

# Le bâtiment À énergie positive

Une conférence d'Alain MAUGARD, Président du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), mardi 20 février 2006

Le réchauffement climatique et les risques de pénurie d'énergies fossiles sont deux enjeux majeurs auquel nous devons faire face au cours du XXIème siècle. Un secteur présente des marges d'amélioration de ses performances énergétiques : celui de l'habitat. L'idée-force de la mutation est de faire du bâtiment un lieu de production d'énergie décentralisée utilisant les énergies renouvelables : vent, soleil, géothermie superficielle, biomasse ... La bâtiment assure ses propres besoins et l'énergie non consommée est restituée sur le réseau qui devient une immense coopérative de production. C'est le concept de bâtiment à énergie positive. C'est une révolution, mais elle est déjà en marche dans les pays comme l'Allemagne ou la Suisse.

*Alain Maugard, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique et Ingénieur général des Ponts et Chaussées, a été notamment l'animateur du Plan Construction et Architecture (1978 – 1981), Directeur Adjoint des Cabinets de MM. QUILLOT et QUILLES, Ministres de l'Urbanisme et du Logement (1981 – 1984), puis Directeur de la Construction au ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer (1984-1990) et Directeur général de l'Etablissement Public d'Aménagement de la Défense (1990 – 1993).*

*Il est le Président du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) depuis 1993.*

## **Du métabolisme des villes au bâtiment**

Après une période caractérisée par l'abondance de la production d'énergie grâce aux mines, et aux ingénieurs des mines, c'est l'efficacité énergétique qui devient dominante, avec la recherche de la performance dans les grands secteurs de consommation. En période d'abondance, l'activité industrielle s'est organisée sans contrainte énergétique, avec le *juste à temps*, le *zéro stock*, la nécessité du transport logistique rapide et donc la prépondérance du camion. L'organisation des villes et le transport logistique de leur fonctionnement sont intimement liés, et on peut parler de *métabolisme* des villes. La ville européenne consomme moitié moins d'énergie que la ville des USA, sans que l'on puisse affirmer que la qualité de vie en Europe soit deux fois moindre que celle aux USA. et il semble bien que les Chinois, qui fabriquent aujourd'hui des villes immenses, soient plutôt sur le modèle américain. Compte-tenu de l'inertie des phénomènes urbains, de la pénurie d'énergie et de la question des gaz à effet de serre (GES), le problème de l'énergie se posera longtemps encore, et il ne faut pas négliger les politiques de long terme. Il en est de même pour la construction. Le renouvellement du parc, en France est lent, puisque l'on construit chaque année environ 1% du parc existant, alors que ce chiffre s'élève à 2 ou 3% dans d'autres pays. Il faudra donc 100 ans pour renouveler le parc, mais avec une ambition forte on pourrait parvenir à plus de 2%, ce qui permettrait de n'avoir que des bâtiments intelligents et performant d'ici 50 ans. Les bâtiments représentent 42 à 43% des consommations d'énergie en France, et 22 à 23 % des émissions de GES, compte-tenu de la part d'électricité nucléaire. Avec les transports, on arrive à 70 à 75 % de la consommation d'énergie dans les villes, et les 2/3 des émissions de GES.

Il faut s'intéresser au métabolisme des villes, avec la civilisation urbaine qui entraîne de fortes consommations d'énergie. Mais les villes ne se transforment pas en une génération, il faut en général plusieurs siècles, alors qu'il faut résoudre la crise énergétique dans un futur proche. Il faut donc trouver à la fois des solutions à efficacité court-moyen terme et peser sur les évolutions de long terme.

### **Une solution en perspective pour le bâtiment**

Pour le bâtiment, on a une solution en perspective : on peut parvenir à zéro effet de serre sans réduire le confort.

Dans un bâtiment, l'énergie a trois grands usages :

- se chauffer (ou se refroidir), et on peut aller vers zéro consommation en commençant par une bonne isolation, et l'utilisation de matériaux à changement de phase, qui donnent de l'inertie au bâtiment et résolvent le confort d'été,
- produire de l'eau chaude sanitaire, et sur ce poste, on bute sur des niveaux de consommation incompressibles,
- alimenter de nombreux matériels, électro ménager, appareils *bruns* ou *blancs*, etc. Sur ce point, il y a beaucoup de progrès à réaliser, on peut considérer que l'on est à peu près au niveau que l'on avait pour l'isolation des bâtiments avant la première réglementation thermique, de 1974.

On doit pouvoir parvenir à ne *consommer* que très peu, et alors la question se pose de *produire* soi-même ce *très peu*. Ce sont alors les énergies renouvelables qui sont sollicitées, le soleil, le vent, la géothermie, la biomasse. Si je peux produire à l'année plus d'énergie que je n'en consomme, j'ai obtenu *la maison à énergie positive*. Il y a malgré tout la question du décalage dans le temps, puisque les moments de production ne sont pas les moments de consommation (jour/nuit, été/hiver, impossibilité de maîtriser les événements climatiques). La question du stockage se pose donc. Elle peut être réglée pour l'électricité, avec des réseaux qui permettent de jouer sur les consommations de nombreux acteurs, et de stocker physiquement, par exemple en remontant l'eau des barrages, mais c'est beaucoup plus difficile pour la chaleur, qui peut nécessiter des stockages courts (dans la journée) ou longs (entre saisons), et qui ne se transporte pas. Il y a aussi, parmi les solutions techniques, les pompes à chaleur, et les procédés qui utilisent la température du sol, à peu près constante. Les puits canadiens (ou provençaux) sont depuis longtemps une application de ces principes.

En résumé, les techniques à mobiliser sont :

- une isolation renforcée, utilisant notamment le vide, qui est le meilleur isolant,
- des baies vitrées où il rentre plus d'énergie qu'il n'en sort,
- un double flux généralisé (échangeurs de chaleur sur les extracteurs d'air)
- recours au solaire thermique, notamment pour l'eau chaude sanitaire (1 m<sup>2</sup> de capteur couvre la moitié des besoins d'une personne)
- solaire photovoltaïque, complété par des pompes à chaleur et des matériels économes en énergie,
- utiliser le sol et le sous-sol autrement que comme simple support, et y voir un régulateur thermique, un lieu d'échanges de chaleur (puits canadiens ou provençaux, pompes à chaleur, récupération de calories des eaux usées, des calories ou frigories des parkings souterrains, etc.)
- pour le confort d'été, rafraîchissement naturel, en s'aidant notamment de matériaux à changement de phase (qui renforcent l'inertie du bâtiment) et de vitrages avec facteur solaire contrôlé,

- Eoliennes quand c'est envisageable, mais les champs d'éoliennes sont plutôt dédiés à la fourniture d'énergie plus concentrée, avec une évolution des machines vers des puissances de plus en plus fortes. Mais on peut imaginer des turbines sur les toits (exemple des tours de la Défense), et même sur les façades.
- Utilisation de la biomasse pour les chaudières.

Une difficulté demeure pour les pays à climat chaud, où le confort d'été constitue un point faible dans l'état actuel des techniques (le froid solaire étant encore très cher). Il y aura donc vraisemblablement des maisons hybrides, autosuffisantes seulement pendant une partie de l'année.

Dans l'avenir, on peut penser que les filières sèches de construction (bois, acier, etc.) ont un atout du fait de la souplesse qu'elles offrent en séparant les fonctions de support et d'isolation.

Pour les bâtiments existants, un gérant de parc immobilier présent dans la salle témoigne de l'importance des diagnostics de performance énergétique, qui vont faire bouger le marché. L'étiquetage qui en résulte concerne à la fois les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, avec deux fiches distinctes. Une nouvelle culture va apparaître, où les consommateurs vont se familiariser avec les consommations d'énergie et les tonnes de CO<sub>2</sub>. La question de l'évolution de la réglementation parallèlement à la prise de conscience est évoquée au cours du débat qui suivra, de même que l'intérêt qu'il y aurait à accélérer le renouvellement du parc existant, dans la perspective du facteur 4 (division par 4 des émissions de GES d'ici 2050).

### **Combien ça coûte ?**

Pour un coût moyen de la construction en France aujourd'hui de 1200 €/m<sup>2</sup>, on compte une augmentation de l'ordre de 300 à 500 €, soit 30 % pour atteindre un bâtiment à énergie positive. Mais, quand on regarde l'évolution récente des prix de vente des logements, on constate des hausses beaucoup plus importantes (2000 € à Paris, 1500 € dans les grandes villes, 4 à 500 € dans les petites villes) ; cette hausse est allée en totalité au foncier. Le coût supplémentaire de 30% environ peut paraître lourd, mais il faut choisir où une société comme la nôtre met son argent. La rente foncière, ou l'effet de serre.

Il faut dire que le coût du bâtiment recouvre beaucoup de choses dont certaines sont moins essentielles. Prenons un exemple : les cellules photovoltaïques, vendues en rouleaux flexibles à 250€ le m<sup>2</sup>. Elles assurent sur un toit terrasse à la fois l'étanchéité et la fourniture d'énergie. Celle-ci ne suffit pas à rentabiliser l'investissement mais sur chaque niveau de plancher au dessous, on pose des revêtements de sol pour des simples raisons de décoration, et qui coûtent, « consolidés » à l'échelle de l'immeuble, beaucoup plus cher que 250€/m<sup>2</sup>. Il faut savoir où on veut mettre notre argent !

On peut, en résumé, dire que le surcoût du bâtiment à Energie positive (qui va d'ailleurs baisser dans les temps futurs) est inférieur aux plus values foncières ou aux « dépenses décoratives ».

### **Autonomie et responsabilité**

Les avantages des maisons à énergie positive sont multiples :

- pas de production de GES pendant la phase d'exploitation du bâtiment,
- plus de charges sur l'énergie (on est donc prémunis contre une hausse du prix de l'énergie ou une pénurie),

- des bénéfiques potentiels, dus à la vente d'éventuels surplus d'électricité
- une population plus sensibilisée aux questions d'énergie.

Le fait de devenir producteur est très important. On en voit la démonstration dans les zones rurales, où les habitants se sentent plus responsables des consommations, du fait qu'ils connaissent les difficultés de la production. Le fait de parvenir à des bâtiments autosuffisants en énergie 200 à 250 jours par an, ça aurait coûté trop cher, aujourd'hui – entraîne pour les habitants un challenge, constituant à tenter d'être autonome quelques jours de plus, en attendant de l'être toute l'année. Ce sentiment de parvenir à plus d'autonomie par rapport au réseau est important en référence aux moments de faiblesse du réseau, comment peut-on dépendre d'incidents qui se produisent à l'autre bout de l'Europe ou du monde ? La faiblesse du réseau allemand sur un point le 5 novembre 2006 a entraîné une panne d'électricité pour plus de 10 millions de personnes en Europe. Cette recherche d'autonomie à l'échelle des villes et des communautés urbaines devrait en outre stimuler les capacités d'innovation. Un des objectifs est aussi de s'affranchir des fluctuations de prix, liés par exemple à un coup de froid aux USA.

Deux mots clés à retenir pour conclure cette partie : décentralisation (innovations et production décentralisées), et autonomie.

Il restera bien sûr l'énergie nécessaire pour construire, celle qui est incorporée dans les matériaux, l'énergie grise. Quand les consommations durant l'exploitation seront nulles ou négatives, l'effort devra se reporter sur les matériaux, et certaines filières seront très bien placées, notamment le bois.

Un tel effort demandé au Bâtiment n'a rien d'anormal : car comment admettre qu'une partie des habitants du monde consomme pour son logement dix fois plus d'énergie (et donc effet de serre) que l'autre partie.

Revenons à la ville. Entre les modèles très compacts, comme Hong Kong et les villes très étalées comme Los Angeles, il y a des différences énormes de consommation d'énergie. Il ne faut pas en conclure que seul l'habitat collectif est acceptable. Ce serait constater un échec de civilisation, puisque 2/3 des logements neufs, en France, sont des maisons individuelles. En réalité, la maison à énergie positive est plus facile à atteindre avec la maison individuelle qu'avec l'habitat collectif, grâce à la géothermie, aux énergies du vent et du soleil, qui offrent de meilleures capacités sur des maisons individuelles que sur des immeubles collectifs.

### **Décloisonner les approches bâtiment – transport - ville**

La question qui reste à résoudre est alors celle de l'automobile. Au lieu de séparer les approches, il faut les combiner, et traiter de l'ensemble « maison-voiture ». Les deux composantes du système ont besoin d'énergie pour remplir leur fonction, avec des caractéristiques différentes, et ils ne produisent et consomment pas aux mêmes moments. Par exemple, des cellules photovoltaïques sur le toit de la maison vont générer de l'électricité à stocker dans les batteries de la voiture (hybride), lesquelles vont contribuer à gérer les pointes de consommation d'électricité pour la maison. Elles seront également chargées par énergie solaire pendant le stationnement à la maison et sur les lieux de travail.

Il faut décloisonner les secteurs de la construction, des transports et de la ville. Aujourd'hui, les constructeurs automobiles viennent au CSTB pour prendre dans le secteur du bâtiment des solutions techniques transposables pour le confort des automobilistes. Cette évolution est intéressante, car le secteur du bâtiment est

considéré comme low-tech, versus l'automobile supposée high-tech, et c'est l'automobile qui va chercher ses solutions auprès du bâtiment...

On a vu certains BET démarrer dans la direction du décloisonnement bâtiment-ville : meilleurs isolation, récupération des calories des réseaux urbains, et de la chaleur du parc de stationnement avec une pompe à chaleur.

La difficulté à décloisonner n'est pas technique, mais provient de l'organisation des activités qui restent souvent monodimensionnelles. Par exemple, le concessionnaire de la Ville de Paris ne veut pas entendre parler de récupération de chaleur sur les eaux usées, partant du principe que son métier est le traitement des eaux usées, et non la récupération de chaleur. Même réaction des gestionnaires de parking : *l'énergie n'est pas notre affaire.*

Cela tient à l'organisation de notre société, de nos villes, fondée sur des sources d'énergie pas chère et sans limite, ainsi qu'à l'existence d'opérateurs spécialisés d'énergie, qui n'offrent pas un « réel système énergétique ». Il faudra bien dépasser ces difficultés pour relever le défi de la pénurie d'énergies fossiles et de la réduction des émissions de GES.

Enfin la séparation historique en France entre architectes-urbanistes et ingénieurs devra aussi être dépassée d'une manière ou d'une autre.