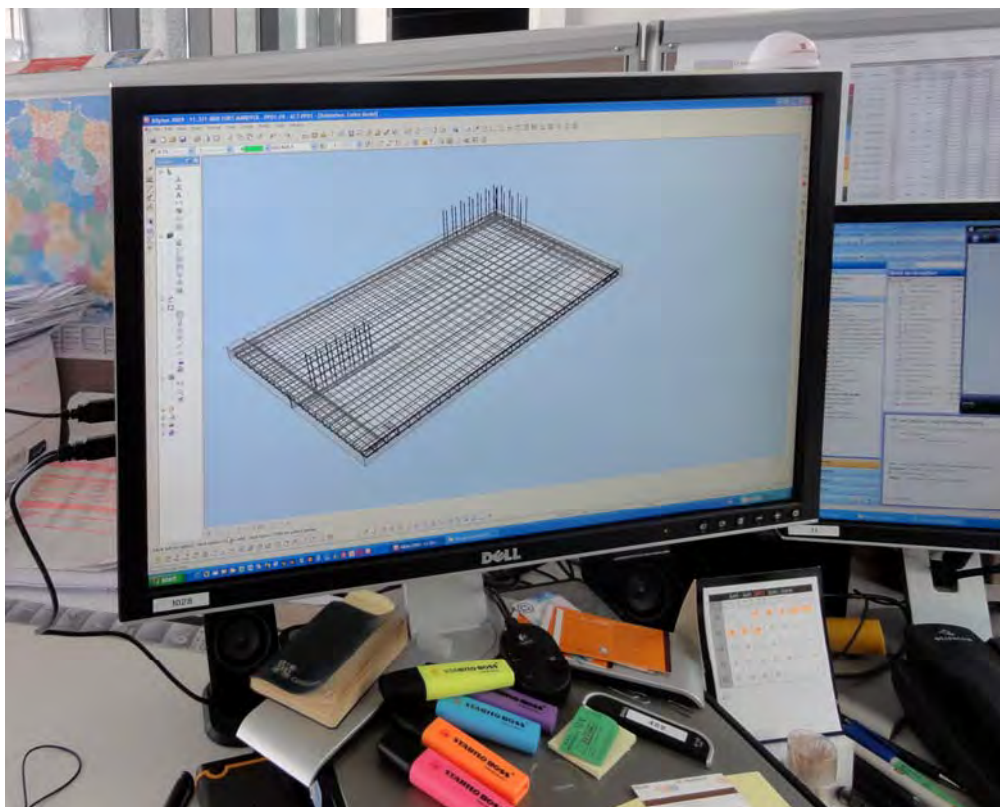
L'entreprise GTG, charpente-couverture, vingt salariés, a de son côté fortement investi dans l'industrialisation de sa production, en alliance avec l'industriel du bois Ligno Trend (industriel allemand disposant d'une filiale en France). En dépit d'une compétence reconnue, l'entreprise est en grandes difficultés : en effet, dans la mesure où elle produit l'intégralité des dalles, façades, charpentes, avant même le démarrage d'un chantier, elle se trouve face à des embarras de trésorerie insurmontables.

Les métiers

L'innovation est bien plus visible dès lors que l'industrialisation concerne des ouvrages entiers ou des assemblages d'ouvrages livrés et montés sur chantier.

Les modules tridimensionnels ou les façades incluant déjà l'isolation, de ce point de vue, bousculent les savoir-faire intégrés par les équipes de chantier. Ces savoir-faire sont déportés en amont, vers un atelier ou une usine, où il s'agit à la fois de faire appel aux métiers du bâtiment, quitte à en modifier le contenu, à les enrichir de compétences nouvelles (charpentier et conducteur de machine numérique, par exemple), et parfois de faire appel à des métiers ne relevant que de loin du bâtiment, chaudronniers, fraiseurs ou soudeurs.

Comme dans tous les autres secteurs, l'aide apportée par l'informatique et les technologies innovantes est notable, quelle que soit la taille du chantier, comme outil de travail et de mise en commun de données utiles, ou même comme composant de la construction (gaines techniques pour les câblages, domotique...). Dans les ateliers/usines, les machines à commandes numériques aident à la sécurisation des gestes de métier et à la précision des réalisations.



Que deviennent les corps d'état traditionnels?

Les maîtres d'œuvre sont unanimes pour dire que l'industrialisation du chantier, quand elle est assortie d'innovations techniques, de la pose d'équipements suivant des modalités différentes de celles pratiquées habituellement, nécessite de leur part un surplus d'attention et de présence, voire une fonction pédagogique et démonstratrice.

Sur les chantiers faisant appel à des procédés fortement industrialisés, les corps d'État de second œuvre arrivent dans un univers qui ne leur est pas familier, souvent pour des reprises, des réparations, ou pour des finitions et la pose d'équipements, tâches susceptibles de nuire à l'image de la valeur ajoutée de leur travail. Parfois tenus pour des intervenants marginaux, les intervenants sous-traitants ou du second œuvre ont pourtant l'obligation de suivre les évolutions non seulement réglementaires, mais également techniques et sociétales, qui ne sont pas toujours faciles à appréhender, encore moins à précéder. Tel jeune électricien s'efforce de suivre des formations, dispensées par son organisation professionnelle et les

distributeurs, avec une ambition : convertir ses clients aux économies d'énergie et à la domotique. Un autre se demande s'il pourra se former : « ça fait un peu peur... » Tel chauffagiste s'inquiète : « Avec tout ça, les investissements vont s'orienter vers l'enveloppe, au détriment des équipements ? »⁵. Ces métiers et ces intervenants peuvent être déstabilisés, s'interroger sur leur «place» dans le dispositif.



Sous-traitance

La sous-traitance est une question récurrente dans le bâtiment : difficultés à trouver des entreprises, ne pas en faire la variable d'ajustement du chantier en termes de prix et de délais, continuer à assurer un encadrement du chantier une fois le gros œuvre achevé.

On peut s'interroger sur les modifications introduites par les nouvelles formes d'industrialisation, qui transfèrent une partie importante de la valeur ajoutée vers l'amont, réduisant le temps du chantier. Si les observations confirment cette réduction des délais, la présence des sous-traitants demeure même si le nombre des corps d'État diminue. Les séquences chantier exigent comme sur un chantier classique de l'anticipation, de l'organisation et du contrôle.

- **FSM, maître d'ouvrage** : *Comme ils avaient un problème avec le peintre on leur a donné le nom d'une entreprise. Depuis ils tergiversent, c'était bon mais depuis quinze jours le gars attend. Le plombier passe d'un pavillon à un autre sans avoir fini, c'est très morcelé. Il faudrait industrialiser le chantier. La qualité sortie d'usine est bonne, de même que le montage mais après c'est dur : on a eu des problèmes avec les fondations et maintenant avec la coordination des corps d'État.*

Ingénierie concurrente?

Le secteur de la construction appelle souvent de ses vœux, et expérimente parfois,

⁵ Témoignages lors d'une réunion de présentation de l'opération de Sanvignes-les-Mines, à la mairie de la commune. Il est remarquable que tous les artisans présents aient relevé des métiers techniques : chauffagiste, électricien, plaquiste.

l'ingénierie concourante : « L'ingénierie concourante consiste à concevoir de façon systématique, intégrée et simultanée les produits et les processus qui leur sont rattachés. Cette méthode conduit les développeurs à considérer tous les éléments du cycle de vie du projet, de la conception à la mise à disposition des usagers, y compris la qualité, les coûts, la programmation et la satisfaction des besoins et requêtes des usagers »⁶. La plupart des opérations observées sont conduites, sans l'énoncer, de manière pragmatique, suivant ce principe méthodologique, dans une logique de projet qui va au-delà de la seule opération de construction. À une réserve près : les exécutants ultimes – second œuvre, petites finitions – sont le plus souvent tenus à la marge du projet, se trouvant « parachutés » dans un contexte qui peut les déstabiliser.



Il faut également souligner l'impossibilité de déterminer si cette forme d'ingénierie concourante relève d'une démarche volontaire, éclairée, argumentée, ou d'une obligation posée par l'innovation à mettre en œuvre. La nouveauté d'un procédé, le « on ne l'a encore jamais fait », induisent des exigences nouvelles, dans l'organisation comme dans le soin à apporter aux détails pour gérer le risque au plus près.

Les procédés élaborés par Régis Mury vont dans le sens d'une simplification et d'une systématisation plus poussées afin de prévenir tout risque, de faciliter les tâches sur chantier et de faire que les usages n'exigent aucun apprentissage de la part des habitants (désolidarisation des balcons, terrasses, escaliers pour éviter les ponts thermiques ; billes d'argile pour l'insonorisation ; local technique regroupant les équipements, chaudière, arrivée d'eau, tableau électrique...). De même, il serait surprenant que l'utilisation du logiciel Catia soit abandonnée par Norpac : l'apport, sur chantier, de la maquette numérique qui permet à chacun, y compris aux ouvriers, de lire le projet en fonction de la tâche à accomplir, de manière imagée, précise et partagée, a été vécu comme un saut qualitatif important.

⁶ *L'ingénierie concourante dans le Bâtiment - Synthèse des travaux du Groupe de Réflexion sur le Management de Projet (GREMAP)* - Sihem Ben Mahmoud Jouini, Christophe Midler, PUCA, décembre 1996

__Périphérie du chantier: marchés, informatique, logistique...

Le chantier est fortement affecté par ce qui le conditionne : la nature du marché, la logistique, et désormais, l'informatique.

Marchés publics adaptés?

L'industrialisation passant par la fabrication en atelier ou en usine de l'essentiel des logements implique une dépense préalable importante de la part de l'industriel, qui s'articule mal avec la réglementation des marchés publics et l'échéancier de paiement. Cette difficulté est une des explications de la situation financière de petits industriels qui se font racheter par des grands groupes ou mettent la clef sous la porte.



L'entreprise de charpente industrialisée maîtrisant le procédé Ligno Trend, par exemple, en dépit d'un carnet de commande de l'ordre de deux millions d'euros, connaît des difficultés de trésorerie importantes et n'aura pas pu terminer les chantiers pour lesquels elle disposait pourtant des marchés : une vingtaine d'emplois sont en cause, mais aussi un savoir-faire nouveau, acquis au fil des ans, depuis 1978, par l'entreprise.

L'entreprise similaire Ducloux, désormais affiliée au groupe Vinci, n'a pas ce type de problème : « Nous sommes payés tous les mois » - le groupe peut amortir les à-coups financiers.

- **Lionel Blancard de Léry, Architecte** : *Avec l'industrialisation, il y a un problème à régler dans le montage financier, singulièrement en marchés publics car l'échéancier ne prend pas en compte ce qui est fabriqué en amont. Il faut trouver des garanties financières pour la préfabrication. Tous les groupes développent maintenant de l'ossature bois (Bouygues avec les maisons Erika, Vinci avec Arbonis) souvent en rachetant des petites structures qui n'ont pas une structure financière suffisante pour gérer le coût des approvisionnements.*

Remaniements dans la logistique

La logistique, dans le cadre de l'industrialisation des chantiers, renforce son caractère d'élément

clé dans les opérations. Le transport des matériaux de construction représente, en France, la moitié des tonnages de fret, tous modes de transport confondus (route, rail, eau...)⁷. Avec l'industrialisation, les fonctions logistiques – transport, entreposage, manutention, emballage, étiquetage, livraison... – sont en grande partie reportées en amont du chantier : le transport est assuré par des entreprises dédiées, l'entreposage est assuré dans les locaux de l'industriel plutôt que sur le chantier, du coup plus apte à fonctionner en « juste-à-temps » (livraison des éléments de béton par Décomo, des façades bois par Ducloux), et moins encombré qu'un chantier traditionnel. Les progrès de la logistique, par le traçage des produits, est à même d'éviter nombre d'erreurs de livraisons. La logistique devient alors une tâche en soi, reportée en partie sur les industriels, voire sous-traitée à des entreprises spécialisées.



Toutefois, l'utilisation de transports exceptionnels de modules complets soulève de nombreuses questions. L'approche développement durable largement mise en avant aujourd'hui semble peu compatible avec un transport consommateur d'énergie. Même s'il reste à faire un bilan global de l'énergie consommée pendant tout le cycle, il faudra sans doute envisager, si certains procédés se développent (ex : maisons Muse), de rapprocher les sites de production des chantiers. La livraison de modules par convois exceptionnels suppose aussi que l'on ait bien étudié les conditions d'accès au site par tous les temps !

En ce qui concerne la logistique propre au chantier, on constate que la filière sèche permet, pour des bâtiments de faible hauteur, de faire appel à des grues télescopiques pilotées depuis le sol, ce qui d'une part change l'aspect du chantier (moins d'emprise au sol), d'autre part modifie la fonction de grutier.

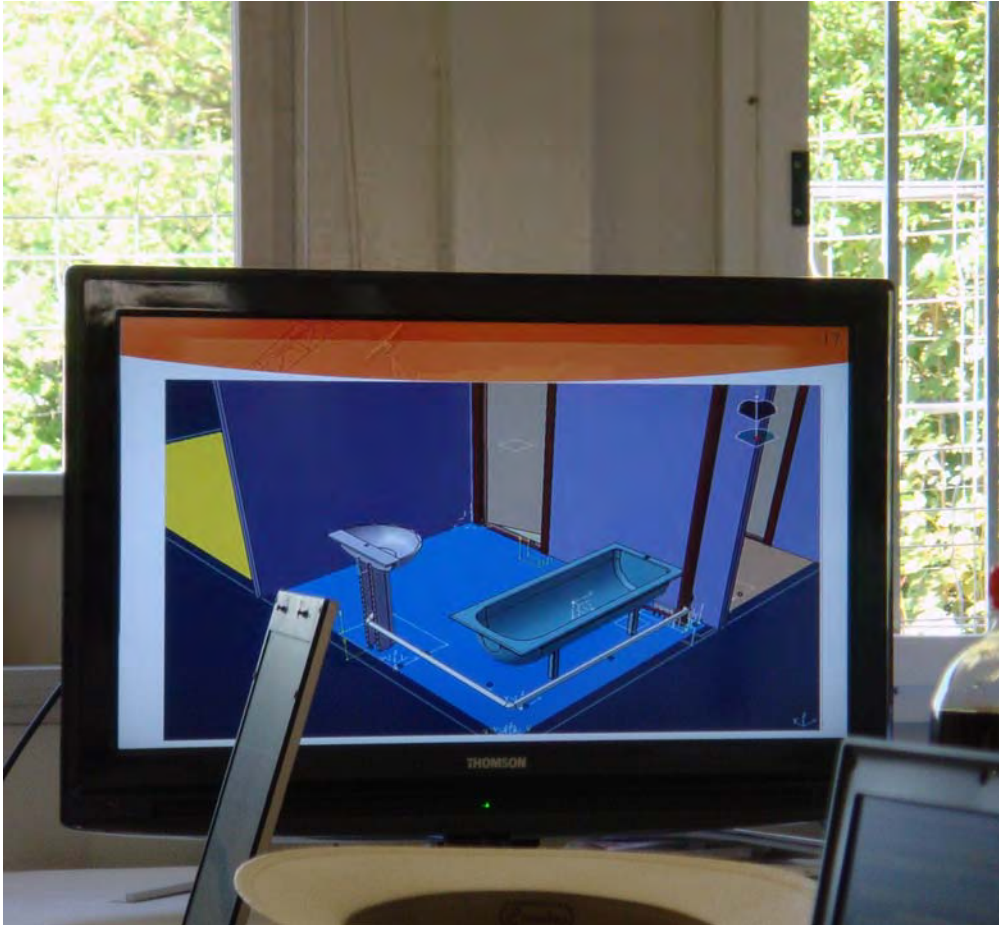
Enfin, pour la construction en bois, on notera que sur les chantiers observés, le bois est d'origine proche : les Vosges, le Jura...

Les usages de l'informatique

Sous diverses formes et pour divers usages, l'informatique est fortement présente dans l'ensemble des opérations. Secteur où les échanges sont nombreux et sont soumis à des impératifs de rapidité, la construction a rapidement compris l'intérêt de l'informatique de

⁷ Source : Michel Savy, Le transport de marchandises.

communication : ordinateurs et téléphones portables sont présents sur toute la chaîne de production, depuis les plans de l'architecte jusqu'à l'exécution des ouvrages, en passant par les bureaux d'études, qu'il s'agisse de ceux des industriels ou de ceux des entreprises, ou encore des bureaux d'études externalisés, en passant aussi par les bureaux d'études des industriels, où elle s'avère l'outil par excellence de calepinage des éléments à fabriquer, et de « pilote » de machines numériques.



« Révolution douce », elle devient nécessaire, même si elle est prise en compte, comme la logistique, comme n'étant pas au « cœur du métier ». Pourtant, plus qu'un outil, elle est une des modalités de l'industrialisation de la construction, par sa puissance de calcul, de mémorisation, de reproductibilité, de transmission, d'imagerie. Elle répond avec justesse aux besoins, cette fois traditionnels, de « voir » pour comprendre, elle fournit des documents propices au commentaire oral comme à la réalisation de tâches automatisées. Elle est un des éléments, et sans doute pas le moindre, de l'exemplarité des opérations observées. Sans « Catia », le chantier de Béthune devenait périlleux. Sans « Allplan », pas d'éléments préfabriqués à Béthune. Chez Ducloux, tout part des ordinateurs du bureau d'études. Chez Phénix, l'informatique sert à la fois la technique et la commercialisation.

Les lieux de décision

L'ensemble des opérations pose la question : qui décide? la possibilité de construire autrement est fortement dans la dépendance de volontés plurielles qui ont à converger ! Celle des élus et des collectivités territoriales, celle des maîtres d'ouvrage, celle des entreprises et des maîtres d'œuvre...

Les maîtres d'ouvrage

Le maître d'ouvrage reste le maître du jeu, et il en est de suffisamment audacieux pour tenter l'innovation et sortir d'une prudence qui n'expose à aucun risque, qu'il s'agisse de la procédure suivie, de l'architecte sélectionné ou du procédé choisi. Ils sont sans doute bien plus nombreux, tenus par des délais, des financements, des habitudes bien rodées, à rester en retrait de toute innovation. Il en est aussi quelques-uns qui restent allergiques à toute innovation : sans pouvoir le nommer, nous citerons le directeur de la recherche et développement d'un maître d'ouvrage qui considérait avoir été « mis au placard ».

Il reste que les maîtres d'ouvrage rencontrés lors des opérations sont demandeurs d'information, certains émettant le vœu d'une plus grande mise en commun des expériences.

Elus et collectivités locales

Autant, sinon plus que les maîtres d'ouvrage, les élus, les collectivités territoriales, voire l'État, sont en première ligne. C'est le maire de Vert-Saint-Denis imposant les maisons Muse à son conseil municipal, alors même que celui-ci avait déjà eu du mal à accepter, deux ans auparavant, une opération qui bousculait les habitudes : « Il a fallu deux ans, maintenant tout le monde a oublié les discussions ». Mais c'est aussi le maire d'une commune rurale qui refuse le projet « Big Box » de Alter Smith au nom du goût supposé des habitants.

- **Alter Smith** : *Les maires, plus particulièrement des communes rurales ou moyennes, craignent l'aspect extérieur du projet. Ils veulent du parpaing avec un enduit et un toit en ardoises ou en tuiles selon les zones. Ils ne veulent pas choquer les riverains. Les avantages du procédé : délais courts, maisons BBC voire plus ne les convainquent pas !*

À Rennes, c'est la communauté d'agglomération qui s'empare du projet B3 de Clément Gillet, permettant la construction de onze maisons à Saint-Gilles. À Villeneuve-sur-Yonne, l'opération doit, en partie, son retard aux attermolements des élus. À Béthune, c'est l'ancien maire qui décide de donner à sa ville de nouveaux repères, dont la tour de Frédéric Borel⁸... D'aucuns pourtant s'abritent derrière le PLU qu'on ne pourrait modifier, d'autres derrière les impératifs des « monuments historiques », d'autres derrière « la demande de l'usager ».

Parmi nos interlocuteurs, quelques-uns ont regretté que l'État ne s'investisse pas plus dans la réalisation d'opérations expérimentales, y compris financièrement.

L'usager

Chacun des décideurs rencontrés a une idée précise des attentes des usagers : il semblerait pourtant que ces derniers soient en avance sur l'offre. Les onze maisons-conteneurs de Clément Gillet se sont vendues en un mois, les vingt maisons Muse de Vert-Saint-Denis en deux mois.

- **Clément Gillet** : *Les gens se moquent bien de savoir s'ils vivent dans des conteneurs : ils veulent une maison, un bout de jardin, un endroit où ranger les vélos, de la lumière, pas trop de bruit, et que ça ne leur coûte pas trop cher. La demande a évolué ! Il n'y a qu'à voir le nombre d'émissions de télé qui parlent de la maison. Sans compter la prise au sérieux des économies d'énergie et des émissions de CO2.*

Régis Mury n'est pas loin de partager cet avis, et met le plus grand soin à prévoir, en même temps qu'une construction conforme aux règles, un habitat alliant confort et bien-être, anticipant sur les demandes de modes de vie émergents où l'on veut pouvoir être à la fois dedans et dehors (terrasses, jardins), proche de ses voisins tout en pouvant s'en isoler, recevoir le soleil... François Pélegrin, de son côté, s'attache à créer des espaces modulables, permettant aux habitants ou de se retrouver, ou de s'isoler à l'intérieur du logement.

⁸ La tour de Frédéric Borel, après l'élection d'un nouveau maire, sera le seul repère construit...

Portes fermées

Plusieurs de nos interlocuteurs potentiels ont soit refusé de s'exprimer, soit ont fui les questions et se sont réfugiés derrière l'information « officielle » qu'ils peuvent diffuser.

À cela, plusieurs raisons : certaines entreprises, en particulier dans le bois, connaissent des difficultés et manifestent de la pudeur à les exprimer. Pour l'une, le refus a été net : « pour raisons personnelles ». Une autre n'a simplement pas répondu. Une troisième, qui semble chercher encore sa vocation, a en permanence demandé un sursis pour une visite de chantier...

Ces « petits événements » montrent que l'innovation qui réussit est visible et se veut visible, mais que l'innovation qui échoue préfère passer inaperçue. Affirmation triviale qui pose immédiatement la question de la réussite d'une innovation. Les quelques cas d'étude observés ici ne permettent bien sûr pas d'apporter une réponse définitive, mais on peut tout de même avancer que l'innovation réussie dépend de plusieurs facteurs : un facteur économique, et d'organisation de l'économie. Les grands groupes sont évidemment mieux à même de supporter des expérimentations. Mais on peut aussi remarquer que de « petits porteurs » d'innovations, pour peu qu'ils sachent mener de front recherche technique, réflexion sur la société, investigation commerciale, organisation de leur activité, s'en tirent très bien, fût-ce au prix d'une dépense d'énergie... difficile à mesurer. Autre facteur de la réussite : le travail en réseau, la connaissance précise du tissu local - élus, maîtres d'ouvrage, entreprises - et la bonne évaluation des possibles.

À l'inverse, il apparaît que la « demande » des usagers n'est jamais un frein à l'innovation : soit parce que cette innovation laisse l'utilisateur indifférent, soit parce qu'il en est friand. Et dans le logement social, l'utilisateur pourrait-il refuser d'emménager dans un logement neuf, expérimental ou pas ? Encore qu'il ne faille pas répondre « non » d'emblée : dans la tour de Frédéric Borel, à Béthune, des locataires ont refusé les propositions du maître d'ouvrage !

Il est compréhensible que « les affaires qui marchent » aient une plus forte propension à montrer leurs réalisations et à ouvrir leurs portes et leurs dossiers. Mais nous tenons à dire la déception de plusieurs lauréats CQFD, mandataires ou seulement co-équipiers : ils auraient apprécié un coup de pouce plus affirmé de la part de l'État, une plus forte incitation à l'expérimentation, un enthousiasme plus marqué des maîtres d'ouvrage sociaux.

Absence de recul et de retour d'expérience

Les opérations et chantiers observés étant pour la plupart en cours – ce qui est significatif quant à la durée de montage des opérations ! – il était impossible de vérifier la validité des performances, aussi bien sur le plan des consommations énergétiques que sur celui des usages. Il s'agira, dans un an, de retourner sur les lieux, autant que possible. Certains déplorent que la question des consommations d'énergie ait pris toute la place, masquant les autres exigences de qualité. Pourtant, on observe que c'est à travers cette problématique que l'étanchéité à l'air et la performance de l'enveloppe sont, semble-t-il, devenues essentielles, au point qu'il a pu être dit que le curseur de la qualité, mais aussi l'investissement et la valeur ajoutée d'une construction, se déplaçaient désormais vers l'enveloppe, c'est-à-dire aussi ce qu'il y a de plus pérenne. Ou comment la question énergétique est au cœur du développement durable.



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du
Développement
durable,
des Transports
et du Logement

Direction Générale
de l'Aménagement,
du Logement
et de la Nature

Le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA), depuis sa création en 1998, développe à la fois des programmes de recherche incitative, des actions d'expérimentations et apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

Il est organisé selon quatre grands départements de capitalisation des connaissances : **Société urbaines et habitat** traite des politiques urbaines dans leurs fondements socio-économiques ; **Territoires et aménagement** s'intéresse aux enjeux du développement urbain durable et de la planification ; **Villes et architecture** répond aux enjeux de qualité des réalisations architecturales et urbaines ; **Technologies et construction** couvre les champs de l'innovation dans le domaine du bâtiment. Le PUCA développe une recherche incitative sur le **futur des villes à l'impératif du développement durable**.

Ce plan 2007-2012 se décline selon huit programmes finalisés dont les objectifs de recherche répondent aux défis urbains de demain. Ces programmes sont accompagnés d'ateliers thématiques, de bilans de connaissances et de savoir-faire, ainsi que par des programmes transversaux à l'échelle des territoires et des villes et à l'échelle européenne, avec la participation du PUCA à des réseaux européens de recherche.

Le PUCA, par ailleurs, assure le secrétariat permanent du programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT).

plan urbanisme construction architecture

► Le gouvernement des villes et la fabrique du bien commun

Planification sociale de l'urbain et des services publics
Citoyenneté et décision urbaine
Intercommunalité et métropolisation
Normes et fabrique du bien commun

► Le renouveau urbain

Rénovation urbaine et mixité sociale
Renouvellement et recomposition des quartiers
Créativité et attractivité des villes

► L'avenir des périphéries urbaines

Qualité et sûreté des espaces urbains
Architecture de la grande échelle
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité
Systèmes périurbains et coûts d'urbanisation
Dynamiques et pratiques résidentielles

► Comportements résidentiels et défis démographiques

Vieillesse de la population et choix résidentiels
Habitat et services aux personnes âgées
Évolutions démographiques et inégalités territoriales

► Accès au logement

Trajectoires résidentielles
Recompositions institutionnelles de l'offre de logement
Modes et formes de l'hébergement
Économie foncière et immobilière

► L'innovation dans l'architecture et la construction

Logements optimisés : coûts, qualité, fiabilité, délai
Concept qualité, habitat, énergie
Logement design pour tous
Évaluation énergétique du patrimoine existant (PREBAT)
Bâtiments démonstrateurs (PREBAT)
REHA (PREBAT)

► Territoires et acteurs économiques

Espaces urbains et dynamiques économiques
Lieux, flux, réseaux dans la ville des services
Développement économique local et mondialisation
Économie de l'aménagement
Attractivité des territoires

► Vers des villes viables et acceptables

Politiques territoriales et développement durable
Risques technologiques : enjeux économiques et territoriaux
Villa urbaine durable
Quartiers durables
Aménagement et démarches HQE
Collectivités locales et politiques énergétiques (PREBAT)
Collectivités locales et défi climatique (PREBAT)

PUCA
Plan Urbanisme Construction Architecture

Grande Arche de la Défense
Paroi Sud
92055 La Défense cedex
tél. 01 40 81 24 30
fax 01 40 81 63 78
www.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca