

Comparaison internationale  
Bâtiment et énergie

C14 - APPROCHE INTÉGRÉE

Auteurs :

**Marc Colombard-Prout** ([marc.colombard-prout@cstb.fr](mailto:marc.colombard-prout@cstb.fr)),

**Daniel Quénard** ([daniel.quenard@cstb.fr](mailto:daniel.quenard@cstb.fr)),

**Jean-Luc Salagnac** ([jean-luc.salagnac@cstb.fr](mailto:jean-luc.salagnac@cstb.fr))

**ADEME**



**PRÉB4T**

PROGRAMME DE RECHERCHE  
ET D'EXPERIMENTATION  
SUR L'ENERGIE DANS LE BÂTIMENT

**PUCA**

plan  
urbanisme  
construction  
architecture

## Introduction

En cette fin de journée du 5 février 2007, le grand amphithéâtre du 27 rue Saint Guillaume était bondé, parterre et balcon. La conférence organisée par l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri), la Chaire développement durable de Sciences Po et l'Ambassade de Grande-Bretagne en France avait pour titre : « Le défi climatique : une opportunité pour l'Europe ? ».

S'exprimant dans un français parfait, Sir Nicholas Stern venait présenter le rapport sur l'économie du changement climatique dont il a coordonné la rédaction<sup>1</sup>. Conférence brillante suivie d'une table ronde au cours de laquelle un des invités, non spécialiste du bâtiment, évoquant les enjeux majeurs associés au cadre bâti et voulant illustrer les solutions techniques à disposition pour répondre à ces enjeux, a cité l'exemple d'une fenêtre très performante mise au point par des industriels (français) du secteur.

Cette fenêtre était présentée comme le parangon des solutions qu'il fallait mobiliser pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Bon exemple si ce n'est que le produit, aussi performant fût-il, ne fait pas l'ouvrage.

Cette anecdote résume tout le chemin à parcourir pour aller du produit à l'ouvrage. Cette fenêtre performante ne révélera ses qualités dans l'ouvrage que si plusieurs conditions sont, sans exclusive, respectées : un **programme** décrivant précisément les fonctions attendues du futur bâtiment, une **conception architecturale et technique** adéquate permettant de définir de manière cohérente les performances de chaque ouvrage de manière à satisfaire les objectifs du programme, une sélection de produits en rapport avec cette conception, une **mise en œuvre** respectueuse des conditions nécessaires à l'obtention des performances visées, un **entretien** et une **maintenance** adaptés afin de pérenniser ces performances.

Rien de neuf dans cette énumération : tout projet de construction devrait intégrer ces étapes clef. L'expérience montre que ces conditions sont difficiles à réunir. Les causes de cette difficulté sont identifiées :

- la conduite des phases de programmation, conception, réalisation, exploitation/entretien se passe nécessairement sur une longue période,
- de multiples acteurs indépendants interviennent,
- la communication entre eux et la coordination de leurs interventions sont perfectibles,
- les contraintes économiques au cours du projet ou au cours de la vie du bâtiment peuvent conduire à remettre en cause dans une relative urgence de (bonnes) décisions initiales sans pouvoir en apprécier toutes les conséquences sur le niveau de performance des ouvrages livrés.

L'examen de ces questions est à reprendre avec soin dans le cas des projets de bâtiments à basse consommation énergétique : le fort niveau d'exigence attaché à ces projets amène à créer les conditions d'une meilleure intégration des phases essentielles d'une opération.

---

<sup>1</sup> [www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/sternreview\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm)

Ce rapport développe cette question de l'approche intégrée.

Les réflexions sont notamment nourries du rapport « Impact of Low Energy Housing on the Construction Value Chain on Educators, Architects & Engineers, Manufacturers and Building Owners & End-Users - Observations from Switzerland, Austria and Germany » rédigé dans le cadre du PREBAT par Robert Hastings.

## 1. Contexte

La nécessité d'améliorer l'intégration des actions menées par les divers intervenants d'une opération de construction n'est pas une préoccupation nouvelle. Elle est en particulier au cœur des démarches de management de la qualité. Elle sous-tend les développements de l'ingénierie concourante.

Dans certaines circonstances, notamment lorsque les enjeux sont très importants (ouvrages de génie civil, projets phare de bâtiment, ...), cette intégration devient réalité et des moyens sont mis en œuvre pour limiter les défaillances de la chaîne d'acteur signalées en introduction.

Pour des chantiers plus ordinaires, comme ceux maisons individuelles ou de petits collectifs de logements, ces conditions sont plus difficiles à créer.

Les raisons de cette situation sont à rechercher bien entendu dans la relative modestie des enjeux liés à chaque projet de cette nature, souvent associée à la présence de maîtres d'ouvrages moyennement avertis. Par ailleurs, les techniques mobilisées sont relativement banales. Elles permettent de satisfaire les exigences courantes sans mobiliser des moyens d'étude considérables. Ces techniques présentent également une certaine « tolérance aux défauts » qui fait que, au cas où la performance des ouvrages est affectée pour une quelconque défaillance de la chaîne d'acteurs, ce n'est que rarement de manière rédhibitoire.

La réalité des situations de défaillance est avérée, en particulier en France, comme le révèle par exemple les informations collectées, en application de l'article L. 151-1 du code de la construction et de l'habitat<sup>2</sup>, par l'Observatoire de la Règlementation Technique dans la Construction (ORTEC).

Un des causes de la persistance de telles anomalies n'est-elle pas la faible exigence de maîtres d'ouvrage occasionnels peu avertis de ce qu'ils sont en droit d'attendre des constructeurs ?

Les pertes de performances liées à certains de ces défauts peuvent être estimées. Ainsi, concernant les ouvrages d'isolation thermique, une étude du CSTB [1] a permis, pour les techniques les plus courantes, de détailler les « *erreurs susceptibles de se produire au stade de la conception, de l'emploi des produits ou de la mise en œuvre. Les conséquences de ces erreurs sont évaluées et, lorsque cela est possible, une solution de réparation est proposée.* »

Les informations pratiques contenues dans ce rapport illustrent le potentiel d'améliorations mobilisable. La présentation de la situation « idéale », au regard de situations courantes dont la conséquence est évaluée, met en évidence de manière pédagogique l'incidence des malfaçons sur la performance d'isolation. (Figure 1).

La réalisation de bâtiments à hautes performances énergétiques passe par une conception attentive à de tels détails : il n'y a plus de marge pour tolérer des petits défauts dont la somme grève le résultat final.



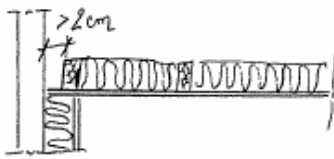
---

<sup>2</sup> Le préfet et l'autorité compétente mentionnée aux articles L. 422-1 à L. 422-3 du code de l'urbanisme ou ses délégués, ainsi que les fonctionnaires et les agents commissionnés à cet effet par l'autorité administrative et assermentés peuvent visiter les constructions en cours, procéder aux vérifications qu'ils jugent utiles et se faire communiquer tous documents techniques se rapportant à la réalisation des bâtiments, en particulier ceux relatifs à l'accessibilité aux personnes handicapées quel que soit le type de handicap. Ce droit de visite et de communication peut aussi être exercé après l'achèvement des travaux pendant trois ans.

En outre, ces détails de conception doivent être communiqués aux entreprises qui sont garantes de la bonne exécution.

Si elle est indispensable, la seule organisation de cette communication n'est pas suffisante. En effet, l'obtention d'un ouvrage « idéal » (en référence à la conception issue du programme) passe également et inévitablement par un examen des conditions pratiques de réalisation.

Si la mise en œuvre est difficile (faute d'un accès suffisant à l'espace de travail, faute d'outils adaptés, faute de pouvoir adopter des positions de travail ergonomiques, faute d'une fragilité trop importante des matériaux ...) alors l'ouvrage présentera inéluctablement des défauts venant grever de manière plus ou moins importante ses performances.

	<p style="text-align: center;"><b>Ce qu'il faut faire :</b></p> <p>L'isolant est déposé entre les entrants de la même manière qu'en partie courante. Dans le cas où le module des deux dernières fermettes est différent du module courant, le panneau d'isolant devra être recoupé dans la largeur avant de retirer les emballages. Tout espace vide entre la dernière fermette et le mur de pignon doit être comblé par un bourrage</p>
	<p><b>Malfaçon a) : panneau non adapté en largeur</b></p> <p>Cette disposition a pour conséquence la création d'une lame d'air parasite et l'augmentation du pont thermique de rive :</p> <p>Conséquence : <math>\Delta k = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}</math> et <math>\Delta \text{GV} = 2.5 \%</math></p> <p>Correction : ajuster le panneau en largeur afin de supprimer les lames d'air parasite</p>
	<p><b>Malfaçon b) : absence de bourrage entre le dernier entrant et le mur pignon</b></p> <p>Présence de pont thermique entre l'isolation du mur et le plafond.</p> <p>Conséquence : <math>\Delta k = 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}</math> et <math>\Delta \text{GV} = 1.5 \%</math></p> <p>Correction : réaliser un bourrage si l'espace entre la dernière fermette et le mur pignon a une largeur supérieure à 2 cm.</p>

**Figure 1 : exemple d'information destinée à mettre en évidence les impacts de malfaçons sur le niveau d'isolation (extrait de [1]).**

L'approche intégrée dont il est question dans ce rapport couvre cette organisation entre les étapes amont et aval du processus de construction. Le challenge est de créer les conditions pour que toute information indispensable à la réalisation de la performance attendue circule vers l'aval en ayant hérité à chaque étape des réflexions menées en amont et soit capitalisée de manière à se banaliser au bénéfice du projet en cours et des projets à venir.

Au-delà de ce point essentiel que constitue l'organisation de la chaîne d'information, la réalisation de LEB (Low Energy Buildings) touche également à d'autres aspects importants comme l'aspect architectural des bâtiments, leurs conditions d'usage et de maintenance.

Ces sujets sont développés dans le rapport de Robert Hastings. Les freins relatifs à l'acceptabilité de ces bâtiments par les occupants du fait de leur forme ramassée, de la petitesse des ouvertures et bien entendu du montant de l'investissement dans des équipements performants sont ainsi mis en avant. Il est par ailleurs signalé que la complexité des systèmes liés à certains bâtiments en rend difficile la gestion et la maintenance.

Pour ce qui est des procédés constructifs, le bois devrait être appelé à faire une percée compte tenu de ses atouts environnementaux. Cependant, le marché ne peut se convertir rapidement à des procédés non banalisés et les conditions d'un développement couronné de succès sont à créer.

## **2. Contenu de l'innovation**

Pour aller vers des BBC, voire des BEPos, les innovations à mettre en œuvre sont de deux types :

- organisationnelles, ces innovations concernent tous les acteurs du bâtiment.
- technologiques, ces innovations concernent principalement les architectes, les bureaux d'études, les industriels et les entreprises.

Les innovations technologiques ont pour la plupart, été décrites et analysées dans les rapports relatifs aux 12 briques sélectionnées rappelées dans le tableau 1 ci-dessous.

D'autres technologies non retenues dans cette étude sont aussi utilisées pour réaliser des BBC : on peut citer par exemple les pompes à chaleur (PAC) et les chauffe-eau solaires individuels (CESI), la récupération d'énergie sur les eaux usées, les systèmes de gestion, la biomasse (Rapport de Robert Hastings).

N°	"Briques Technologiques"
1	Parois Opaques (murs, toitures, planchers ...)
2	Parois Transparentes (Fenêtres, Baies Vitrées...)
3	Systèmes Constructifs Comparés
4	Ventilation Double Flux avec Récupération d'Energie
5	Systèmes Compacts Ventilation/Chauffage/ECS
6	Micro-Cogénération
7	Climatisation/Rafraîchissement - Basse Consommation
8	Solaire Thermique : Systèmes Solaires Combinés
9	Systèmes Photovoltaïques intégrés au bâti
10	Réseaux de Chaleur
11	Stockage de Chaleur
12	Eclairage

**Tableau 1 : Les 12 briques technologiques sélectionnées**

Les trois premières briques s'intéressent à l'**optimisation du bâti** (systèmes constructifs et enveloppe) pour limiter le recours aux équipements "énergivores", les objectifs de ces briques sont les suivants : réduire les pertes thermiques par l'enveloppe, exploiter les gains internes et les apports solaires, favoriser l'éclairage naturel, éviter les surchauffes ... Ces principes constituent les principaux piliers des labels Minergie et Passivhaus.

La principale conséquence de cette optimisation du bâti est un bouleversement potentiel de l'industrie du génie climatique car avec des besoins fortement réduits, les équipements actuels pourraient devenir obsolètes.

De nouveaux systèmes pour le Chauffage, la Ventilation, la Climatisation (CVC), l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) et l'Eclairage ... devront donc être développés. Ces systèmes seront, en général, du type "hybride" avec priorité aux énergies renouvelables, principalement le solaire : thermique ou photovoltaïque (PV).

Les briques 4 à 12 analysent l'ensemble des équipements qui se développent pour répondre aux nouveaux besoins des BBC et de leurs occupants :

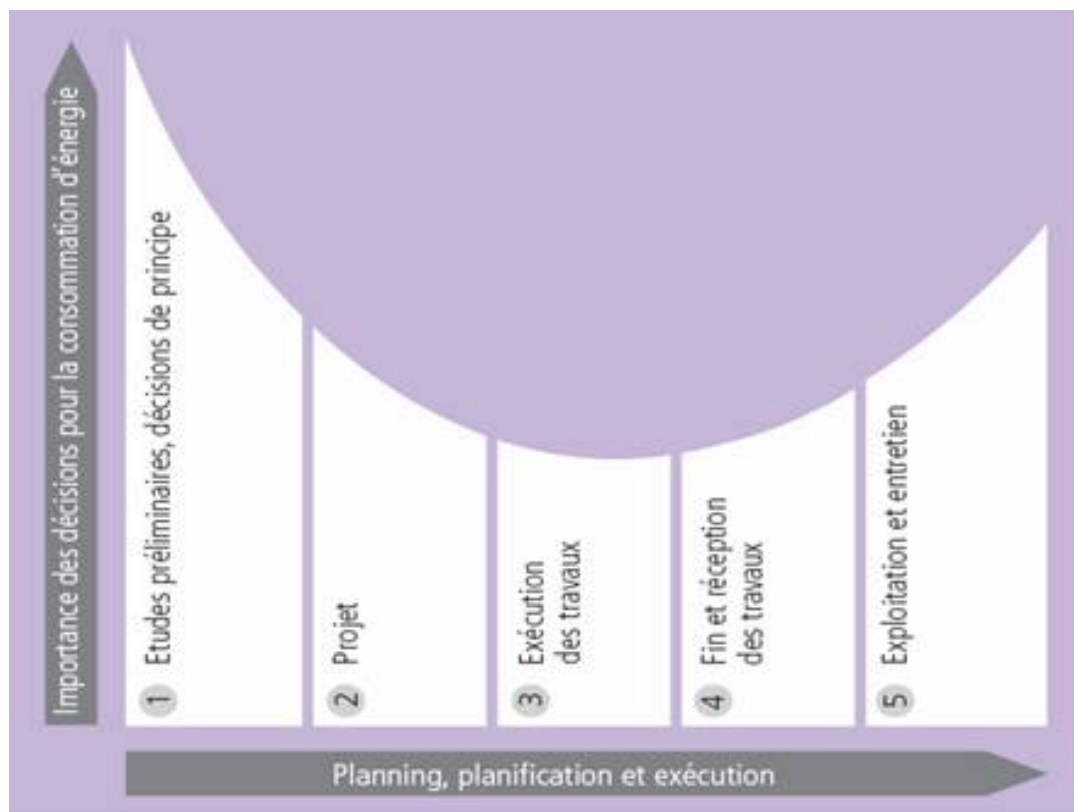
- les **systèmes "individuels" compacts à haute performance énergétique** utilisant soit les énergies renouvelables (principalement solaire et bois), soit les énergies fossiles, soit un couplage des deux. Les applications sont le CVC et l'ECS ainsi que la production d'électricité pour le PV et la cogénération. Ces systèmes sont plutôt destinés aux maisons individuelles et sont généralement plus facile à mettre en œuvre dans le neuf. En particulier, le PV en toiture est la caractéristique principale des maisons appelées Zero Energy Home, au Japon et au Etats-Unis. L'intégration du PV est aussi envisageable dans l'existant.
- les micro-réseaux de chaleur (**la chaleur "partagée"**) qui s'appliquent bien aux immeubles collectifs et aux quartiers.

A l'image du chauffage (et de la climatisation), l'**éclairage** dépend à la fois de la conception initiale (éclairage naturel), des équipements installés et du mode de vie des utilisateurs.

Néanmoins, toutes les briques technologiques, aussi performantes soient-elles, prises individuellement, n'assureront pas obligatoirement la réalisation d'un bâtiment haute performance et basse consommation. Des innovations organisationnelles touchant par exemple à l'évolution des frontières traditionnelles entre corps d'état, voire l'apparition de nouveaux métiers sont indispensables pour atteindre cet objectif ambitieux.

La brique appelée "**approche intégrée**" est destinée à cadrer ces innovations.

En effet, comme le montre la figure 2 ; une approche intégrée (conception, construction, comportement) impliquant tous les acteurs (le client, l'architecte, le bureau d'étude et le constructeur) doit être mise en place dès la conception du bâtiment pour qu'ensuite sur le chantier, aucune nouvelle étude ne soit nécessaire. Cette méthode permet à l'utilisateur d'être informé (tableau de bord) de manière fiable et conforme à ce qui a été réalisé ; information utile à l'exploitation et à l'entretien du bâtiment qu'il occupe ou dont il a la responsabilité.



**Figure 2 : Importance des décisions prises au cours du processus de construction vis-à-vis de l'efficacité énergétique (source : Office Fédéral de l'Energie – Suisse Energie)<sup>3</sup>**

<sup>3</sup> : Nouveaux bâtiments à faible consommation d'énergie - Guide pratique pour maîtres d'ouvrage et acquéreurs d'immeubles - Office fédéral de l'énergie - SuisseEnergie - [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

La figure 2 indique que c'est au cours de l'étape initiale de conception que sont prises les décisions les plus importantes. Par la suite, au cours du processus de construction les possibilités de modifications sont de plus en plus limitées dès lors que le projet est conduit en respect des décisions faites en amont.

Toute décision improvisée peut venir grever la performance attendue. Ainsi, l'électricien ou le plombier ne doivent en aucun cas dégrader les isolants mis en place ou les parois extérieures réalisées en les découpant ou en les perçant pour faire passer des réseaux non prévus car ils risqueraient de dégrader les performances de l'isolation et d'étanchéité à l'air.

Enfin, "piloter" un bâtiment basse-consommation exige une information (manuel de fonctionnement, livret d'entretien ...) et une formation des utilisateurs sinon il existe des risques de "dérapage énergétique". L'utilisateur devra aussi être aidé par des systèmes de contrôle et d'informations (tableau de bord des consommations : énergie, eau ...).

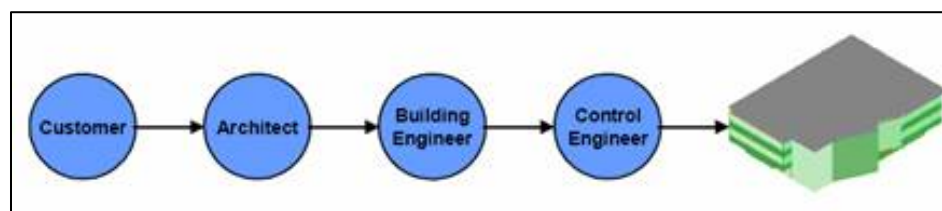
Les innovations organisationnelles concernent principalement :

- la chaîne des acteurs de la construction : des concepteurs (architecte, BE) au client, en passant par le banquier, l'assureur, l'entrepreneur ...
- les réglementations en vigueur : sécurité, feu, thermique, acoustique ...
- les incitations (information et formation comprises ...) et aides diverses (aides directes, fiscalité ...)

Pour répondre aux défis des BBC, caractérisés par un niveau d'exigence élevé, deux approches semblent incontournables et indissociables :

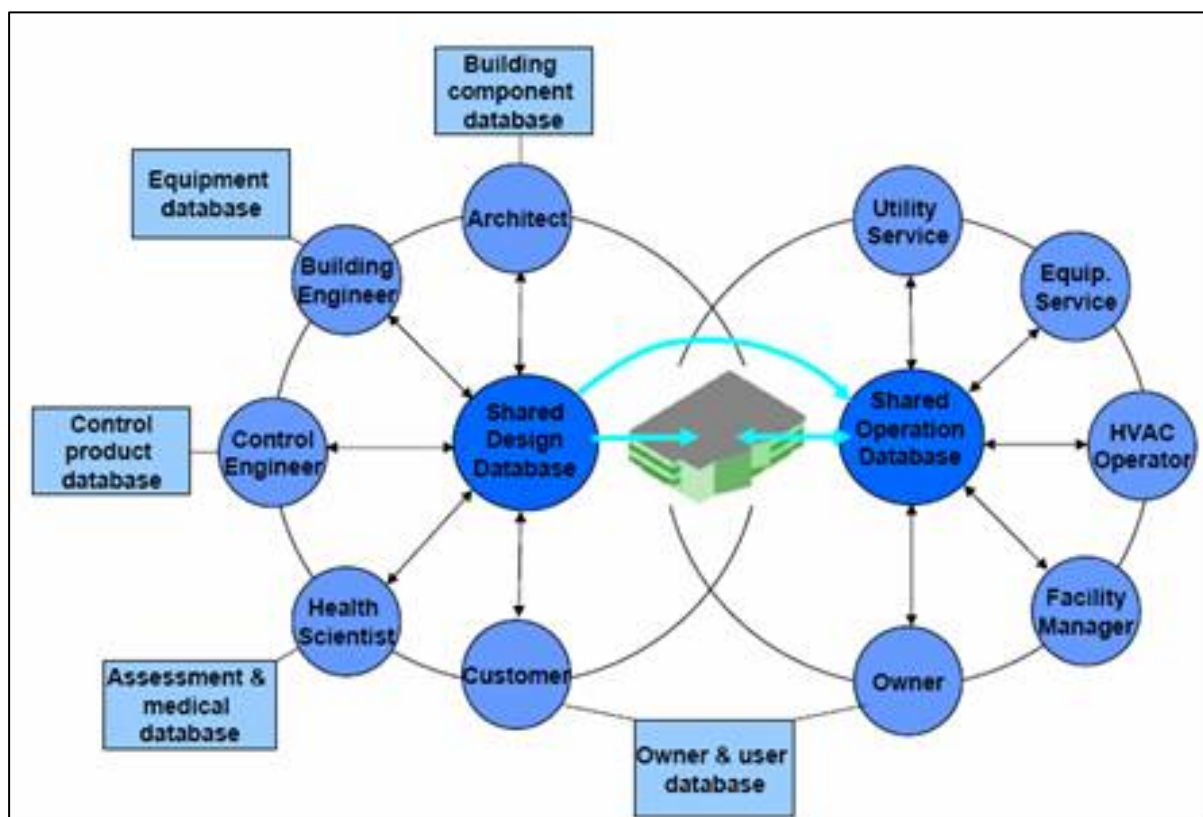
- l'approche système (holistique, voire écosystémique) du bâtiment
- l'approche intégrée du processus de construction qui doit associer tous les acteurs, du client acheteur/utilisateur aux constructeurs (tous les corps de métiers confondus) en passant par le concepteur et cela dès le début du projet.

Les figures 3 et 4<sup>4</sup> ci-dessous, illustrent le passage d'une approche linéaire séquentielle à une approche intégrée qui conditionne la réussite d'un BBC notamment à la qualité des phases de "conception" (Design) et « d'exploitation" (Operation). Sur ce schéma, la construction est pour l'essentiel une phase de mise en œuvre des choix fait lors des étapes amont au cours desquelles ont été anticipées les conditions d'exploitation.



**Figure 3 : Situation actuelle – approche linéaire séquentielle - Tertiaire**

<sup>4</sup> : Energy Efficient Buildings: Issues, Research Opportunities - Leon Glicksman - Building Technology Program - June, 2006 - MIT



**Figure 4 : Approche Intégrée – Tertiaire**

Cette organisation a pour objectif de limiter (voire éliminer) les interventions non maîtrisées sur chantier afin de ne pas grever les performances escomptées. En effet, la moindre modification ou changement sur le chantier comme par exemple le percement des parois isolées pour faire passer des réseaux oubliés n'est plus acceptable car les niveaux d'étanchéité à l'air et d'isolation seront fortement dégradés. Cette exigence du respect des choix fait à la conception est en rupture avec les pratiques courantes et sera certainement l'une des plus difficiles à mettre en pratique. Pour être couronnée de succès, une implication des entreprises du secteur, dès la conception du projet, sera certainement nécessaire.

### 3. Mise en œuvre

La disponibilité des briques technologiques innovantes et performantes n'implique pas la réalisation, à priori, d'un bâtiment basse consommation. L'implication forte de tous les acteurs de la chaîne est indispensable. Ils doivent travailler ensemble dès la conception du bâtiment pour limiter autant que faire se peut, les mal façons, voire la dégradation du système à cause d'un maillon faible.

### 3.1 La fiabilité sur site

**Le contrôle qualité et les coûts de supervision** : Les bâtiments à basse consommation d'énergie nécessitent un contrôle qualité plus élevé pour de nombreux métiers. L'isolation et l'enveloppe de la construction doivent être vérifiées aux étapes clés de la construction pour s'assurer de l'absence de ponts thermiques imprévus, de la continuité de l'isolation et de la faible perméabilité à l'air de l'enveloppe. Les barrières qui assurent l'étanchéité à l'air et à la vapeur doivent être vérifiées pendant qu'elles sont apparentes pour être sûr qu'elles ont été mises en place correctement dès le départ et qu'elles n'ont pas été détériorées par un autre corps d'état. De la même manière, l'étanchéité à l'air doit être assurée au pourtour des baies et des traversées de parois d'enveloppe nécessaires au passage des réseaux.

Pour les bâtiments basse consommation, le test d'étanchéité « Blower-Door » permet de vérifier en cours de chantier, après la mise hors d'eau/hors d'air du bâtiment, la qualité de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, et d'éventuellement réaliser les mesures correctives nécessaires avant de réaliser les enduits ou bardages extérieurs.

A titre de d'exemple et pour illustrer l'effet d'un défaut d'étanchéité à l'air sur le coefficient U, les chercheurs du Fraunhofer Institute for Building Physics (FhG – IBP) de Stuttgart ont mesuré les pertes thermiques résultant d'une fente de 1 mm de large et de 1m de longueur. Les résultats du tableau ci-dessus montrent que le coefficient U est alors multiplié par un facteur 4,8 (Tableau 2). De plus, près de 800 g d'humidité pourraient pénétrer par jour et par m<sup>2</sup> dans la toiture avec un tel "tunnel thermique" alors que seulement 5 g environ pénètrent avec un pare-vapeur<sup>5</sup>.

Conditions d'essais		Défaut d'étanchéité Fente de 1 mm d'épaisseur	U W/m <sup>2</sup> .K
Température Intérieure	20 °C	Sans	0,3
Température Extérieure	- 10 °C		
Différence de Pression	20 Pa	Avec	1,44
Vitesse du Vent "équivalente"	2-3 m/s		

**Tableau 2 – Impact d'un défaut d'étanchéité sur le coefficient U**

Les points sensibles des systèmes de ventilation mécanique contrôlée à double flux avec récupération de chaleur doivent être vérifiés : état de l'échangeur, trajets des gaines, connexions des sections de gaines.

Les puits canadiens doivent être vérifiés avant remblai de la terre pour s'assurer de leur étanchéité à l'eau et qu'ils présentent une pente continue permettant l'écoulement des condensats. Enfin la mise en service du bâtiment nécessite une vérification méticuleuse des systèmes de contrôle, de l'équilibrage de la ventilation et de la fourniture suffisante d'énergie de chauffage.

<sup>5</sup> : The Austrian Energy Agency, Buildings : a Technology Portrait - E.V.A., - Arsenal Research – <http://energytech.at>, - Vienna, July 2002

**Productivité et rentabilité** : L'utilisation accrue de systèmes préfabriqués permet de réduire les coûts de mise en œuvre sur site, mais les exigences plus élevées de qualité entraînent des surcoûts de vérification sur site tant que les corps d'état ne sont pas accoutumés avec ce qui est attendu d'eux pour les bâtiments à basse consommation.

### **Compensations de coûts, Surinvestissement, et Temps de Retour sur Investissement**

**Délais de réalisation** : Il n'est pas possible de généraliser en raison des spécificités régionales et des produits et composants utilisés.

**Problèmes de stockage sur site et de manutention** : Le recours accru aux composants préfabriqués à forte valeur ajoutée favorise dans certaines situations les livraisons « juste à temps ». En cas de besoin, des zones de stockage adaptées à la valeur et à la fragilité des composants doivent être prévues et préparées. Une attention particulière doit être portée à la prévention du risque de vol, qui est accru du fait de la valeur des produits et composants. Par ailleurs, les manutentions sur chantier deviennent plus critiques car les composants sont plus coûteux, par exemples des fenêtres complètes avec des vitrages à haute performance et des châssis à haute isolation thermique et des cadres équipés d'un isolant qui assure l'étanchéité à l'air. Les coûts de casse ou d'endommagement sont plus élevés que pour des doubles vitrages courants. De la même approche, les échangeurs de chaleur air entrant/air sortant doivent être soigneusement soulevés et positionnés pour éviter d'être voilés ce qui entraînerait des fuites d'air entre les parties entrantes et sortantes. Ces défauts sont rapidement détectés par les utilisateurs du bâtiment lorsque des odeurs, de la chaleur et de l'air vicié sont récupérées de l'évacuation par l'alimentation en air frais.

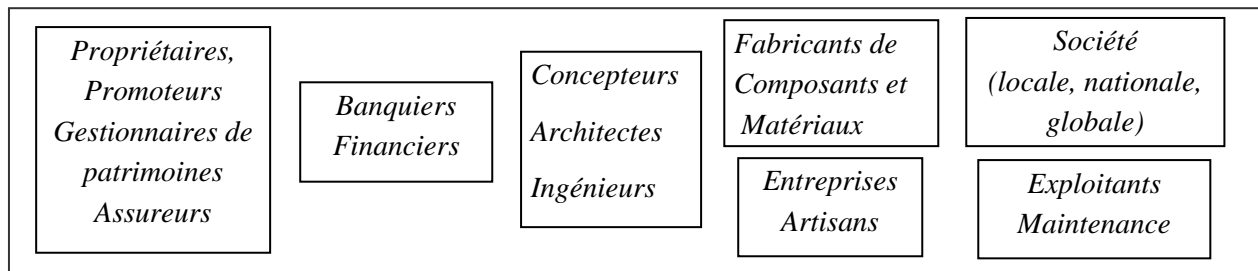
**Les fondations et liaisons sol structure** : Elles doivent être traitées avec soin pour s'assurer de la limitation du nombre de ponts thermiques ou de leur traitement, y compris des murs et des fondations, dalles et plafonds de caves. Des solutions appropriées existent même dans le cas de jonctions complexes.

### **3.2 Des changements indispensables dans les comportements et les compétences des parties prenantes**

Pour que les bâtiments à basse consommation deviennent plus fréquents et se généralisent dans les pays observés comme en France, des changements dans les attitudes et les valeurs des parties prenantes du processus de construction sont essentielles. Pour toutes les parties prenantes il y a un besoin décisif de formation (initiale et continue), de l'ouvrier aux cadres dirigeants, sur les principes de base des bâtiments à basse consommation afin qu'ils acquièrent une approche globale et systémique, suivi d'une formation détaillée et spécifique en fonction de leur profession et métier. Un recensement des institutions allemandes et autrichiennes qui offrent des formations initiales, continues et des cours spécifiques a été réalisé par le Bureau Fédéral Suisse de l'Energie. (Ehrler,

2007). En France il y a urgence de réaliser un tel recensement et de réformer le contenu des programmes de formation de l'Education Nationale et de l'Enseignement Supérieur (du CAP au diplôme d'Architecte et d'Ingénieur).

A la suite, nous présentons un bref résumé des nécessaires changements immédiats et futurs des comportements, visions et compétences des parties prenantes (Figure 5) du processus de construction.



**Figure 5 : Les parties prenantes dans le processus de construction.**

### **Les propriétaires occupants**

Les personnes qui n'ont pas de formation de concepteurs ou d'ingénieurs, sont plutôt influencés par des facteurs tels que :

- Le confort ; avec des mots clés comme : bien être, agréable, estime ...
- Valeurs : en association avec solidité, durabilité, fiabilité. En relation avec la culture constructive traditionnelle et beaucoup plus rarement ou par contraste avec des notions de design. Dans de très exceptionnels cas des valeurs relatives à l'environnement, au changement climatique et à l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables.
- Sécurité : robustesse, capacité à faire face aux cambriolages, incendies, tempêtes. Beaucoup plus rarement sécurité face aux futures sources d'approvisionnement en énergie préservant le confort et les capacités de mobilité.
- Valeur du patrimoine : actuelle et future, plus value dans l'avenir. Les facteurs clés sont la localisation et la durabilité de la construction. Dans des cas beaucoup plus rare il sera possible de prendre en compte les coûts futurs des charges de fonctionnement.

### **Évolution des visions et comportements :**

On peut s'attendre à ce que les propriétaires occupants prennent conscience des avantages des bâtiments à basse consommation d'énergie au regard du confort et des faibles coûts de consommations énergétiques, à une époque de fluctuations et d'augmentation des prix de l'énergie et de l'immobilier. De vastes campagnes de sensibilisation devraient faciliter ce changement d'attitude qui apparaît déjà chez les constructeurs/promoteurs (Geoxia, Bouygues ...).

Dans le futur, les bâtiments à basse consommation (BBC) devraient apparaître aux yeux des propriétaires occupants comme d'excellente qualité et de gamme supérieure, contribuant ainsi à maîtriser l'évolution des charges d'utilisation ; le surinvestissement d'aujourd'hui c'est au moins

autant d'épargner dans l'avenir. A l'inverse, les bâtiments énergivores risquent de les obliger à de douloureux arbitrages entre maintien du confort et restriction des déplacements et loisirs (la facture de fuel de l'hiver ou les pleins d'essence des vacances ...).

Ils pourraient aussi être plus largement convaincus, comme cela l'a été assez largement en Suisse, que la ventilation mécanique contrôlée est une ventilation confortable et hygiénique. Enfin, les coûts croissants de l'énergie et les pénuries futures vont certainement les obliger à réviser plus rapidement que prévu leur vision de l'avenir.

### **Les propriétaires de bâtiments institutionnels et commerciaux, les gestionnaires d'actifs immobiliers financiers**

Ceux-ci regroupent les propriétaires de patrimoines immobiliers coté et non coté en Bourse, foncières (SIIC, SICAV, FCP Immo, SCPI, et OCPI), bailleurs sociaux, collectivité territoriales, Ministères. La plupart du temps, les bâtiments qui sont achetés ne le sont pas pour leur performance énergétique ou pour la qualité de service et d'usage pour les futurs occupants. Les bâtiments seront plutôt sélectionnés en fonction de leur localisation, caractéristiques architecturales et du taux de rendement locatif, encore très rarement sont pris en compte les risques d'obsolescence technique et sociale prématurée des bâtiments qui ne sont pas extrêmement performant au plan énergétique et des émissions de GES.

### **Les promoteurs et les gestionnaires de patrimoines immobiliers**

Ces parties prenantes importantes sont principalement intéressées et focalisées sur le taux et temps de retour sur investissement. Les promoteurs ont tendance à être conservateurs et avoir confiance dans des règles prouvées issues de l'expérience. La sélection d'un bien foncier ou immobilier est basée sur des critères assez stricts de localisation, constructibilité au sens des règles d'urbanisme, qualité de la localisation (proximité des moyens de transports, des établissements d'enseignement et des commerces), et de rentabilité prévisionnelle de projets immobiliers, qu'il s'agisse de maisons, logements collectifs, d'hôtels ou de bureaux.

La méthode du compte à rebours qui est largement pratiquée permet d'évaluer le prix de terrain acceptable en fonction du prix de l'immobilier, et non en fonction d'un prix du foncier « imposé » par le marché, de simuler un bilan financier avec des marges brutes (hors honoraires et frais internes de promotion) et nettes acceptables et de déterminer un prix d'acquisition du foncier.

Si la démarche Haute Qualité Environnementale (HQE) s'est diffusée auprès de promoteurs d'immobilier tertiaire de bureaux, avec plus d'une centaine d'opérations, la perspective de meilleurs rendements locatifs et d'un éloignement dans le temps des risques d'obsolescence technique et donc de vacance des BBC, BEPAS et BEPOS ne fait qu'émerger.

Les gestionnaires immobiliers, par conséquence, héritent de ce que les promoteurs et urbanistes ont et permettent de construire. Ils sont les meilleures sources de perspicacité pour avoir une idée ou un aperçu de ce qui fonctionne et de ce qui est insensé ou absurde. Ce sont les experts de ce qui concerne les coûts d'entretien maintenance, de fonctionnement, les consommations énergétiques et d'eau, l'insatisfaction des occupants sur la qualité des services fournis par le bâtiment.

#### 4. Évaluation des résultats dans les pays concernés

Dans ce paragraphe, nous évaluons les principales expériences de BBC en Europe, aux Etats-Unis et au Japon. Cette analyse est basée sur le rapport de M. Robert Hastings.

##### 4.1 Développement durable et performance énergétique (objectifs attendue/objectifs atteints)

L'évaluation des performances environnementales et énergétiques des BBC nécessite une approche multicritère avec en particulier la prise en compte simultanée des ressources utilisées (matériaux et énergie grise associée) et l'énergie consommée pendant l'utilisation du bâtiment.

**Ressources et Matériaux** : Une analyse du cycle de vie des matériaux utilisés pour construire et maintenir un BBC doit être réalisée car pour des bâtiments de ce type l'énergie grise pourrait devenir l'énergie dominante par rapport à l'énergie consommée pendant toute la durée de vie de la construction (figure 6). Pour les bâtiments existant, l'énergie consommée pendant toute la vie de l'œuvre du bâtiment reste largement dominante avec plus de 80%.

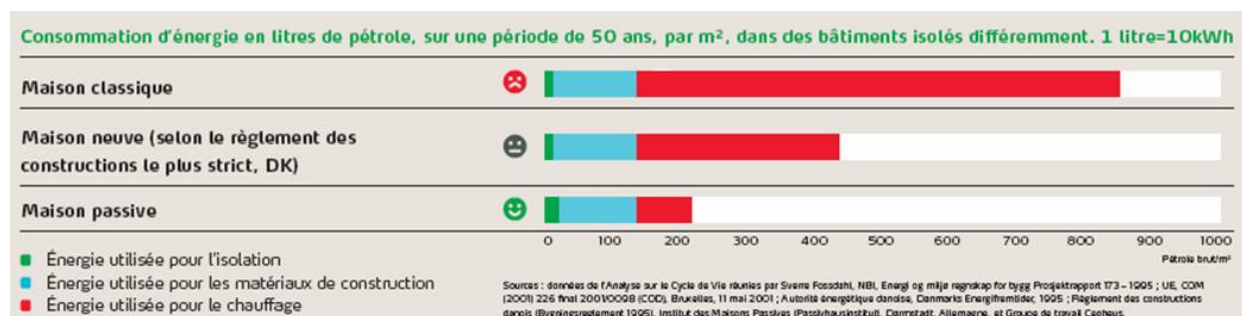


Figure 6 : Consommation totale d'énergie ("grise" et vie en œuvre)  
(Source : Rockwool – Environment 2006)

Peu de BBC ont fait l'objet de cette analyse rigoureuse à cause du coût nécessaire à cette évaluation. Les quelques exemples réalisés sur des bâtiments pilotes avec des aides publiques confirment évidemment que le bon sens vaut souvent une étude coûteuse pour prendre une décision. Par exemple, la réalisation d'un sous sol est nuisible à cause des coûts de terrassement et du béton alors que le renforcement de l'isolation est très rapidement amorti par les économies de chauffage et de climatisation.

**Energie** : Les besoins d'un bâtiment BBC sont de 4 à 10 fois plus faible que ceux d'un bâtiment conventionnel. La question centrale est de savoir si les objectifs annoncés ont été atteints ; la réponse est souvent négative comme l'ont montré plusieurs études comme par exemple le programme européen CEPHEUS (Cost effective Passive houses in European Sites - [www.energieinstitut.at](http://www.energieinstitut.at) ou <http://www.cephus.de>).

Dans ce programme, environ 250 résidences ont été suivies dans cinq pays et la plupart de ces maisons consomment plus d'énergie que prévue à la conception. Les principales raisons en sont les suivantes :

- A la conception, les architectes ont surestimé le nombre d'occupants et par conséquent les apports internes, il en résulte donc un écart important d'apports internes.
- Les maisons étaient chauffées à 22°C, voire plus, au lieu des 20°C initialement prévus
- L'étanchéité à l'air était moins performante et certains ponts thermiques n'ont pas été correctement en compte.

**Impact environnemental:** Les BBC présentent un impact environnemental beaucoup plus faible que les bâtiments traditionnels pour les raisons suivantes :

- les impacts respectifs des matériaux supplémentaires utilisés pour renforcer l'isolation, l'étanchéité à l'air, des fenêtres plus performantes et du système de ventilation sont rapidement amortis par les économies d'énergie réalisées<sup>6</sup>.
- Les BBC utilisent jusqu'à 10 fois moins d'énergie que les bâtiments traditionnels pendant leur durée de vie.

#### 4.2 Qualité de vie et acceptation des utilisateurs

Tout d'abord, il faudrait faire une distinction entre les BBC de première génération construit au tournant du siècle et les plus récents dits de 2<sup>ème</sup> génération. Beaucoup de problèmes techniques ont été résolus mais ils n'offrent pas encore certaines qualités qu'avaient des bâtiments plus que centenaire !

##### Qualité de vie : Les principaux bénéfices des BBC

- le confort thermique est amélioré à cause des températures de surface qui sont plus proche de la température d'air. Il n'existe pas d'effet de parois froides.
- La qualité de l'air est améliorée car la ventilation assure un renouvellement d'air permanent qui contraste avec l'ouverture des fenêtres par les occupants qui sont souvent incapables d'évaluer la qualité de l'air du local qu'ils occupent.
- Les économies d'énergie sont aussi des économies financières qui permettent de prévoir d'autres dépenses (loisirs écologiques bien-sûr ...)
- Assurance d'avoir une maison vivable même en cas de crise énergétique
- Satisfaction de vivre dans une maison à faibles impacts sur l'environnement

##### Evolution des BBC de 1<sup>ère</sup> génération

- Réduction du bruit du système de ventilation grâce à une meilleure isolation thermique des conduits
- Le renforcement de l'isolation thermique améliore l'isolation acoustique des logements et les occupants deviennent alors plus sensibles aux bruits intérieurs qu'ils génèrent ou à ceux de leur voisin !

---

<sup>6</sup> : Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? G. Verbeeck\*, H. Hens – Energy & Building - 2004

- Un air trop sec en hiver du à la température plus élevée que prévue.
- Apparition de surchauffes dès le printemps ... souvent à cause de la non-installation de protections solaires pour réduire le budget. Cette économie d'investissement est généralement corrigée dès la deuxième année.

#### Quelques problèmes rémanents avec les BBC de 2<sup>ème</sup> génération:

- La forme : la contrainte de compacité, pour réduire les pertes thermique par l'enveloppe, conduit souvent à des architectures anonymes qui manquent de romantisme. Les façades n'ont plus d'identité et ne provoquent plus de sensation aux passants.
- Le volume : pour limiter les surinvestissements les volumes intérieurs sont réduits au minimum. L'aménagement intérieur est alors ramené à sa plus stricte expression et le mobilier est limité. Les escaliers sont parfois extérieurs et les pièces de divertissement ne sont pas chauffées.

La qualité de vie à l'intérieur des BBC doit donc être mieux prise en compte pour accroître la pénétration du marché et séduire les clients.

### 4.3 Les stratégies de marketing (succès/échecs)

#### Les succès

**Label/Marque** : Les sociétés investissent beaucoup d'argent pour développer un label ou une marque et l'installer sur le marché. Une relation s'installe alors avec les consommateurs qui ensuite lui font confiance. Le label et/ou la marque est une bonne stratégie pour les constructeurs.

**Confort** : L'amélioration du confort apparait comme un argument plus efficace pour sensibiliser les clients que les économies d'énergie. A cet égard, l'exemple Suisse de Minergie est frappant ; la ventilation mécanique a été vendue en mettant en avant plutôt la qualité de l'air que les économies d'énergie.

**Prestige** : En installant une marque avec une image positive et en la diffusant largement, posséder un bâtiment identifié par cette marque peut devenir une marque de prestige ... un peu comme dans le domaine de l'automobile.

**Sécurité** : La prise de conscience croissante du public au sujet du changement climatique (par exemple le film de Al Gore : "Une vérité qui dérange" ...) est certainement avantageuse pour le développement des BBC.

**Projets de Démonstration** : Les projets de démonstration sont aussi de bon supports pour la promotion des BBC. Ils touchent à la fois le grand public et les décideurs.

## Les échecs

La réduction des coûts de fonctionnement : Alors qu'un BBC peut être présenté comme un bâtiment plus économe à l'utilisation, les consommateurs font généralement leur choix sur la base de l'investissement. L'économie n'apparaît donc pas comme un argument de vente. En général, et même dans le bâtiment, beaucoup d'équipements ne sont pas vendus sur la base des économies qu'ils engendrent. Il suffit de penser à la cuisine, à la salle de bains, au mobilier ... sans parler de la voiture dans le garage !

Les vendeurs de cuisine et salles de bains, aux coûts parfois exorbitants, apparaissent donc comme bien meilleures que les vendeurs de BBC !

## Le label PassivHaus.

L'objectif principal d'une construction du type PassivHaus est de réduire les besoins de chauffage au minimum pour éviter l'installation d'un système de chauffage traditionnel. Le système de chauffage pourrait être couplé avec la ventilation (voir briques systèmes compacts), considérant la faible puissance nécessaire, de l'ordre de 10W/m<sup>2</sup>.

Par ailleurs, comme la réduction des besoins de chauffage impose des critères de compacité et des épaisseurs importantes d'isolant (de 20 à 40 cm), il y a un risque d'uniformisation des constructions avec un caractère architectural limité. (PassivHaus=BlockHaus) ... mais les promoteurs des maisons passives revendiquent la beauté est dans la simplicité !

La limitation de la puissance de chauffe et du niveau de température d'air a pour conséquence une tendance à la réduction de la surface des fenêtres, même en utilisant des fenêtres avec un coefficient U de 0,8 W/m.K, valeur qui reste très supérieure à celle des parois opaques (U = 0,1 W/m.K). Cette tendance entre en conflit avec la demande des occupants qui souhaite un habitat ouvert sur l'extérieur et plus d'éclairage naturel.

Avec une demande de chauffage très faible (15 kWh/m<sup>2</sup>.an), la source de chaleur doit avoir un coût limité. Cela pourrait éliminer les systèmes qui utilisent les énergies renouvelables (solaire thermique, biomasse) à cause des coûts d'investissement ... et favoriser des systèmes électrique pour chauffer l'air ventilée.<sup>7</sup>

## Le Concept Zero Energy

Le concept Zero Energy est basé sur la revente d'électricité produite par des capteurs PV installés sur le toit. Ce concept repose donc sur le différentiel avantageux prix de vente/prix de rachat ; différentiel qui pourrait évoluer dans le futur. Il pourra alors être plus intéressant de prévoir une utilisation directe de l'énergie pour les équipements du bâtiment, mobilité comprise.

Parmi les principaux inconvénients, nous pouvons citer :

- La production sera plus importante en été alors que la demande est plus forte en hiver. Le réseau électrique devra répondre à cette demande en hiver avec des risques de coupure en

---

<sup>7</sup> : Is electric heating making a comeback? – [www.leonardo-energy.org](http://www.leonardo-energy.org)

cas de pic. On pourrait ainsi arriver au paradoxe des "maisons zéro énergie" assistées par les énergies fossiles !

- Le PV reste le moyen le plus coûteux en investissement (environ 1000 €/m<sup>2</sup> posé avec des temps de retour d'une douzaine d'année) pour collecter de l'énergie et la convertir en électricité. Par ailleurs, étant donné que la plus forte demande en énergie d'une maison reste la chaleur (chauffage + ECS), ce type de consommation finale devrait rester la priorité et pour cela des moyens plus abordables et moins sophistiqués sont disponibles comme la réduction des besoins, le solaire thermique, la géothermie ou la biomasse.

## Le bâtiment solaire

Ce concept qui a fleuri aux USA dans les années 70 et en Europe dans les années 80 cherche à maximiser l'utilisation du soleil à travers l'architecture.

Les quatre grands types de bâtiments solaires étaient basés sur les principes suivants :

- **Apports Solaires Directs** : ces constructions sont basées sur l'installation de grandes fenêtres au sud pour capter un maximum d'énergie solaire. Un plancher massif assurait un stockage jour-nuit avec une circulation d'air qui complétait l'installation, sans oublier les indispensables protections solaires pour limiter les surchauffes l'été. Malgré tout, la question de l'exploitation des apports solaires directs reste une question ouverte, en particulier, les grandes surfaces vitrées peuvent poser des problèmes en hiver (déperditions trop importantes) et en été (surchauffes difficiles à contrôler). La question centrale reste donc l'optimisation de ces surfaces vitrées pour répondre aux différentes exigences, parfois contradictoires que sont : l'isolation, les apports solaires, le besoin de lumière, les surchauffes ...
- **Apports Solaires Indirects** : L'exemple le plus célèbre de ce type de construction est le mur Trombe. Le soleil chauffe le mur qui stocke l'énergie et la restitue ensuite au local par convection et rayonnement. Cette technologie ne semble pas être intéressante aujourd'hui avec le niveau d'isolation des maisons et le souhait d'avoir des ouvertures au sud ... et non pas un mur. Néanmoins, ce type de construction pourraient avoir de l'intérêt dans d'autres types de bâtiments : locaux industriels ou de stockage, salles de spectacle ... Une variante du mur Trombe est la véranda (ou le jardin d'hiver) qui peut servir de capteur solaire mais qui doit être absolument fermée en période de chauffage, sinon la paroi vitrée de la véranda devient la paroi extérieur du bâtiment et les déperditions augmentent à cause des faibles performances de cette dernière.
- **Capteurs à Air** : Dans ce cas, la façade est transformée en capteur à air. L'air chaud est ensuite transporté par convection dans le local à chauffer ou bien stocké (lit de cailloux, béton ou matériaux à changement de phase). Néanmoins, ces systèmes ne peuvent assurer qu'un minimum de chauffage mais peuvent être utile dans les périodes de non-occupation. De plus, ces systèmes peuvent être utilisés en rénovation. Un des exemples les plus connu est le système canadien SolarWall ( [www.solarwall.com](http://www.solarwall.com) )
- **Systèmes Solaires High Tech** : Ce principe est à l'opposé de la Maison Passive puisqu'il utilise un système complexe de gestion technique du bâtiment. Malheureusement, cette

complexité est souvent le point faible du système qui demande une maintenance importante sans compter des occupants convaincus.

## 5. Réflexions critiques

Les deux idées communes à l'ensemble des démarches qui visent une réduction drastique des consommations d'énergie fossiles sont les suivantes :

- la réduction des besoins par l'optimisation de la conception
- des systèmes généralement "hybrides" ENR/énergie fossile (électro-solaire, solaire-gaz, solaire-biomasse) et combinés (chauffage/ventilation, ventilation/ECS ...)

D'une manière générale, les systèmes constructifs qui vont permettre d'atteindre des besoins très faibles vont bouleverser les équipements du génie climatique.

On peut regretter parfois que les solutions disponibles (bioclimatique, passive, solaire ...) soient mises en compétition alors qu'une approche système du bâtiment et une démarche intégrée des acteurs sont indispensables, de la conception à l'exploitation (figure 2).

En effet, le bâtiment doit être considéré comme un système et chaque lot (gros-œuvre, isolation, fenêtres, chauffage, ventilation ...) ne doit pas être considéré d'une manière isolée et indépendante mais plutôt comme interconnecté avec les autres.

Cette interconnexion impose aussi une approche intégrée de tous les acteurs du bâtiment du concepteur à l'utilisateur, en passant par le constructeur.

Les corps de métier doivent travailler en concertation afin d'éviter toutes dégradations (percement ou déchirure de l'isolation, des membranes ...) qui pourraient nuire à la performance globale de l'ouvrage.

<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
<p>Travail en équipe – "Building Team"</p> <p>Respect du travail des autres</p> <p>Une meilleure qualité de l'air intérieur</p> <p>Un meilleur confort thermique : pas de parois froides en hiver, moins de surchauffe en été</p> <p>Economie de chauffage pouvant atteindre un facteur 10.</p> <p>Par conséquent, une dépendance réduite par rapport aux énergies fossiles.</p> <p>Valorisation du bien immobilier</p> <p>Impact environnemental faible</p> <p>Image et Prestige dans un sens positif</p>	<p>Exigence de communication entre les intervenants (informations données)</p> <p>Complexité (apparente)</p> <p>Formation de tous les acteurs pour avoir une base commune minimale</p> <p>Qualité de la mise en œuvre sur chantier</p> <p>Surinvestissement de 7 à 10% par rapport aux bâtiments respectant simplement la réglementation.</p> <p>Nouvelles compétences exigées pour la planification et le contrôle qualité.</p> <p>Utilisation de nouveaux produits sans retour d'expérience important.</p> <p>Peu de projets de démonstration pour les visites, discussions, échanges analyses</p> <p>Peu d'architectes, de BE, d'artisans avec une expérience en conception et construction de BBC - Il faut apprendre et prendre des risques.</p>
<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<p>Prise de conscience des enjeux environnementaux chez tous les acteurs :</p> <p>Marché potentiel des BBC dans le neuf et la rénovation</p> <p>Intérêt commercial et marketing pour des Constructeurs/Promoteurs pionniers</p> <p>Grenelle de l'Environnement</p> <p>Un marché important, encore inexploité avec un énorme potentiel.</p> <p>Prise de conscience croissante du public concernant le changement climatique et l'urgence.</p> <p>Un nombre croissant de programmes publics de soutien et des incitations financières.</p> <p>Une chance à saisir pour devenir un leader d'un marché croissant.</p>	<p>Des acteurs multiples indépendants</p> <p>Durée et difficulté des chantiers</p> <p>Poids des "équipementiers", fournisseurs de matériaux et produits qui souhaitent imposer leurs solutions.</p> <p>Préjugés sur la qualité de l'air et l'hygiène des systèmes de ventilation mécanique avec récupérateur de chaleur.</p> <p>Des clients qui valorisent plus les coûts d'investissement réduits plutôt que les coûts de fonctionnement.</p>

**Tableau 3 : SWOT - Approche Intégrée**

## 6. Conditions de la transposition en France

Il est peu probable que la réalisation de petits projets de bâtiments mobilise dans un avenir proche des moyens significativement plus importants d'étude et de contrôle que pour les constructions actuelles de même nature.

Le challenge est de réfléchir, à budget global constant (conception, construction, fonctionnement) quasi-constant, aux voies d'amélioration.

Une autre hypothèse raisonnable concerne la relative stabilité des techniques mobilisées. Certes, les procédés à base de bois présentent des atouts environnementaux spécifiques mais le passage d'une culture du « dur » (maçonnerie, béton armé) à une culture du « léger » présente une inertie propre peu propice à une transition rapide.

Tout en aidant à révéler les atouts propres de « nouvelles filières », il est indispensable d'examiner les évolutions possibles des procédés dominants.

A l'image du Danemark qui a exploré les limites du mur double, technologie courante dans ce pays, afin d'apprécier la marge de manœuvre qu'offrait cette technologie pour ce qui concerne les performances thermiques, le développement d'une approche intégrée en France ne devrait pas faire l'économie d'une réflexion comparable, transposée à son contexte national [2].

Compte tenu des défauts courants de qualité évoqués tout au long de ce rapport et de la manière dont ils se « construisent » tout au long d'une opération, il existe un gisement d'amélioration de performance qui passe par l'examen détaillé de ces malfaçons en vue d'une part de les limiter, d'autre part de les bien identifier de manière à ce qu'elles ne viennent pas obérer les performances de procédés améliorés.

L'obligation qui nous est faite d'améliorer significativement les performances thermiques des bâtiments ne peut faire l'économie d'un examen de toutes les pistes. Le contexte actuel est une occasion unique d'un progrès collectif permettant de transformer des concepts d'organisation déjà étudiés (ingénierie concourante, ...) en réalité quotidienne.

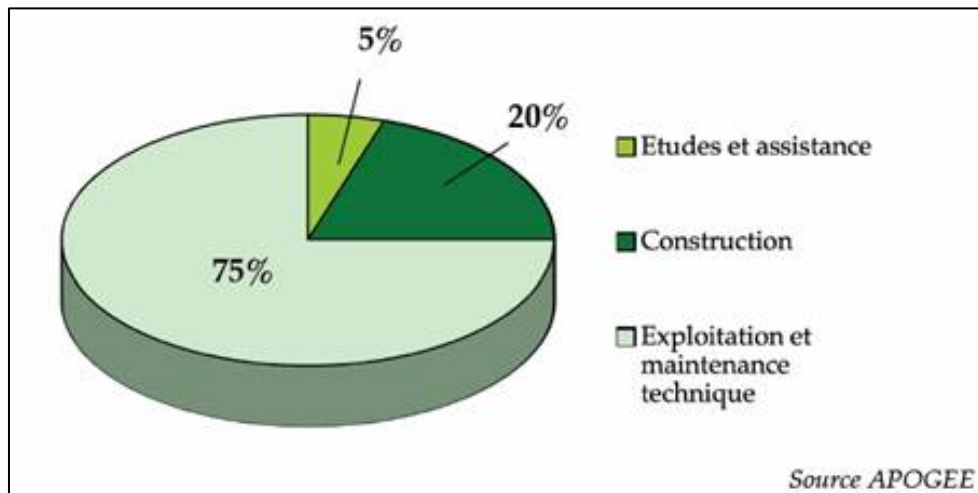
En associant des compétences de maîtrise d'œuvre architecturale et technique, d'entreprises et de fournisseurs industriels, alors les performances élevées de la fenêtre évoquée par le paneliste de la table ronde évoquée en introduction seront au rendez-vous.

### La transposition en France

Alors que pour les experts du domaine (Centre de Recherche, Agence d'Objectifs, BE, industriels), le développement des BBC apparaît comme évidente et que cela vaut la peine d'investir plus pour réduire les coûts d'utilisation et de maintenance (Figure 20) ce point de vue n'est pas nécessairement partagé par les investisseurs et même parfois les occupants<sup>8</sup>.

---

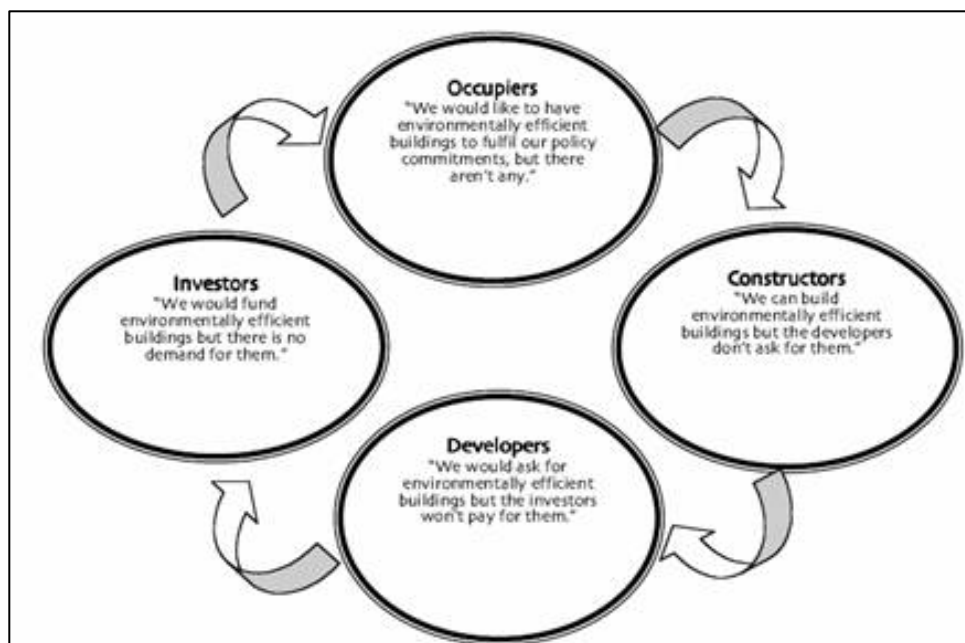
<sup>8</sup> : <http://www.archi.fr/MIOCP/>



**Figure 7 : Répartition moyenne des types de coûts sur le cycle de vie d'un bâtiment (hors foncier et frais financiers)**

C'est un fait que la question énergétique est encore "invisible" pour beaucoup d'investisseurs et les BBC n'ont pas pour l'instant plus de "valeur" que les bâtiments standards.

Un effort important de tous les acteurs du bâtiment, et plus particulièrement les banques, assurances et promoteurs qui détiennent les clés des financements, doit donc être fait pour sortir de ce cercle vicieux (Figure 8).



**Figure 8 : Comment sortir du cercle vicieux <sup>910</sup>**

<sup>9</sup> : Making Invisible Property Investments Attractive - Rick Wilberforce, - EuroACE (the European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings) - [www.euroace.org](http://www.euroace.org)

<sup>10</sup> : Energy efficiency in commercial offices: who can transform the market? Jacky Pett - Lotte Ramsay, ECEEE 2003 SUMMER STUDY – TIME TO TURN DOWN ENERGY DEMAND

Quelques pistes peuvent être suggérées :

- Propriétaires : Trouver des arguments pour les convaincre : confort, valeur immobilier supérieure (en particulier pour la revente), marketing important, risque d'accroissement brutal du coût de l'énergie, coupures de courant ...
- Constructeurs/Promoteurs : valeur immobilier supérieure, qualité des logements, meilleure rentabilité et taux d'occupation plus élevé, mais exigence d'entretien
- Assurances : le développement des BBC est une des solutions pour réduire les effets du changement climatique et le risque de catastrophes naturelles liées aux facteurs climatiques. Un effort des grands groupes d'assurance et de réassurance est nécessaire. On pourrait imaginer des primes d'assurance réduites pour les BBC à l'image des primes pour les voitures propres<sup>11</sup>.
- Architectes : éducation, formation, sensibilisation (presse, formation initiale), clients exigeants, travail en partenariat avec les BE
- Ingénieurs : valoriser l'innovation pour aller au-delà de la réglementation, travail en partenariat avec les architectes ...

Une **approche système** voire écosystème du bâtiment dans son environnement local  
Structure-Enveloppe-Equipements-Climat Local

**Optimisation du Bâti** : Incontournable et Primordial

Enveloppe : Interface (protection, réduction les pertes)  
& Surface (collecter les ressources : air, eau, énergie, lumière)

Des **principes généraux déclinés localement**

Réduire les pertes/Augmenter les gains  
Exploiter le spectre solaire (Chaleur-Lumière)  
Qualité de la Mise en œuvre

**Les techniques constructives bouleversent le génie climatique traditionnel :**

Hybrides ou Biénergie : EnF-EnR (PAC, CESI ...)  
Multifonctionnels/Compacts/Combinés : CVC-ECS

**Intérêt des micro-réseaux à l'échelle d'un quartier**

biomasse, cogénération, stockage ...

Nécessité d'une **démarche intégrée des acteurs de la construction** : urbanistes, architectes, ingénieurs, industriels, distributeurs, constructeurs, utilisateurs

Exigence du **travailler ensemble** sur le chantier

<sup>11</sup> : [www.macif.fr](http://www.macif.fr)

## Références bibliographiques :

[1] Fontan (J.) et al. .- Modalités de contrôle du GV : partie isolation, Etude réalisée pour le compte d'EDF .- CSTB, Février 1997

[2] Salagnac (J-L.) .- PREBAT, Briques technologiques : Systèmes Constructifs Comparés .- CSTB Juillet 2007

## Glossaire

BBC : Bâtiment Basse Consommation

BEPos : Bâtiment Energie Positive

BEPas : Bâtiment Passif

PV : PhotoVoltaïque

CVC : Chauffage-Ventilation-Climatisation

ENR : Energies Renouvelables (solaire, éolien, biomasse ...)

ENF : Energie Fossile

ECS :Eau Chaude Sanitaire