

Habiter en 2050

Regard prospectif optimiste sur la ville et l'habitat de demain

par Marie Dariel

« La ville de demain, c'est une ville où il y a du blanc, du vert, du transparent... c'est calme. »

Un habitant de Sydney

S'il existe un point commun entre un Américain de la banlieue californienne, un habitant d'un bidonville de Rio, un agriculteur malien ou un trader de Shanghai, c'est leur destinée commune à affronter la triple combinaison de la croissance urbaine, de l'augmentation fulgurante du prix de l'énergie et du réchauffement climatique. Les trois données de cette combinaison sont indissociables et caractériseront la première moitié du XXI^e siècle. Si le prix de l'énergie augmente¹, c'est en raison de l'explosion de la demande et de l'épuisement progressif des ressources pétrolières, qui elles-mêmes contribuent au réchauffement climatique. Le défi humain, économique et environnemental que représente cette perspective nous impose de revoir notre modèle de développement et de modifier, au cœur même de nos modes de vie, notre habitat.

L'origine anthropique du réchauffement climatique (majoritairement dû aux émissions de CO₂) est aujourd'hui bien établie : nos activités génèrent deux fois plus de carbone que la Terre peut en absorber (essentiellement par les océans et les écosystèmes terrestres)². Parallèlement, la population planétaire augmente. Nous serons neuf milliards d'habitants en 2050. Cette croissance s'accompagne d'un grand mouvement de migration vers les zones urbaines. En 2030, 60% de la population mondiale vivra dans les villes (soit cinq milliards de personnes), contre 30% dans les années 1950³. Par ailleurs, le niveau de vie moyen s'élève et la demande énergétique, la pression sur l'eau et les denrées alimentaires ne cessent de croître alors même que les terres agricoles rétrécissent et qu'une partie de plus en plus importante de ces mêmes denrées est désormais

destinée à fournir des biocarburants.

Les ressources fondamentales de notre modèle de développement, longtemps considérées comme abondantes voire infinies et pérennes, deviennent plus rares et incertaines : l'eau, les terres fertiles, le pétrole, la stabilité du climat.

Conséquence : l'émergence d'un nouveau modèle d'habitat vertueux, intégrant les signaux de son empreinte écologique, sobre en carbone et en énergie, devient indispensable.

Accompagner et maîtriser l'évolution de la ville

De cette situation de crise, les bâtiments sont en grande partie responsables : ils consomment environ 30% de l'énergie mondiale, 20% de l'eau douce et produisent 30 à 40% des émissions globales de gaz à effet de serre.⁴ En France, le secteur consomme 42,5% de l'énergie finale⁵ et produit 23% des émissions nationales de dioxyde de carbone, émissions qui n'ont cessé d'augmenter depuis 1990. Or, les deux tiers de ce taux reviennent à l'habitat. Chaque mètre carré de nos logements consomme 240 kilowattheures d'énergie primaire par an (240kWh/m².an). Les dépenses qu'y consacre chaque ménage ne cessent d'augmenter (+ 7,5% entre 2002 et 2006)⁶. Ainsi, notre habitat et le tissu dans lequel il s'inscrit, à savoir principalement nos villes, vont nécessairement évoluer. Mais comment ?

L'organisation de nos villes et la conception de nos maisons sont fondées sur une vision urbaine et sur des techniques de la fin du XIX^e siècle, développées et généralisées au XX^e siècle

grâce à la modernisation des réseaux, à la vulgarisation de la voiture et à une énergie bon marché. Mais la croissance urbaine, les distances de plus en plus grandes qu'elle entraîne et la pression de plus en plus importante qu'elle génère sur les territoires, imposent de structurer la ville autour de nouveaux centres, de renforcer les lieux de mixité, d'échanges et de vie, de repenser ses sources d'approvisionnement et sa gestion des déchets, de produire des logements plus petits dans des immeubles davantage mixtes (bureaux, logements, services)⁷.

Elle nous impose aussi de révolutionner rapidement les modes de transport en substituant à la voiture individuelle, partout où cela est possible, des modes de transport doux, collectifs, écologiques et fiables, dotés de systèmes d'information efficaces, multimodaux et en temps réel. La ville de demain est une ville dense, polynucléaire, en mouvement, et très certainement verticale en son hypercentre.

Ce dernier point ne fait pas consensus cependant, notamment en France. Le débat sur l'introduction de tours en milieu urbain et leur acceptation sociale a été récemment relancé à Paris par la décision d'Anne Hidalgo, adjointe au Maire en charge de l'urbanisme, de modifier au coup par coup le plan local d'urbanisme pour réaliser des immeubles de grande hauteur pouvant aller au-delà de cinquante mètres suivant leurs fonctionnalités. Dans un souci de stopper l'étalement urbain et de rendre accessible une offre collective de services, la verticalité apparaît pour beaucoup comme la forme architecturale la plus durable, mais cette forme est certainement aujourd'hui à questionner et à reformuler.

Cette réflexion ne doit en aucun cas être dissociée des projets d'aménagement d'écoquartiers, souhaités dans le projet de loi « Grenelle de l'Environnement »⁸: une tour solitaire n'est pas durable sans une préoccupation urbanistique de sa relation au sol, à la rue, au quartier environnant, de son accessibilité, de son approvisionnement en eau et en énergie, de ses effets de masque, des proportions des façades, du parvis, des plantations...

C'est l'enjeu de nombreux projets actuels, tels que la tour Signal de Jean Nouvel à la Défense, le futur quartier *Transbay* conçu par Richard Rogers à San Francisco, la tour *HyperGreen* de Jacques Ferrier, en partenariat avec

Lafarge, ou le projet virtuel *Phosphore* que le constructeur Eiffage développe avec le cabinet Buffi Associés⁹. Dans ce dernier projet de gare urbaine multimodale et du quartier environnant, la tour, par sa verticalité, et la gare, par sa forme, sont conditionnées, générées par les éléments naturels et « irriguent » l'écoquartier en flux de personnes, de produits, et surtout, en énergie¹⁰.

C'est ce principe de « solidarité énergétique » qui va permettre de révolutionner nos villes ; s'il est plus aisé pour une résidence individuelle possédant un terrain de 300 m² en pleine campagne d'être autonome en énergie, le problème est tout autre en milieu urbain dense et ancien, où les ressources énergétiques naturelles et renouvelables devront être mutualisées. Le micro éolien urbain par exemple, dont le



Bâtiment bioclimatique en Allemagne. Photo Marie Dariel.



Fribourg en Allemagne. La façade sud de cet immeuble de logements datant des années 1960 a été rénovée et recouverte de panneaux solaires photovoltaïques. Photo : Marie Dariel, janvier 2008.

rendement est plus important en hauteur, devra alimenter en énergie les immeubles plus petits, plus anciens, plus centraux, moins exposés au vent. De même pour les façades exposées plein sud, qui pourront mutualiser l'énergie photovoltaïque avec les immeubles orientés au nord ou à l'ombre.

L'explosion du prix de l'énergie aura pour effet, à long terme, de remodeler l'allure globale de nos villes et leur organisation : relocalisation des activités délocalisées dans les pays du Sud, revalorisation de l'agriculture périurbaine, voire urbaine, des cultures maraîchères locales et de saison, récupération et redistribution systématique de l'eau de pluie pour l'arrosage des espaces verts et le nettoyage des rues... C'est l'objet de recherches menées actuellement par Dick

Despommier, professeur en sciences environnementales et microbiologie à l'université américaine de Columbia sur le concept de fermes aménagées dans des tours bioclimatiques. Ces fermes verticales, en plein cœur de nos villes, pourraient résoudre une partie des problèmes de transport, d'aléas climatiques, d'étalement urbain, et, en plus de pouvoir purifier les eaux usées des bâtiments environnants, ces fermes produiraient leur propre énergie¹¹.

Une mutation des modes de vie urbains désirée par les citadins

Si l'on peut nous reprocher d'adopter le seul point de vue de la raison environnementale et énergétique, il est



Dongtan - Chine. La société mixte Shanghai Industrial Investment Corporation (SIIC) a conclu un contrat de plusieurs milliards de dollars avec l'entreprise britannique de conseil en ingénierie Arup pour bâtir la première éco-ville du monde.

intéressant de s'interroger sur la ville de demain à travers ce qu'en imaginent ses habitants. Quelle ville veulent les citoyens ?

L'étude publiée par l'Observatoire Veolia des modes de vie urbains sur « L'état de la vie en ville », réalisée par Ipsos en 2008 sur un échantillon de 8500 citoyens de quatorze villes du globe, apporte une réponse globale unanime : « l'environnement urbain [...] doit tendre à la fois vers le beau et l'écologique. Ils plébiscitent une recherche esthétique qui, au-delà du plaisir immédiat, doit contribuer à atténuer la sensation d'oppression en milieu urbain et l'intégration des normes environnementales dans les constructions, utilisant des matériaux toujours plus naturels ». « Le bâti doit donc être mieux dessiné, plus écologique et plus fonctionnel, dans une perspective qui, en particulier pour les jeunes, doit viser plutôt la hauteur que l'étalement »¹².

Les quartiers Vauban et Riesenfeld à Fribourg en Allemagne sont ainsi nés de l'idée originale de concevoir la ville à l'image de ce qu'en souhaitaient ses habitants. Les futurs propriétaires, avec des architectes, se sont constitués en lobbies et tout a été conçu en accord avec la population : espaces verts prédominants, habitats à basse consommation, cogénération, récupération de l'eau de pluie, priorité absolue aux transports en commun, aux piétons et aux cyclistes.

La contrainte qui nous est apparemment imposée aujourd'hui sera source de bien-être ; bouleverser nos modes de vie actuels et payer le « vrai » prix du coût écologique pour vivre mieux demain n'est pas le sacerdoce que, par paresse ou par inertie, certains imaginent. Les écoquartiers déjà existants à Fribourg, à Stockholm, à Zurich, à Beddington dans la banlieue de Londres, à Lille montrent qu'il est possible de réconcilier densité, durabilité et qualité de vie. Il suffit de s'y promener pour s'en rendre compte. D'autres expériences plus radicales telles que Masdar à Abu Dhabi, ou Dongtan en Chine, laissent préfigurer une possible révolution urbaine¹³.

Vers un écosystème de l'habitat

À quoi ressemblera donc l'habitat de demain ? Et quelles métamorphoses connaîtront nos bâtiments actuels ?

Comme l'encourage Alain Maugard, le Président visionnaire

du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), la maison de demain est un être autonome et vivant. On ne parle plus de « façade » seule ou de « climatisation », mais de « peau », d'enveloppe intelligente et réactive (façades, toiture, murs et sols), de « ventilation naturelle » et de « métabolisme ».

Peut-on alors imaginer des maisons qui, à l'image des arbres, dépendraient des sources naturelles de vie pour exister ? La nécessaire réduction de notre dépendance énergétique et de notre empreinte écologique peut le laisser croire. Il n'est pas impensable de voir émerger une nouvelle génération de bâtiments intelligents, capables de récupérer et de purifier l'eau de pluie, de puiser des calories dans la terre ou dans l'eau, de produire de la chaleur et de l'électricité grâce aux énergies solaires et éoliennes, et même de récupérer l'énergie cinétique des mouvements de ses occupants. Des bâtiments inspirant et expirant comme un organisme vivant. Changeant leurs apparences selon des modes été et hiver prédéterminés. Stockant et restituant la lumière du jour. « Demain, l'enveloppe de l'habitat jouera un double rôle de collecteur de ressources, eau, air, énergie, et de diffuseur de bien-être, lumière, air pur, chaleur, fraîcheur, odeurs... » annonce Daniel Quénard, chercheur au CSTB¹⁴.

Les technologies à l'état expérimental aujourd'hui pourraient bien connaître un développement fulgurant, notamment en raison de l'augmentation de prix du pétrole : capteurs solaires intégrés à des stores mobiles, éclairage à diodes électroluminescentes (LED), vitrages actifs à cristaux liquides (électrochromes), murs chauffants, système central intelligent...

À quelle vitesse cette nouvelle vision architecturale et ces techniques se vulgariseront-elles pour atteindre des prix abordables et se diffuser à grande échelle ?

Certes, les nouvelles technologies seront nécessaires, mais n'attendons pas tout d'elles. Il faudra d'abord intégrer à nos pratiques actuelles le principe de « sobriété » prôné notamment par l'association Négawatt. « Cela consiste à supprimer les gaspillages absurdes et coûteux », explique Olivier Sidler, énergéticien, directeur du bureau d'études Enertech, car « il faut fonder notre avenir sur des besoins énergétiques moins boulimiques, mieux maîtrisés et plus équitables. »¹⁵

Par exemple, un habitat « sobre » du point de vue énergétique est un bâtiment très bien isolé, à l'image des *Trulli* dans les Pouilles italiennes dont les murs atteignent 2,80 m d'épaisseur, ou des maisons troglodytiques andalouses et chinoises dans lesquelles la température est stable en toutes saisons. C'est la très forte inertie de la roche et de la terre qui absorberait la chaleur le jour, la stockent et la restituent la nuit, qui explique la constance de la température.

Mais dans le milieu urbain dense de 2050, où l'on peut imaginer que le prix du foncier aura augmenté, la perte d'espace que représenteraient de telles épaisseurs constitue un problème. La recherche actuelle permet d'envisager des parois beaucoup plus fines mais hyper isolantes, constituées de microbilles de silice nanostructurée ou de nanogels super isolants.

L'inertie thermique et la régulation de la température s'obtiennent aussi par l'utilisation de matériaux à changement de phase (MCP) dont on choisit la température de fusion et qu'on peut intégrer à des vitrages ou des parois (solutions salines ou paraffines translucides). Ces MCP sont déjà utilisés en Allemagne et en Suisse dans certains bâtiments « passifs » (15kWh/m².an soit treize fois moins que nos logements classiques)¹⁶.



Présentée lors du Salon Batimat en 2007, la maison du futur est un projet écologiquement viable de l'architecte Eric Wulmot. Orientée au sud, la maison s'articule autour d'un patio destiné à être couvert par une verrière mobile. Le principe énergétique est le suivant : la maison très compacte et fermée en hiver grâce à la verrière mobile. En été, la verrière s'ouvre et la maison dispose alors de l'espace extérieur jardin/patio. La domotique permet une gestion centralisée de toutes les fonctionnalités de la maison.



Maison passive du quartier de Riesenfeld à Fribourg en Allemagne. Photo Marie Dariel, 2008.

L'habitat de demain aura donc nécessairement une forte efficacité énergétique, c'est-à-dire que la quantité d'énergie consommée pour satisfaire les besoins de chauffage, de froid ou d'éclairage sera réduite à sa plus stricte utilité. Il s'agit pour cela de concevoir une enveloppe de bâtiment très isolante sans déperdition thermique, des chaudières à haut rendement, des systèmes intelligents de régulation etc.

C'est seulement ensuite qu'on répondra aux ultimes besoins résiduels en recourant aux équipements énergétiques nouveaux, exploitant les énergies naturelles renouvelables (les ENR, essentiellement biomasse, géothermie, solaire, éolien), afin de réduire voire de supprimer totalement l'appel aux énergies fossiles. Ainsi, plus les besoins énergétiques à assurer seront faibles, moins l'investissement en technologies sera important.

Cette même logique s'appliquera nécessairement aux consommations d'eau et à la production de déchets :

pourquoi évacuer nos déchets organiques avec plusieurs dizaines de litres d'eau par jour, alors que l'on pourrait les transformer en énergie (biogaz) ou en engrais, économiser l'eau, éviter de polluer nos fleuves et réduire les fertilisants chimiques utilisés dans l'agriculture ?

De même pour les matériaux de construction qui seront plus sains, sans solvant, recyclables ou recyclés et locaux. Leur choix se fera en fonction de leur propriété de faible consommation d'énergie et d'émission de CO2 pour la fabrication et le transport : l'énergie grise¹⁷ sera le premier facteur de choix.

Et avant 2050 ?

Alors, faudra-t-il attendre 2050 pour voir se généraliser cette mutation ?

La France s'est déjà engagée dans ce changement. À cet égard, il convient de rappeler ses engagements internationaux et européens à l'horizon 2020 : réduction des émissions de gaz à effet de serre (-20 %), augmentation de l'efficacité énergétique (+20 % au niveau européen) et de la part des énergies renouvelables (+20 %).

Le projet de loi relatif au programme défini par le Grenelle de l'Environnement est particulièrement volontaire et ambitieux à cet égard : les articles 4 et 5 retiennent des objectifs de normes de construction en rupture pour les bâtiments neufs (50kWh/m².an à l'horizon 2012 et énergie positive¹⁸ en 2020), et définissent un cadre réglementaire et économique pour le diagnostic énergétique et la rénovation des bâtiments existants, y compris les logements sociaux.

Les concepts de bâtiment sobre et vertueux, d'écoquartier et de ville durable, s'ils se généralisaient et se développaient à une échelle globale, contribueraient à réduire «la facture énergétique», qu'elle soit économique ou environnementale.

On peut être optimiste : les talents, la créativité des hommes, leur capacité d'innovation et les efforts communément partagés permettront l'émergence, la diffusion et l'appropriation d'un nouvel « écosystème » de l'habitat.

Partant de ce postulat, on peut raisonnablement imaginer que la période qui court entre aujourd'hui et 2050 sera celle

d'une immense mutation économique, sociale et culturelle à l'échelle mondiale, qui verra se modifier les formes urbaines, les territoires, les échanges entre les hommes. Nous avons l'immense chance de pouvoir inventer une nouvelle origine à notre futur.

Marie DARIEL-SCOGNAMILLO travaille à la Direction du Développement Durable d'EIFFAGE, et est en charge du Laboratoire de Prospective Phosphore. Les opinions exprimées dans cet article n'engagent que leur auteur.

1 Le baril de pétrole brut était à 149 dollars en juin 2008 contre 12 dollars en 1998.

2 On estime actuellement les émissions de CO2 à plus de 27,3 milliards de tonnes par an, un nombre en constante augmentation. Source : *Petit Livre Vert de l'environnement*, Banque Mondiale, 2006

3 United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population, *World Urbanization Prospects : The 2007 Revision*.

4 UNEP, *Sustainable Building & Construction Initiative*, 2006. À titre d'information, une tonne de ciment génère une tonne de CO2.

5 L'énergie finale est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer,...) contrairement à l'énergie dite « primaire » qui est l'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Celle-ci « n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en œuvre. Dans l'industrie de l'énergie, on distingue la production d'énergie primaire, de son stockage et son transport sous la forme d'énergie secondaire, et de la consommation d'énergie finale ». Wikipedia. Voir aussi le site de Jean-Marc Jancovici : <http://www.manicore.com/documentation/equivalences.html>

6 *Projet de Loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement*, enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 11 juin 2008, p.5.

7 La mixité fonctionnelle des immeubles a des avantages tant sur le plan social qu'environnemental. Elle génère les échanges, réduit les déplacements, et, de plus, l'énergie calorifique produite dans la journée par l'occupation des locaux peut être directement transférée dans les lieux de vie le soir.

8 *Projet de Loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement*, enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 11 juin 2008.

9 Cf. articles parus dans *Batiactu* le 04/12/07 et dans les *Echos* le 26/10/07.

10 Buffi Associés, septembre 2007: <http://www.buffi-associes.com/les-projets/projets-urbains/62-2008-phosphore-2020-2050.html>

11 Pour plus d'information : www.verticalfarm.com

12 *Idem*.

13 Plus d'informations sur le projet Masdar : <http://www.masdaruae.com/> et sur Dongtan : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Dongtan>

14 *La Tribune*, 12 décembre 2008.

15 www.enerteh.fr

16 Un bâtiment passif est un bâtiment chauffé ou rafraîchi passivement, c'est-à-dire qu'il ne comprend pas de système de chauffage/refroidissement actif comme par exemple un chauffage central. Le soleil, l'isolation, les gains intérieurs suffisent même en hiver pour maintenir le bâtiment à une température agréable. Un bâtiment passif se chauffe avec moins de 15 kWh par an et par m² (sans l'eau chaude, l'électricité).

17 L'énergie grise est la quantité nécessaire à la production et à la fabrication des matériaux ou des produits industriels.

18 Un bâtiment à énergie positive est un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme.