




L'ÉCO-HABITAT POUR TOUS

Sébastien BRANCO



INTRODUCTION	5
L'ECO-HABITAT : UNE IMPERIEUSE NECESSITE.....	5
PREMIERE PARTIE : QU'EST-CE QU'UNE MAISON ECOLOGIQUE ?.....	10
I – LA MAISON BIOCLIMATIQUE	10
<i>Retrouver le bon sens.....</i>	10
<i>L'orientation et la disposition des pièces.....</i>	10
<i>Garder la chaleur</i>	12
<i>Une isolation renforcée.....</i>	13
<i>L'utilisation des énergies renouvelables</i>	14
<i>Économiser l'eau.....</i>	15
<i>Des comportements en lien avec les saisons</i>	15
II – LA MAISON PASSIVE.....	17
<i>Une norme qui s'impose progressivement.....</i>	17
<i>Le problème de la déperdition</i>	17
<i>Une ventilation double flux.....</i>	19
<i>Quelques critères</i>	19
<i>Une construction soignée.....</i>	20
<i>Des habitants attentifs.....</i>	21
<i>La maison basse consommation</i>	21
III – LA MAISON POSITIVE	22
<i>Tentative de définition.....</i>	22
<i>Valoriser l'énergie solaire</i>	23
<i>Autres énergies</i>	24
<i>Un coût encore élevé mais... ..</i>	24
IV – LA MAISON ECOLOGIQUE OU LA MAISON BIEN-ETRE : L'EXEMPLE DE LA FAMILLE R.....	26
<i>Ne pas être prisonnier des labels.....</i>	26
<i>Conception bioclimatique</i>	26
<i>Valorisation des surfaces vitrées.....</i>	28
<i>Isolation, ventilation</i>	29
<i>Chauffage soleil et bois.....</i>	30
<i>Récupération des eaux de pluie</i>	32
<i>Difficultés ?</i>	32
<i>Une réussite</i>	33
DEUXIEME PARTIE : COMMENT CONSTRUIRE UNE ECO-MAISON ?	34
I – SUBSTITUER L'ACTEUR AU CONSOMMATEUR.....	34
<i>Changer son comportement</i>	34
<i>Redéfinir la notion de confort</i>	35
<i>Se renseigner.....</i>	35
IV – CHOISIR SON TERRAIN.....	37
<i>Le cas particulier de la réhabilitation.....</i>	37
<i>La solution du lotissement</i>	37
<i>Penser à la proximité des équipements</i>	38
<i>Respecter les règles locales d'urbanisme.....</i>	39
<i>Les différences selon les régions</i>	40
III – TROUVER LES BONS PROFESSIONNELS.....	41

<i>Le choix de l'architecte.....</i>	<i>41</i>
<i>Le bureau d'études spécialisé : la bonne solution.....</i>	<i>42</i>
<i>Contracter avec les artisans.....</i>	<i>43</i>
<i>Un secteur qui recrute.....</i>	<i>44</i>
IV – DETERMINER LES ENERGIES.....	46
<i>Le solaire passif.....</i>	<i>46</i>
<i>Le solaire photovoltaïque.....</i>	<i>47</i>
<i>Le solaire thermique</i>	<i>48</i>
<i>L'éolien domestique.....</i>	<i>49</i>
<i>La géothermie.....</i>	<i>49</i>
<i>Le chauffage au bois.....</i>	<i>50</i>
<i>Trouver la bonne combinaison.....</i>	<i>51</i>
<i>La récupération de l'eau de pluie.....</i>	<i>52</i>
<i>Du bon usage des déchets organiques.....</i>	<i>53</i>
V – QUELQUES BONS ECO-MATERIAUX.....	55
<i>Pour un usage raisonné du ciment.....</i>	<i>55</i>
<i>La chaux.....</i>	<i>56</i>
<i>Le bois.....</i>	<i>57</i>
<i>La ouate de cellulose.....</i>	<i>58</i>
<i>La laine de bois</i>	<i>59</i>
<i>Le chanvre.....</i>	<i>59</i>
<i>Monomurs terre cuite ou thermopierre.....</i>	<i>60</i>
<i>La paille.....</i>	<i>61</i>
<i>Vitrages à faible émissivité</i>	<i>62</i>
<i>Volets roulants.....</i>	<i>63</i>
TROISIEME PARTIE : POURQUOI L'ECO-HABITAT ?.....	64
I – DES HABITATS EN COURS DE RESPONSABILISATION.....	64
<i>La prise de conscience.....</i>	<i>64</i>
<i>L'habitat, un endroit où agir.....</i>	<i>66</i>
<i>L'individualisation du logement.....</i>	<i>68</i>
<i>La compétitivité de l'éco-habitat</i>	<i>69</i>
II – DES AIDES FINANCIERES SIGNIFICATIVES.....	71
<i>L'éco-prêt à taux zéro (PTZ).....</i>	<i>71</i>
<i>Le Prêt à l'Accession Sociale (PAS).....</i>	<i>72</i>
<i>Les prêts spécifiques des banques</i>	<i>72</i>
<i>Les autres prêts.....</i>	<i>72</i>
<i>Le crédit d'impôt.....</i>	<i>73</i>
<i>La TVA à taux réduit.....</i>	<i>74</i>
<i>Les aides de l'ANAH</i>	<i>74</i>
<i>Les aides de l'ADEME.....</i>	<i>74</i>
<i>Le PREBAT.....</i>	<i>74</i>
<i>Les aides des collectivités locales.....</i>	<i>75</i>
<i>La taxe carbone.....</i>	<i>75</i>
III – DES MESURES CONTRAIGNANTES	76
<i>Le Diagnostic de Performance Énergétique.....</i>	<i>76</i>
<i>Les Certificats d'Économie d'Énergie</i>	<i>76</i>
<i>La suppression des ampoules à incandescence</i>	<i>77</i>

<i>La Réglementation Thermique 2005</i>	78
<i>Le label Haute Performance Énergétique</i>	78
<i>Le label BBC Effinergie</i>	79
<i>La Haute Qualité Environnementale</i>	80
IV – UNE INFORMATION ACCESSIBLE A TOUS.....	81
<i>Le rôle de l'ADEME</i>	81
<i>Les sites et les salons</i>	82
<i>La formation des professionnels</i>	82
CONCLUSION : AUJOURD'HUI, PAS DEMAIN	84

LES COORDONNEES DU BUREAU D'ETUDES
ECOP HABITAT

ECOP Habitat
Parc d'Innovation Bretagne Sud
CP125
56038 VANNES cedex

Tél. : 0810 200 216 (prix d'un appel local)
www.ecop-habitat.fr <<http://www.ecop-habitat.fr>>
email : info@ecop-habitat.fr

INTRODUCTION

L'ECO-HABITAT : UNE IMPERIEUSE NECESSITE

S'ils veulent survivre au XXI^e siècle, les habitants de la planète Terre doivent résoudre deux problèmes : le changement climatique, l'épuisement des énergies fossiles.

Le changement climatique, c'est le réchauffement de l'atmosphère, l'élévation du niveau de la mer, la disparition d'espèces animales et végétales, la multiplication de phénomènes météorologiques extrêmes. L'épuisement des énergies fossiles, ce sont des ressources vitales en voie d'épuisement, que nous ne pouvons pas renouveler : le pétrole, le charbon, le gaz, l'uranium, et, dans une certaine mesure, l'eau. Deux phénomènes qui vont rendre la vie bientôt impossible si l'on n'agit pas rapidement et concrètement.

On connaît maintenant les causes de l'un et de l'autre, au premier rang desquelles l'activité humaine, plus précisément la manière dont nous vivons et consommons. Nous détruisons et gaspillons nos ressources d'énergie, nous polluons la planète et produisons des gaz à effet de serre, qui provoquent un réchauffement accéléré de l'atmosphère. Il nous faut donc consommer mieux et consommer moins, produire mieux et produire moins de biens énergivores et polluants.

Le XXI^e siècle a déjà dix ans. C'est dire s'il y a urgence. Heureusement, une certaine prise de conscience a eu lieu. Heureusement, certaines dispositions sont prises pour inciter les individus à modifier leurs comportements.

De tout temps, l'homme a cherché à se protéger du climat ou des intempéries. Il n'a pour cela jamais cessé d'améliorer son habitat. L'utilisation des éléments naturels est allée de pair avec la mise au point de techniques de chauffage et d'isolation de plus en plus sophistiquées. Mais l'industrialisation, le développement des villes et de l'habitat groupé loin du milieu naturel, la découverte du ciment de Portland à la fin du XIX^e siècle, l'utilisation généralisée du béton après la Seconde Guerre mondiale (coffré ou sous forme de parpaings), le développement de produits manufacturés issus de la pétrochimie (matières plastiques, PVC, polystyrène...), ont entraîné la généralisation de nouveaux matériaux. Or, leur fabrication centralisée demande une énergie souvent considérable, leur transport implique une pollution supplémentaire, leur réemploi est le plus souvent

impossible, leur traitement en fin de cycle est à nouveau énergivore et crée des pollutions nouvelles (cette énergie nécessaire à la fabrication, au transport, à la mise en œuvre et au traitement en fin de cycle d'un matériau s'appelle l'énergie grise).

La seconde moitié du XX^e siècle a vu apparaître trois contraintes pour l'habitat : l'accroissement de la population, le coût de l'énergie, l'élévation du niveau de confort exigé. L'augmentation du niveau de vie et des critères de bien-être depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale d'une part, les chocs pétroliers de 1973 et 1978 d'autre part, ont amené les consommateurs à veiller davantage à optimiser leur chauffage et à éviter la déperdition de chaleur. On a aussi commencé à prendre en compte l'énergie grise des matériaux et le bilan énergétique des bâtiments.

Malheureusement, les réglementations adoptées, ou pas, et les mesures gouvernementales d'incitation aux économies d'énergie ont été, jusqu'à récemment, trop timides dans notre pays (qui accuse un retard important par rapport à nombre de ses voisins) pour entraîner une véritable (r)évolution de l'habitat. Certes, les habitations contemporaines consomment moins d'énergie qu'avant le premier choc pétrolier ; mais on chauffe plus, des maisons plus grandes, pour des habitants plus nombreux. Et dorénavant, on climatise, pour rafraîchir en été. Les prix du gaz et du pétrole se stabilisant, ou devenant acceptables aux yeux de l'opinion, les constructions de logements énergivores et polluants ont continué. Seuls quelques pionniers, particuliers ou architectes militants, ont osé des constructions plus responsables sur le plan écologique.

Il a fallu attendre la fin du XX^e siècle, avec le sommet de Rio en 1992, pour qu'émerge une première prise de conscience au niveau international. Une convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique a été adoptée, le développement durable était né, du moins en paroles. En 1998, le Protocole de Kyoto était ouvert à ratification. Entré en vigueur en 2005, il impose aux pays industrialisés des réductions chiffrées des six gaz à effet de serre considérés comme responsables principaux du réchauffement climatique, le premier étant le CO₂, ou dioxyde de carbone. Le chiffre de - 5,2 % (entre 1990 et 2012) a été retenu pour le dioxyde de carbone, alors qu'on sait déjà qu'il est très insuffisant pour limiter quelque peu les effets néfastes de ce réchauffement.

C'est en 2004 que la France a lancé son Plan Climat, afin de tenir les engagements pris dans le cadre du Protocole de

Kyoto. Il comprend un ensemble de mesures touchant tous les secteurs de l'économie, avec pour objectif d'économiser 54 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par an. L'habitat était bien sûr concerné : nouvelle réglementation thermique RT 2005, obligation du diagnostic de performance énergétique, réduction de taxe foncière pour les propriétaires améliorant leur « étiquette énergie », crédit d'impôt pour les particuliers faisant installer des équipements de chauffage performants à énergies renouvelables (bois, solaire) et des isolants améliorant la performance énergétique du bâtiment, délivrance de certificats d'économie d'énergie...

En 2005, la loi de Programme d'Orientation de la Politique Énergétique (dite loi POPE) a fixé l'objectif de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050, ratio adopté par de nombreux pays, appelé « facteur 4 », considéré comme nécessaire pour éviter de trop graves dérèglements climatiques. Cette loi a aussi fixé l'objectif d'une production de 10 % des besoins énergétiques à partir de sources d'énergies renouvelables en 2010...

Le Plan Climat, actualisé fin 2006, a été renforcé à l'automne 2007 par les dispositions du Grenelle de l'Environnement, qui a fixé la norme de 50 kWh par mètre carré et par an comme maximum pour l'habitat (les pionniers européens et nord-américains sont déjà, eux, à 15 kWh/m²/an).

En 2007, le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC) a confirmé, si besoin était, que les activités humaines avaient un impact grandissant sur la stabilité climatique.

Si la conférence de Copenhague, en décembre 2009, s'est malheureusement achevée sans le moindre accord contraignant, la communauté mondiale s'est cependant entendue sur une limitation à 2 °C de l'augmentation de la température moyenne sur la terre au cours du XXI^e siècle, ce qui implique une réduction des émissions de gaz à effet de serre d'au moins 50 % d'ici à 2050 (cette réduction indispensable ne figure pas dans l'accord comme une obligation pour les États).

Nous en sommes là.

L'habitat est un élément important du problème et donc un élément important de la solution. Les matériaux que nous utilisons pour construire nos maisons, les ressources que nous employons pour les chauffer, l'électricité que nous dépensons pour alimenter leurs équipements, ont des conséquences directes sur l'épuisement des énergies fossiles et le réchauffement de l'atmosphère. On estime que l'habitat serait responsable à lui seul de 25 % des émissions de gaz à effet de serre (50 % selon Pierre-Gilles Bellin, président de la Fondation pour la Défense du Vivant Arca Minore). Quoi

qu'il en soit, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) estime que les bâtiments consomment à eux seuls 42 % de l'énergie produite en France. À elle seule, la production de ciment serait responsable de 5 % des émissions de gaz à effet de serre, alors que le ciment pourrait bien souvent être remplacé par de la chaux ou de l'argile.

Trop d'habitations aujourd'hui sont mal orientées, mal isolées ou mal agencées. De plus, le parc de logements a vieilli : en 2006, seuls 28 % des logements français avaient moins de 25 ans, contre 41 % en 1973 (chiffres du service Observation et Statistiques du ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement durable). En conséquence de quoi la quantité d'énergie qu'ils consomment est bien supérieure à ce qu'elle devrait être (on estime que la consommation d'énergie liée au chauffage peut être diminuée de 90 % grâce à une maison responsable sur le plan écologique).

Certes, pour beaucoup d'hommes, de femmes et d'enfants, le souci principal est de trouver des murs et un toit pour s'abriter ; quels que soient leur manque d'isolation et leur déperdition en énergie. C'est une raison en plus, et non en moins, pour agir là où on le peut. La France fait partie des pays qui ont les moyens techniques, humains et financiers d'améliorer leur habitat. La France bénéficie de plus d'un climat tempéré qui facilite l'isolation d'une part, l'utilisation d'énergies renouvelables d'autre part. Nous savons que nous devons agir et nous en avons les possibilités : nous n'avons donc plus d'excuses si nous ne faisons rien.

Agir, c'est concevoir des bâtiments en rapport avec leur environnement (terrain, exposition, climat...), construits avec des matériaux de réemploi ou à faible énergie grise, présents localement et recyclables, équipés de manière à diminuer, ou supprimer, la consommation de fioul, de gaz et d'électricité, en utilisant au mieux les pouvoirs de l'air, de la terre, du soleil et de l'eau. Ce faisant, nous réduisons le coût énergétique et contribuons à résoudre nos deux problèmes majeurs : le réchauffement climatique et la pénurie d'énergies traditionnelles.

Cette prise en compte du milieu, cette approche bioclimatique ou écologique, implique l'unicité de chaque construction, l'absence de plans types. C'est le terrain qui fait la maison, non la maison que l'on pose sur le terrain. Et c'est la maison qui s'adapte aux habitants, non les habitants qui s'adaptent à elle.

J'ai voulu dans ce livre montrer ce qu'était l'éco-habitat, pourquoi et comment il répondait aux besoins des Français aujourd'hui. Et combien sa promotion était nécessaire pour éviter les calamités climatiques et économiques qui s'annoncent. Je n'ai pour parler que ma conviction, les connaissances que j'ai essayé d'acquérir sur le sujet, et mon expérience en ce domaine. Il y a six ans, j'ai entrepris la rénovation de mon domicile en tenant compte des principes de l'éco-habitat ; et il y a trois ans, j'ai ouvert un bureau d'études spécialisé, aujourd'hui leader en France dans ce secteur.

Quoi, comment, pourquoi : j'ai divisé ce livre en trois parties, au sein desquelles j'ai tâché d'apporter les informations et les conseils utiles à toute personne désireuse d'évoluer vers l'éco-habitat. Avec une conviction : l'éco-habitat va se généraliser, c'est inéluctable. La question est de savoir quand. Il ne faudrait pas que cela soit trop tard.

Première partie : Qu'est-ce qu'une maison écologique ?

I - La maison bioclimatique

Éco-habiter, c'est réduire l'empreinte écologique de sa maison et utiliser au mieux les éléments naturels qui l'entourent pour la rendre confortable. À partir de ce concept de base, plusieurs déclinaisons sont possibles, qui varient selon la performance recherchée, les matériaux et équipements utilisés.

Retrouver le bon sens

La maison dite bioclimatique - qu'on pourrait aussi appeler maison écologique - recouvre une notion large, qui n'est pas figée pour une norme ou un label, ce qui serait incompatible avec sa nature même.

Une maison bioclimatique est une construction qui tire profit du climat et de l'environnement, sans avoir à lutter contre eux. C'est une construction de bon sens, bâtie sur des principes ancestraux comme :

- un projet cohérent avec l'urbanisme local ;
- l'implantation sur un site propice (à distance de failles ou de sources souterraines) ;
- la captation des rayons du soleil ;
- le stockage de la chaleur accumulée ;
- une disposition adéquate des pièces et des espaces ;
- une bonne protection face aux vents ;
- une bonne isolation pour limiter les déperditions de chaleur.

Climat, construction, habitants sont donc les trois facteurs, et plus encore les trois acteurs, d'une maison bioclimatique.

L'orientation et la disposition des pièces

L'orientation et la disposition des pièces de la maison sont peut-être les critères les plus importants pour la réussite d'une construction bioclimatique. En fonction du terrain et de l'environnement, on recherchera la meilleure exposition possible pour capter les rayons du soleil et éviter la pénétration de l'air froid.

C'est donc au sud que l'on plantera les pièces à vivre, comme la salle à manger, le salon, le bureau, pièces que l'on dotera de larges baies vitrées. Le verre est en effet un excellent capteur. Le rayonnement solaire qui frappe le verre

est en partie réfléchi, en partie absorbé (le verre se réchauffe) et en partie transmis. Ce sont les infrarouges à courte longueur d'ondes qui sont transmis pour la plus grande part, et qui vont donc taper sur les parois à l'arrière du vitrage. Celles-ci vont les absorber, se réchauffer puis réémettre un rayonnement thermique sous forme d'infrarouges de grande longueur d'ondes, qui ne pourront pas ressortir par le verre. C'est l'effet de serre, qui sera plus ou moins important selon les surfaces que va rencontrer l'énergie emprisonnée (on remarquera en souriant un paradoxe : c'est parce qu'on veut lutter contre le grand effet de serre qui étouffe notre planète que l'on va s'efforcer d'en créer un petit à l'intérieur de son logement).

Les doubles vitrages à faible émissivité permettent d'optimiser les qualités du verre, nous le verrons. Et pour éviter les déperditions toujours plus importantes dans les châssis que sur les vitrages eux-mêmes, on privilégiera des fenêtres de grande taille, pour en limiter le nombre.

Dans ce même souci d'agencer son habitat en fonction des besoins énergétiques, les chambres seront idéalement orientées à l'est, pour profiter de la fraîcheur du soir et de la chaleur montante le matin ; sinon, préférer le nord à l'ouest pour les chambres, pour éviter les surchauffes en été où la longue course du soleil quasi rasant frappe inmanquablement les fenêtres. Le garage, les espaces de rangements ou de circulation seront si possible orientés au nord, avec peu d'ouvertures ; ils formeront un espace tampon entre le froid de l'extérieur et les pièces à vivre.

Par définition, une maison bioclimatique tient compte de la région dans laquelle elle est implantée. Dans une région chaude, on recherchera moins le soleil que dans une région froide. En moyenne, on peut toutefois retenir les pourcentages suivants pour une maison bioclimatique : le vitrage au sud représentera 50 % du vitrage total, l'est et l'ouest représenteront environ 20 % chacun (sachant que ces deux orientations sont toutes deux déficitaires en chaleur), tandis que les ouvertures au nord seront limitées à 10 % du total. Ce constat sera évidemment réétudié en fonction de la latitude d'implantation de l'habitat.

À l'automne, en hiver et au printemps, les rayons d'un soleil assez bas entrent facilement dans la maison par le sud. En été, le soleil est plus haut ; on peut donc s'en protéger grâce à des avancées de toits. Si tel n'est pas le cas, on utilisera des volets ou des brise-soleil, ainsi que les feuilles des arbres. Un ou des arbres à feuilles caduques, planté(s) au sud, protégeront les pièces de la chaleur et apporteront une ombre agréable ; la chute des

feuilles à la saison froide permettra l'ensoleillement de la façade, source d'énergie passive. Au nord, on aura planté plutôt une haie mixte ou des résineux à feuillage persistant, qui feront obstacle au vent et au froid en toute saison.

En tout état de cause, une étude attentive du terrain devra être faite avant de décider de l'emplacement et de l'orientation de la maison.

Garder la chaleur

C'est une chose d'orienter la maison afin de capter le maximum de la chaleur du soleil, c'en est une autre de garder cette chaleur et de la restituer lorsque la température diminue. Le problème est que le soleil brille en discontinu, tandis que les besoins sont continus. Le choix des matériaux est déterminant à cet égard ; de ce choix dépendra l'atténuation des différences entre le jour et la nuit, le soir et le matin.

Le seul moyen de stocker cette énergie solaire est l'inertie, qui est la « capacité d'un matériau à accumuler puis à restituer un flux thermique ». Les matériaux denses, tels que la pierre, les briques pleines, les dalles de béton ou de chaux, les carreaux de terre cuite, ont la capacité de stocker la chaleur et de la restituer lentement. À l'inverse, les matériaux légers et peu denses, les isolants en général, ne sont pas capables de stocker cette énergie.

Certains matériaux cumulent pourtant les deux propriétés. La ouate de cellulose insufflée sous pression, ou les panneaux de laine de bois, qui sont d'excellents isolants, offrent une bonne inertie. Ils permettent un déphasage de la chaleur accumulée lors des journées fortement ensoleillées en la restituant la nuit ou le lendemain matin lorsque la température redescend.

L'inertie thermique d'un matériau dépend à la fois de sa capacité à absorber ou restituer une puissance thermique (effusivité) et de sa capacité à transmettre une variation de température (diffusivité). Si les matériaux sont tous à peu près équivalents en termes de diffusivité, il n'en est pas de même pour l'effusivité. Plus l'effusivité est élevée, plus un matériau pourra stocker de la chaleur.

La couleur du matériau a une influence : on évitera ainsi les couleurs trop claires, qui réfléchissent la lumière sans la transformer en chaleur, et l'on optera pour des matériaux opaques et sombres.

Enfin, pour éviter les déperditions de chaleur, on préférera une forme compacte à une forme allongée ; et en cas de terrain en pente, on pourra enterrer certaines parties de

la construction. L'idéal est une pente face au sud, avec la partie nord de la maison enterrée et la partie sud ouverte.

Une isolation renforcée

La plupart des constructions doivent être chauffées parce que la chaleur qu'elles emmagasinent s'échappe dès qu'il fait plus froid dehors que dedans. La maison bioclimatique vise à éviter cette déperdition de chaleur.

La première règle est de prévoir une bonne isolation des parois. Nous verrons plus loin quels types de produits et matériaux peuvent être utilisés. Quels qu'ils soient, l'épaisseur sera augmentée dans une maison bioclimatique : une trentaine de centimètres contre une dizaine habituellement.

Tout aussi important, la place de l'isolant sur la paroi : en le plaçant à l'extérieur, on évite les ponts thermiques, c'est-à-dire des « trous » dans l'isolation, qui apparaissent souvent à la jonction de deux matériaux (dalle et mur, plancher et mur, mur et toitures), plus nombreux si l'isolation est réalisée par l'intérieur. L'isolant est parfois intégré au matériau lui-même (briques monomurs ou ossature bois par exemple). On peut prévoir une double isolation, intérieure et extérieure, mais elle ne doit pas être systématique : tout dépend des matériaux utilisés et de ce que l'on souhaite.

On installera des fenêtres à triple vitrage ou à double vitrage dits « peu émissifs ». Le danger de déperdition de chaleur ne viendra donc pas de la surface vitrée, mais des huisseries autour, qu'on surveillera particulièrement afin de s'assurer de leur parfaite étanchéité (pose en applique plutôt qu'en tunnel, retour de l'isolant sur les dormants des huisseries, joints, collages, ajustements). Des parois parfaitement isolées perdront l'essentiel de leur intérêt si de l'air passe par les jointures et les huisseries. Les portes et les fenêtres sont à cet égard les principales sources de fuites à éviter et à rendre étanches à l'air.

Les volets sont également importants puisqu'un vitrage, même double ou triple, perd de la chaleur la nuit s'il n'est pas occulté par un volet isolant, qu'il faut fermer dès la tombée de la nuit en hiver.

La chaleur montant, l'isolation du toit sera l'objet de toutes les attentions. 30 % des pertes énergétiques se font par la toiture. Elle sera végétale (fibres de bois, chanvre, cellulose), ou animale (mouton), d'une épaisseur suffisante et placée de manière à ne pas laisser de « trous ». Le choix

des matériaux et le soin apporté à leur mise en œuvre sont aussi importants pour le confort de l'habitat.

L'isolation d'une maison bioclimatique vise également à une bonne insonorisation entre les pièces. La plupart des bons isolants thermiques sont de bons isolants phoniques (pas tous cependant, ainsi les briques monomurs).

Les matériaux traditionnels - pierre, bois et dérivés, terre crue ou cuite, chanvre, paille, lin, argile et chaux... - ont la propriété d'être perméables à la vapeur d'eau. Ils absorbent l'humidité rejetée par les habitants, évitant ainsi la condensation. L'humidité peut migrer à travers les parois vers l'extérieur, ou être en partie restituée à l'intérieur. Ces matériaux permettant ainsi de réguler l'hygrométrie de l'air intérieur. Ils sont perspirants.

L'utilisation des énergies renouvelables

On le voit, ce n'est pas parce qu'une maison est équipée de panneaux solaires qu'elle est bioclimatique. Il n'empêche que les énergies renouvelables seront valorisées dans une telle construction, alors que les autres seront bannies ou presque.

L'air de l'extérieur arrivera dans la maison grâce à la ventilation simple ou double flux, éventuellement par l'intermédiaire d'un puits canadien (ou puits provençal), c'est-à-dire d'un conduit enterré à deux mètres de profondeur, qui permet de réchauffer l'air qui circule à l'intérieur (ou de le rafraîchir en été), les variations de température entre le jour et la nuit étant nulles à cette profondeur et ne dépendant pas du temps qu'il fait.

L'air peut être utilisé lorsqu'il se propage sous forme de vent, susceptible d'alimenter une éolienne. La puissance obtenue pourra servir à alimenter une pompe (éolienne de pompage) ou à produire de l'électricité (aérogénérateur).

Le soleil, énergie surpuissante et inépuisable, sera d'abord valorisé passivement à travers les vitrages, nous l'avons vu. Il pourra également alimenter des panneaux photovoltaïques, qui convertissent directement l'énergie lumineuse en énergie électrique, ou des panneaux solaires thermiques pour la production d'eau chaude et éventuellement une aide au chauffage (système combi). Des puits de lumière pourront être créés pour profiter de la chaleur lorsque l'astre est au zénith, de même que des serres bioclimatiques.

Une serre bioclimatique est un espace côté sud d'une maison avec une façade et un toit en verre, qui a pour but de maximiser l'effet de serre pour chauffer les pièces principales contiguës. Elle ne sera jamais chauffée autrement et elle n'est pas destinée à être habitée. En hiver, le

soleil chauffe le sol et le mur du fond qui fait le lien avec les parties habitables. Une serre bioclimatique peut facilement diminuer de 20 % les besoins de chauffage. Elle peut être utilisée comme espace de circulation et de rangement, comme jardin, comme pièce à vivre en été.

Au total, sous un climat tempéré, le soleil peut fournir trois quarts des besoins de chauffage. C'est aussi ce qu'on appelle l'habitat solaire passif. Un poêle de masse entouré de briques réfractaires, par exemple, pourra fournir un appoint de qualité lorsque le besoin s'en fera sentir.

Économiser l'eau

Au même titre que les énergies fossiles, l'eau peut et doit être économisée. Cela passe bien sûr par une attention plus grande aux débits actionnés lors des utilisations quotidiennes. Cela passe également par la mise en place d'équipements peu gourmands en eau et d'autres permettant d'utiliser l'eau tombant du ciel.

À cet égard, la récupération des eaux de pluie est partie intégrante de la conception bioclimatique. Les eaux sont captées au niveau de la gouttière, stockées dans des cuves enterrées, filtrées. Elles peuvent ensuite être utilisées pour le jardin bien sûr, mais aussi pour les toilettes, le lave-linge, le ménage...

On peut se passer totalement d'eau pour certains usages. Tel est le principe des toilettes sèches, dans lesquelles l'eau est remplacée par de la sciure et des copeaux de bois (les matières organiques forment un apport riche en azote, indispensable au compost).

Des comportements en lien avec les saisons

Un des buts principaux de la maison bioclimatique est de se passer d'un système de chauffage traditionnel. Cela n'est possible que si l'on accepte de modifier son comportement en fonction du rythme des saisons. C'est-à-dire qu'en hiver on se resserrera le soir dans les pièces éloignées des ouvertures, tandis qu'on se sera approché de ces ouvertures dans la journée si elle a été ensoleillée. L'été, ce sera l'inverse.

Dans le même ordre d'idées, on adaptera ses vêtements à la température intérieure. Il serait déraisonnable de prétendre passer l'hiver en tee-shirt. Ce n'est pas pour cela cependant qu'on n'y survivra qu'avec trois pulls enfilés les uns sur les autres.

Pour les plantations du jardin, une plus grande attention au climat permettra d'adapter les plantations aux précipitations usuelles. Pour l'arrosage, on pourra se servir, outre de l'eau de pluie, des sources, des puits ou des rivières à proximité.

Une maison bioclimatique peut avoir des aspects très divers vue de l'extérieur. Bois, pierres, enduits à la chaux... plusieurs revêtements peuvent être choisis pourvu qu'ils ne contiennent pas de produits toxiques, qu'ils répondent aux exigences de la conception bioclimatique, et qu'ils respectent les traditions architecturales locales.

II - La maison passive

À la différence de la maison bioclimatique, la maison passive correspond à une certaine norme, même si elle n'existe pas officiellement en France. Ce sont surtout ses performances énergétiques qui font l'objet de toutes les attentions.

Une norme qui s'impose progressivement

La maison passive, née en Allemagne à la fin des années quatre-vingt, est une habitation dans laquelle on peut vivre agréablement avec une très faible consommation énergétique : moins de 15 kWh/m²/an pour le chauffage et la climatisation, moins de 120 kWh si l'on prend en compte la production d'eau chaude, l'électricité domestique (éclairage, cuisine...), la ventilation et la climatisation. À titre de comparaison, on estime qu'une maison construite dans les années soixante a besoin de 320 kWh/m²/an.

Grâce à une isolation renforcée et à une utilisation optimisée de la chaleur du soleil, la maison passive est quasiment autonome. Elle dispose d'un système de chauffage traditionnel, au gaz, à l'électricité ou au bois, mais qui n'est utilisé qu'occasionnellement, comme appoint. La maison passive exige aussi une étanchéité à l'air d'une valeur n50 < 0,6 h⁻¹.

On notera qu'en France la notion de maison passive ne répond pour l'instant à aucune norme (à la différence de la Passivhaus allemande et de la Minergie suisse). Dans notre pays, c'est le label Haute Performance Énergétique qui est utilisé, nous le verrons. Décrire la maison passive, c'est donc tenir compte des règles communément admises sans pour autant se référer à un texte réglementaire et contraignant.

Cependant, le 1^{er} janvier 2008, le Parlement européen a adopté une résolution rendant obligatoire la norme « maison passive » pour les bâtiments neufs dès 2011. Plus réaliste, et peut-être plus contraignant, le Grenelle de l'Environnement a prévu que tous les nouveaux bâtiments seraient passifs en 2020. Un objectif intermédiaire a été fixé : un tiers des nouvelles constructions doit être passif dès 2010, mais il ne semble pas qu'il puisse être atteint.

Le problème de la déperdition

Depuis son point de départ jusqu'à son point d'arrivée, une énergie perd de sa puissance. Soit parce que le trajet

l'absorbe en partie, soit parce qu'elle subit un certain nombre de fuites. Il y a donc une différence entre l'énergie dite primaire et l'énergie réellement utilisable.

Est primaire l'énergie à la source, mesurée à l'instant où elle est produite. Malheureusement, l'énergie utilisable par le consommateur n'est pas la même, car les pertes sont importantes d'un bout à l'autre de la chaîne, en raison de la transformation, du transport, du stockage, de la distribution. Ainsi (selon le ministère du Logement), pour l'électricité traditionnelle, on estime qu'il faut produire 2,58 pour obtenir 1 dans le logement ! La déperdition est donc énorme, et elle a lieu à tous les stades : dans la centrale, dans les câbles, dans les transformateurs...

Ces pertes ne se rencontrent heureusement que pour l'électricité. Elles sont minimales pour le fioul et le gaz naturel, même si elles existent.

Il peut y avoir ensuite une déperdition entre le point d'arrivée de cette énergie dans la maison (transformateur, cuve, chaudière) et la pièce à chauffer. Tout dépend là de la qualité de l'installation, et bien sûr de l'étanchéité de la maison. Pierre-Gilles Bellin (L'habitat bio-économique, éd. Eyrolles 2008) estime qu'une maison standard perd 30 % de sa chaleur par le toit, 16 % par les murs, 16 % par le sol, 13 % par les portes et fenêtres, 5 % par les ponts thermiques, 20 % par le renouvellement d'air (l'air circule toujours du chaud vers le froid). Une maison individuelle, sans mitoyenneté, perd de la chaleur par tous les côtés, à la différence d'un appartement ou d'une maison mitoyenne.

Il peut ensuite y avoir déperdition entre la pièce et la personne à chauffer, le but principal d'une consommation d'énergie étant de fournir aux personnes qui vivent dans le logement une chaleur suffisante. Ce n'est pas si simple que ça. Pour schématiser, on retiendra qu'il vaut mieux chauffer les parois que chauffer l'air. La chaleur qui irradie, comme celle du soleil ou d'un poêle de masse qui chauffe par rayonnement, est beaucoup plus efficace que la chaleur de l'air mis en mouvement (chauffage par convection). De plus, les mouvements d'air créés par la convection mettent des particules en suspension pouvant être responsables d'asthme, de rhinites ou de simples sensations de mal-être. Un mur froid « aspire » la chaleur de l'air de la pièce et du corps des personnes qui s'y trouvent ; quand bien même la température de l'air à l'intérieur de cette pièce serait de 24 °C, on pourra y avoir froid si les parois sont à 15 °C.

Le soleil aussi perd de la puissance avec la distance... Mais là, ça ne coûte rien, et ça nous sauve.

Une ventilation double flux

La qualité de l'air est une exigence de la maison passive. Avoir un air pur, ou le plus pur possible, nécessite une ventilation bien conçue, qui est également un moyen de régulation thermique. Les maisons non étanches à l'air renouvellent leur air intérieur par les fuites multiples : huisseries, bas de porte, toiture... Une maison isolée et rendue étanche à l'air ne peut plus renouveler son air intérieur, ce qui est pourtant indispensable (vapeur d'eau dégagée par les habitants, odeurs, polluants...).

La maison passive comprendra donc une ventilation mécanique contrôlée (VMC) à double flux, dont le principe est le suivant : l'air vicié est extrait des espaces utilitaires humides (salles de bains, toilettes, cuisines), tandis que de l'air frais, préchauffé par la chaleur de l'air vicié sans qu'il y ait eu contact entre les deux, est insufflé dans les pièces de vie (séjour, salon, chambres). Cette VMC, équipée d'un récupérateur de chaleur, a un rendement escompté de 80 %.

L'efficacité du système sera accrue grâce à l'utilisation d'un échangeur air-sol, de type « puits canadien » ou « puits provençal », qui chauffe l'air entrant en hiver et le rafraîchit en été.

Le bon fonctionnement du système oblige à laisser les portes et les fenêtres fermées, ou à ne les ouvrir que brièvement. De même, un espace suffisant, 1 cm, doit être laissé entre le bas des portes intérieures et le sol pour une bonne circulation de l'air entre les pièces.

Ce système permet de contrôler l'air entrant dans la maison, de le filtrer et de le renouveler, sans se soucier des conditions météorologiques. On considère que l'énergie nécessaire à cette ventilation ne doit pas dépasser 0,4 Wh par mètre cube d'air acheminé.

Quelques critères

Voici, selon l'association La Maison Passive, qui a pour objectif la promotion de la norme, les valeurs à retenir pour obtenir une maison à la fois passive et confortable (ce dernier mot pourrait presque être supprimé, puisque le confort fait partie des exigences de la maison passive) :

- la valeur U (coefficient de déperdition thermique) doit être inférieure à 0,15 W/(m²k) pour les cloisons opaques ;
- la valeur U des fenêtres et autres parois translucides doit être inférieure à 0,8 W/(m²k) ;
- les parois translucides avec une orientation ouest ou est ($\pm 50^\circ$) ainsi que les parois translucides avec une

inclinaison inférieure à 75° par rapport à l'horizontale ne doivent pas représenter plus de 15 % de la surface utile (habitable) correspondante. Sinon, elles doivent être équipées d'une protection solaire temporaire avec un facteur de protection de 75 %. Pour les fenêtres orientées au sud, la limite est fixée à 25 % de la surface utile ;

- la température à l'entrée d'air des pièces ne doit pas descendre au-dessous de 17 °C ;

- une circulation d'air uniforme dans la pièce et dans toutes les pièces doit être effective (efficacité de l'aération) ;

- la ventilation doit avant tout respecter l'hygiène de l'air (Din 1946) ;

- le bruit causé par la ventilation doit être très faible (<25bDa) ;

- les maisons doivent avoir dans chaque pièce au moins une aération ; une ventilation de l'habitation avec de l'air extérieur doit être possible pendant les nuits d'été (rafraîchissement d'été).

Et rappelons les trois critères de base répondant à la norme (allemande) maison passive :

- besoins en chauffage inférieurs à 15 kWh/m²/an ;

- besoins en énergie primaire totale (électroménager inclus) inférieurs à 120 kWh/m²/an ;

- étanchéité de l'enveloppe à l'air : n50 ≤ 0,6 h-1.

Une construction soignée

Construire une maison passive implique une remise en cause des règles traditionnelles de chauffage, d'isolation et de ventilation. Même si ce n'est pas toujours simple, on trouve aujourd'hui sur le marché les architectes ou les bureaux d'études, les entreprises ou les artisans, les matériaux et les équipements nécessaires à la réalisation d'une maison passive. Mais toutes les interventions devront être cohérentes et parfaitement exécutées pour obtenir le résultat escompté.

Le coût de réalisation d'une maison totalement passive est estimé à 1 825 € le mètre carré (en 2009) ; il est donc plus élevé que celui d'une maison standard. Néanmoins, il sera amorti en quelques années grâce aux économies réalisées sur les consommations de chauffage (estimées à 80 %). Bien sûr, le coût de la construction peut être réduit en ne retenant de la maison passive que certaines exigences.

L'association La Maison Passive fédère les professionnels qui travaillent dans cet esprit. Elle diffuse notamment le PHPP (Passive House Planning Package), qui est un véritable

outil de conception internationalement reconnu et utilisé. Il permet notamment le calcul des bilans énergétiques, la conception de la ventilation de confort, le calcul de la charge de chaleur et de la charge de froid, le calcul du confort d'été, la certification de maison passive, la liste des produits certifiés pour la construction des maisons passives.

Des habitants attentifs

La maison passive, aussi bien conçue et construite soit-elle, ne donnera toute sa mesure (air pur et à bonne température, consommation minimale d'énergie électrique ou fossile) que si ceux qui l'occupent respectent les principes de son fonctionnement.

C'est bien sûr aux fenêtres et aux portes qu'il faudra veiller : une ouverture prolongée modifiera les courants et les flux entre les pièces, c'est-à-dire entre les airs entrant et sortant. Si elle n'est pas récupérée et transmise par l'échangeur, la chaleur souhaitée ne pourra être maintenue.

De même, si le rayonnement solaire du jour n'est pas retenu la nuit par la fermeture de volets isolants, c'est toute l'efficacité du système qui sera remise en cause.

Il est de plus nécessaire de prévoir un entretien régulier des filtres et du système de ventilation, au moins une fois par an, et de vérifier souvent la bonne étanchéité des jointures.

La maison basse consommation

On pourrait dire que la maison basse consommation est une maison passive renforcée. En fait, une maison est dite basse consommation lorsqu'elle est certifiée « BBC Effinergie » (selon les valeurs promues par l'association Effinergie, reprises par l'État en 2007 lors du Grenelle de l'Environnement).

Le critère principal pour l'obtention de ce label est une consommation maximale en énergie primaire de 50 kWh/m²/an (à moduler selon la zone climatique et l'altitude), contre 120 kWh/m²/an pour la maison passive.

Ainsi, grâce à l'isolation, à la ventilation et à l'orientation, une maison basse consommation garantit le niveau de performance le plus élevé, A, aussi bien pour la consommation d'énergie que pour l'émission de gaz à effet de serre. Elle permet des températures homogènes et agréables été comme hiver, ainsi qu'une excellente qualité d'air.

À Bordeaux, 75 % des logements du futur quartier Ginko seront labellisés BBC Effinergie.

On utilise parfois le terme « énergie zéro » : une maison à énergie zéro est une maison qui produit autant d'énergie qu'elle en consomme.

III - La maison positive

Au sommet de la pyramide éco-habitat, se situe la maison positive, qui produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme.

Le but principal d'une construction n'est pas d'être bénéficiaire en énergie. Mais le fait que cela soit possible montre, si besoin était, l'importance de la marge de progression. La maison positive constitue en quelque sorte un idéal vers lequel on peut tendre.

Tentative de définition

Certains bâtiments sont excédentaires en énergie pendant quelques mois de l'année ; ce n'est pas pour autant qu'ils sont positifs. On qualifie généralement un bâtiment de positif quand la production est supérieure à la consommation sur une période d'une année.

Si l'on ne tient compte que de la différence entre énergie produite et énergie consommée, on peut rendre positive une maison très mal isolée, construite avec des matériaux malsains : il suffit pour cela de barder son toit de panneaux solaires et de revendre l'électricité produite à EDF. Si les recettes tirées de cette vente sont supérieures aux consommations annuelles d'énergie, alors la maison est positive.

On voit bien le ridicule d'une telle démarche, rarissime heureusement.

Une maison positive est une maison passive, c'est-à-dire conçue pour limiter au maximum les besoins en énergie, sur laquelle on a placé un certain nombre d'équipements destinés à produire de l'électricité à partir des énergies renouvelables, celle du soleil avant tout, mais aussi celle du vent, de l'eau ou de la terre.

Dans les faits, ce sont surtout les panneaux photovoltaïques qui sont utilisés pour rendre positive une maison passive. Allemands et Suédois ont été des pionniers en la matière. À la construction, une telle maison coûte cher :

plus de 2000 € le mètre carré. Et il y a peu d'incitations à construire positif. Car l'objectif n'est pas là. Il est beaucoup plus utile et urgent de réduire les déperditions et les consommations, aussi bien lors de rénovations que de constructions, afin de limiter l'épuisement des ressources et l'émission de gaz à effet de serre.

Il n'est pas facile enfin de mesurer la production d'énergie. Pour celle qui serait produite par une maison à but positif, doit-on prendre en compte l'énergie primaire (au moment de sa production) ou finale (calculée au moment de son utilisation) ? Nous avons vu que ce n'était pas la même chose, et que l'on devait prendre en compte un coefficient de 2,58 pour l'électricité. Et doit-on intégrer l'énergie grise dans le calcul, c'est-à-dire ici le coût de fabrication, de transport et de recyclage des panneaux solaires ? Quant à la dépense d'énergie dans la maison, doit-on compter le chauffage seulement ou l'ensemble des consommations (appareils électroménagers, VMC, ampoules...) ?

On le voit, la maison positive est avant tout un idéal, qui montre que si l'on met tous les atouts de son côté, on peut devenir autonome et même excédentaire en énergie. Cela ne doit pas empêcher de respecter un ordre logique : d'abord limiter ses besoins, ensuite construire ou installer des parois efficaces, enfin utiliser les énergies renouvelables.

Valoriser l'énergie solaire

En France, même dans les régions les moins favorisées, l'énergie solaire reçue par le toit et la façade sud d'une maison est supérieure à celle nécessaire pour la chauffer. Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva (La conception bioclimatique, éd. Terre Vivante 2008) précisent : À 150 millions de kilomètres du soleil, la terre intercepte à peu près 0,45 milliardième de la puissance émise, ce qui représente tout de même 35 000 fois l'énergie utilisée par les hommes sur terre en une année complète. L'énergie solaire actuelle reçue par l'ensemble du territoire français représente environ 700 000 milliards de kWh, ce qui équivaut à la production de 8 000 centrales nucléaires de 1 000 MW, ou 350 fois la consommation finale d'énergie française de 2003.

Capter une énergie si considérable est tentant. Cela est possible grâce aux capteurs solaires thermiques et aux capteurs photovoltaïques. Les premiers attrapent la chaleur du rayonnement solaire, qu'ils peuvent restituer pour chauffer de l'eau par exemple. Les capteurs photovoltaïques sont, eux, constitués d'un ensemble de cellules, composants électroniques qui, exposés à la lumière, génèrent de

l'électricité en courant continu. Les cellules photovoltaïques les plus répandues sont composées de semi-conducteurs, le plus souvent à base de silicium. Les cellules reliées entre elles forment un module solaire photovoltaïque. Un ou plusieurs modules peuvent former une installation solaire chez un particulier. Après transformation en courant alternatif, l'électricité produite, si elle est supérieure aux besoins de la maison, peut être vendue à EDF et injectée dans un réseau de distribution électrique.

Autres énergies

L'éolien est notoirement sous-exploité en France, qui possède pourtant la deuxième ressource en vent d'Europe. En 2008, l'énergie éolienne couvrait 0,1 % de la consommation électrique totale, contre 21 % pour le Danemark ! Or, l'électricité produite peut être utilisée directement, stockée dans des batteries ou envoyée sur le réseau. Selon un principe simple : les pales d'une éolienne, tournant grâce à la force du vent, entraînent un générateur électrique. La puissance d'une éolienne augmente avec le diamètre des pales et la vitesse du vent.

L'air, la terre, l'eau, peuvent être également utilisés dans le cadre d'une maison positive, notamment grâce aux pompes à chaleur. Ces dernières sont de diverses sortes, les plus connues étant les pompes géothermiques et les pompes air-eau. Dans tous les cas, la pompe transfère à l'intérieur de la maison une source qui n'est pas forcément chaude au départ, mais qui va le devenir après mise en contact avec une deuxième source et transformation.

La géothermie est la technique la plus simple, la plus efficace et la plus employée. Elle utilise la chaleur de la terre pour chauffer la maison (radiateurs ou plancher chauffant). Certaines pompes, dites réversibles, permettent au contraire un rafraîchissement en été.

Nous aurons l'occasion de revenir plus en détail sur les différentes énergies renouvelables.

Un coût encore élevé mais...

Il faut le dire : le coût d'installation des équipements nécessaires à l'utilisation de ces énergies renouvelables sur et dans une maison individuelle reste élevé. Il le sera d'autant plus que l'on visera une production excédentaire dans un but « positif ». On estime qu'aux conditions de rachat de l'électricité en France, un investissement en

panneaux solaires photovoltaïques peut être rentabilisé en douze ans.

Cependant, plusieurs éléments sont à prendre en compte pour évaluer l'opportunité d'un tel investissement :

- l'augmentation inéluctable du prix du pétrole et du gaz, liée à leur raréfaction et à leur demande qui reste forte, va réduire l'écart de prix entre un système de chauffage à l'énergie solaire et un chauffage à partir d'énergies fossiles ;

- si l'installation d'un chauffage à énergie solaire a un coût, la consommation est ensuite totalement gratuite ;

- l'amélioration constante des techniques va entraîner une baisse du prix des équipements de types panneaux photovoltaïques, petites éoliennes, pompes à chaleur...

- même si elles sont faibles, des aides financières existent pour des installations faisant appel aux énergies renouvelables ;

- malgré un certain déficit à l'heure actuelle, le nombre d'artisans et d'entreprises proposant des installations à énergie propre est en augmentation ;

- produire de l'énergie propre est une action valorisante.

Le premier immeuble « positif », Atlantis à Montpellier, ouvrira ses portes aux habitants à la fin de l'année 2010. Il combinera un module photovoltaïque et une pompe à chaleur géothermique. La consommation de l'immeuble est estimée à moins de 18 kWh/m²/an. Le surcoût à la construction serait de moins de 2 %, hors équipement photovoltaïque.

IV – La maison écologique ou la maison bien-être : L'exemple de la famille R

Ne pas être prisonnier des labels

Bioclimatique, basse consommation, passive, positive ? Et pourquoi pas tout simplement écologique ? Une maison qui ne se soucierait ni de normes ni de labels, mais qui prendrait le meilleur de chacun en fonction des souhaits et des possibilités des occupants. Une maison bien-être, conçue et construite dans un souci d'économie d'énergie et de respect de l'environnement, mais en fonction de critères personnels.

On peut très bien imaginer une architecture intégrant des matériaux et des revêtements liés à l'urbanisme régional (pierres, enduits, toitures...) associés à des innovations écologiques pour l'agencement des pièces, les ouvertures, le système de chauffage, l'isolation. Une maison écologique peut être en ossature bois, en pierres, en briques de terre cuite, de terre crue (adobe, pisé...), en paille... On peut limiter l'emploi du ciment aux fondations étanches, et utiliser la chaux, l'argile, ou même le béton cellulaire, ainsi que des matériaux et des isolants qui « respirent » et à très faible énergie grise. On peut réemployer des pierres, des tuiles, des briques, des poutres et d'autres éléments de charpente... On peut rêver de s'isoler avec de la laine de mouton, du chanvre dont la culture locale ne réclame ni eau ni intrant, de la ouate de cellulose, des papiers recyclés traités aux sels de bore dont les propriétés sont étonnantes, des panneaux de laine de bois, des chutes de scieries agglomérées avec leur propre sève...

Tenir compte d'une construction existante, rénover ce qui doit l'être, et intégrer des éléments bioclimatiques : n'est-ce pas là d'ailleurs le principe de toute réhabilitation ? Assurément. Et c'est une voie qui peut inspirer la construction neuve.

Saine, économe et confortable : tels sont les trois termes qui pourraient qualifier la maison écologique, la maison bien-être.

Conception bioclimatique

Xavier et Inès R habitent en Bourgogne avec leurs trois enfants. En 2007, à 40 ans, ils ont entrepris la réhabilitation de la maison qu'ils avaient achetée en 2003. Ils souhaitaient à la fois l'agrandir, la rendre plus confortable et améliorer sa performance énergétique.

Depuis 2004 déjà, ils se renseignaient sur l'habitat bioclimatique, qui était ce qu'ils souhaitaient pour eux-mêmes. L'association Terre Vivante, fondée en 1980 dans l'Isère, fut leur principal guide sur cette voie. Ils prirent aussi contact avec l'Espace Info Énergie (ADEME) de leur département. Ils purent visiter plusieurs chantiers en éco-construction, glaner de nombreuses idées et de précieux conseils. Ils obtinrent de plus quelques adresses d'artisans au sérieux éprouvé, aptes à intervenir chez eux par la suite.

Un architecte fut choisi, sur un annuaire d'artisans publié par l'association Terre Vivante. Des plans furent dessinés, puis soumis à l'Espace Info Énergie (EIE). Le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement (CAUE) de leur département, relais local de l'EIE, rédigea une fiche sur cette réhabilitation, qui présentait ainsi le projet :

« La maison existante était en deux parties, une première du début du XX^e siècle construite en pierre, et une extension datant des années soixante-dix avec une maçonnerie en agglomérés béton. Elle était orientée essentiellement au nord-ouest, ne laissant que peu rentrer la lumière et la chaleur du soleil. Le projet consiste à démolir l'extension existante et à en construire une nouvelle, englobant le petit atelier présent sur la parcelle, avec des façades sud-est et sud-ouest ouvertes au soleil et plus contemporaines. Le rez-de-chaussée et, dans une moindre mesure, le 1^{er} étage de l'existant, ont ainsi été agrandis vers l'ouest et le sud...

De grandes baies vitrées orientées sud-est et sud-ouest plus une serre bioclimatique permettent de profiter des apports solaires. Un auvent sur la façade ouest, pour l'accès au jardin, et une terrasse couverte par une toiture plate et prolongée d'une serre, en façade sud, jouent le rôle de protection solaire. La façade sud-est étant en limite de propriété, il n'était pas possible d'y créer des ouvertures. Ainsi, une petite terrasse de 4,5 mètres de large a été créée au premier étage, permettant d'ouvrir une grande baie vitrée orientée sud-est. Néanmoins, après avoir obtenu l'accord du voisin, une lucarne a été ouverte au dernier étage. »

Xavier et Inès R. ont apporté une grande attention au choix des matériaux de construction de leur maison. Ils ont réutilisé ce qui pouvait l'être de la maison d'origine : bois de la charpente, tuiles de la toiture, briques de la cheminée, pierres des murs démolis. Mais ils ont aussi introduit des bois (chênes et Douglas) récupérés dans les forêts de leur région. Quand ils ont dû acheter des matériaux, ils ont veillé à ce que ceux-ci aient nécessité une faible quantité d'énergie pour leur fabrication et qu'ils aient un impact environnemental très limité, qu'ils ne soient

pas toxiques lors de leur mise en œuvre ni en cas d'incendie et qu'ils puissent être éventuellement réutilisés par la suite. Le bois, le chanvre, la laine de bois, la ouate de cellulose, le liège permettent ainsi de stocker du CO₂ et d'éviter son rejet dans l'atmosphère ; ils sont de plus perspirants, c'est-à-dire qu'ils laissent passer la vapeur d'eau, ce qui permet de réguler l'hygrométrie de la maison.

Valorisation des surfaces vitrées

Augmenter la surface vitrée est une chose, choisir les vitrages adaptés en est une autre, d'autant plus importante quand on sait que les vitrages sont responsables de 5 à 30 % des pertes de chaleur d'une habitation individuelle (La maison écologique, mai 2006). Xavier et Inès R ont opté pour un double vitrage à faible émissivité, constitué d'une très fine couche d'oxydes métalliques (or, argent, bismuth...) sur la face extérieure du vitrage intérieur. C'est cette couche qui empêche les rayonnements infrarouges (chauds) de fuir de l'intérieur vers l'extérieur de la maison. La surface vitrée au sud garantit une prise maximale des rayons du soleil, le double vitrage à faible émissivité permet d'éviter 60 % des pertes de chaleur potentielles.

Le vitrage joue également un rôle fondamental dans la serre bioclimatique placée à l'avant de la principale pièce de vie. Formée de 6 mètres carrés de vitres orientées au sud-ouest et d'un toit vitré de 8,2 mètres carrés, recouvert d'une treille en été, elle réduirait les besoins de chauffage d'environ 20 %. Cette serre, non chauffée, qui servira pour les semis et quelques plantations, subit des écarts de température importants. Elle joue un rôle de régulateur thermique à l'intérieur de la maison. « En hiver, les rayons solaires viennent réchauffer l'air de la serre, ainsi que le sol et le mur du fond en briques pleines. Cette chaleur est ensuite transmise au logement d'abord par la circulation de l'air, puis par les masses thermiques (sol, murs). La circulation de l'air s'effectue grâce à des ouvrants en partie basse de la porte intérieure de la serre et grâce à de petites fenêtres en partie haute. La paroi mitoyenne entre la serre et l'habitation est très importante dans le fonctionnement de la serre. Elle est ici mixte, avec un soubassement en briques pleines de terre cuite récupérées lors du chantier de démolition, et une grande surface vitrée. Cette dernière est composée de doubles vitrages à isolation renforcée afin que les calories ne s'échappent pas la nuit. La ventilation naturelle de la véranda, l'été, est assurée par des ouvrants en partie haute. »

Isolation, ventilation

Comme dans toute construction bioclimatique, l'isolation a été particulièrement soignée. Voici ce que dit la fiche du CAUE : « Pour limiter les besoins énergétiques de l'habitation, une bonne isolation est prépondérante. Néanmoins, pour atteindre une très bonne performance énergétique, elle doit s'accompagner d'une bonne étanchéité à l'air et d'un traitement soigné des ponts thermiques. On retrouve dans cette construction plusieurs compositions de murs. Leur caractéristique commune est de bénéficier d'une isolation extérieure permettant de supprimer la majorité des ponts thermiques et d'améliorer l'inertie de la maison.

Les murs en pierre conservés à l'est et en partie haute au sud ont été isolés par l'extérieur avec des blocs de béton de chanvre de 15 cm recouverts d'un enduit à la chaux. Ces blocs sont composés de chènevotte (la tige du chanvre) liée avec de la chaux. Ce sont des matériaux perspirants permettant aux remontées capillaires, inhérentes à un mur de pierre, de s'évacuer. L'extension a été réalisée au rez-de-chaussée avec des briques alvéolaires de 37,5 cm recouvertes par des blocs de béton de chanvre de 15 cm enduits à la chaux. À l'étage, les murs ont été réalisés avec une ossature bois remplie par 15 cm de ouate de cellulose projetée, mais également isolés par l'extérieur avec les blocs de béton de chanvre de 10 cm. Seul le mur nord donnant directement sur une rue déjà étroite est isolé par l'intérieur avec 10 cm de laine de bois plus un enduit chaux-chanvre à l'extérieur.

La dalle de béton de 12 cm du plancher bas repose sur un hérisson de 25 cm recouvert de 12 cm de billes d'argile expansée. Elle est entourée de 3 cm de liège expansé afin de couper les ponts thermiques.

Les combles étant aménagés, l'isolation est réalisée en sous-rampant. Lors de la rénovation de la toiture, un pare-pluie en fibres de bois compressées de 22 mm a été posé. Il apporte une première isolation complétée par 27 cm de ouate de cellulose insufflée sous pression. L'intérêt de ces deux isolants à forte densité est leur bonne capacité thermique. Elle va permettre un déphasage thermique et éviter l'accumulation de chaleur et la surchauffe pendant les journées d'été. En effet, les calories mettront plus de 10 heures à traverser l'isolation et seront restituées la nuit, lorsqu'il fera plus frais. Les huisseries sont en chêne et en pin, hormis pour la baie vitrée sud en aluminium. Elles sont équipées de doubles vitrages de 4 mm à faible émissivité et le vide d'air de 16 mm est rempli d'argon. »

Il aurait été dommage qu'une maison si bien isolée perde de la chaleur lors d'ouvertures de portes ou de fenêtres pour l'aération quotidienne. C'est pourquoi Xavier et Inès R ont installé une ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux à haut rendement, couplée à un puits canadien. Le puits canadien est ici un tuyau en grès de 200 mm de diamètre, enterré entre 1,7 et 2,1 mètres de profondeur sur 32 mètres de long, en ligne droite. La température du sol ne variant pratiquement pas, à la différence de celle de l'air, le puits canadien réchauffe la maison en hiver (et la met hors-gel en cas d'absence prolongée), il la rafraîchit en été (coût du puits canadien, pose et matériaux : 4 174 € TTC.)

La VMC aspire l'air du puits canadien, qui arrive dans la cave. Elle le réchauffe encore en utilisant la chaleur de l'air vicié récupéré dans la cuisine, la salle de bains et les W.-C. Cet air chaud est diffusé dans les chambres au moyen d'un ventilateur et de bouches d'insufflation. Inversement, la VMC expulse l'air en provenance de la cuisine, de la salle de bains et des W.-C. Au printemps et à l'automne, quand la température de l'air extérieur est plus chaude que celle de la terre, sans être trop chaude pour autant, le puits canadien peut être coupé grâce à une sonde extérieure et un by-pass. La VMC fonctionne quand même, bien entendu. Elle répartit harmonieusement dans la maison la chaleur venant du soleil et celle venant du poêle à bois.

Chauffage soleil et bois

Xavier et Inès R ont opté pour un chauffage solaire dit « combiné », afin de couvrir gratuitement et sans émissions de gaz à effet de serre une part importante des besoins en chauffage et eau chaude sanitaire. Quatre capteurs solaires de 2,5 mètres carrés ont été installés dans ce but sur un pan de toit orienté sud-ouest, avec une inclinaison de 20°. « Pour obtenir des taux de couverture satisfaisants, de 30 à 40 %, il est nécessaire de fonctionner avec des émetteurs de chaleur basse température. Un fluide caloporteur circule dans des tuyaux en cuivre, à l'intérieur des capteurs, et cède ensuite ses calories à deux ballons tampons par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques. Ce dernier réchauffe la réserve d'eau grâce à trois serpentins positionnés à différents niveaux dans un des ballons de stockage de 800 litres. Le deuxième ballon est monté en parallèle afin d'augmenter le volume de stockage. Ces ballons sont stratifiés ; ainsi, les capteurs solaires vont commencer par chauffer le haut du ballon et fournir la chaleur immédiatement sans avoir à en chauffer la totalité. Une

régulation électronique gère le Combi. Ainsi, même si l'ensoleillement n'est pas suffisant, l'eau est préchauffée par l'énergie solaire. »

Cette installation solaire est revenue à 13 998 € TTC à la famille R, desquels il faut déduire deux aides des Conseils Régional (2 500 €) et Général (1 300 €). Les 10 mètres carrés de capteurs posés sur la maison éviteront un rejet de 2 000 à 4 000 kg de CO₂, selon les calculs effectués pour la région Bourgogne.

Une installation solaire étant toujours couplée à une deuxième source d'énergie, Xavier et Inès R souhaitent chauffer leur maison au bois avec une seule flambée par jour, sans avoir à faire du feu en continu. Ils ont opté pour un poêle de masse, un poêle traditionnel alsacien, le kachelofe, habillé de briques réfractaires qui stockent les calories lors de la flambée et les restituent lentement par la suite. Un poêle de masse garantit un rendement de 70 %, une puissance calorifique et une restitution de chaleur élevées. Le poêle de masse a été installé au centre du séjour, au cœur de la maison. Il diffuse ainsi, par rayonnement thermique, une chaleur homogène dans la grande pièce à vivre. Un échangeur dans la masse du poêle permet de chauffer l'eau chaude sanitaire et les radiateurs des chambres éloignées du poêle (le combi à énergie solaire ne saurait suffire en hiver), par l'intermédiaire des deux ballons de stockage de 800 litres chacun.

Le foyer du poêle est attisé par une arrivée d'air en provenance de l'extérieur. Des clapets de régulation permettent de diriger les fumées à l'intérieur du poêle ; on les actionne en fonction de l'utilisation attendue et de la combustion, en cours ou achevée. L'objectif est que les calories des gaz incandescents soient récupérées et restituées par les briques de terre cuite qui entourent le poêle. La famille R chauffe sa maison avec une flambée de 27 kg de bois chaque jour, qui dure deux heures. Il faut veiller à ce que les bûches ne soient pas trop grosses, et à ce qu'elles soient de la même grosseur, précisent les propriétaires. La consommation de bois prévue est de sept à dix stères par an. À noter qu'à l'arrière du poêle, un deuxième foyer, plus petit et en fonte, permet d'une part de cuisiner, d'autre part de réchauffer plus rapidement la pièce, puisque le chauffage se fera, dans ce cas-là, en partie par convection. Et qu'un très agréable banc chauffé propose ses bienfaits en permanence aux occupants ou aux visiteurs de la maison.

Il a fallu huit semaines à un spécialiste suisse pour construire ce poêle sur mesure en briques pleines de terre

cuite. Le prix total a été de 27 444 € (TVA 19,6 % comprise) ; un crédit d'impôt de 8 500 € a été accordé à la famille R pour cette réalisation.

Récupération des eaux de pluie

L'eau de pluie est abondante en Bourgogne et il aurait été dommage de ne pas la récupérer. C'est pourquoi des gouttières et canalisations ont été mises en place pour acheminer l'eau vers deux cuves de 7 500 litres enterrées dans le jardin. Après filtrage - 2 préfiltres avant l'arrivée dans la cuve, 4 filtres après, plus une lampe à UV -, cette eau peut être utilisée pour le nettoyage de la maison, le lave-linge, les toilettes et l'arrosage du jardin. Il est interdit de boire cette eau et de se doucher avec. Il n'empêche que l'économie d'eau ainsi réalisée est substantielle.

Le coût total de l'installation, effectuée par une entreprise lyonnaise, a été de 9 000 €. L'ADEME et le Conseil Régional ont participé à hauteur de 1 300 €, la mairie de 100 €.

Difficultés ?

Une telle réalisation ne va pas sans difficultés. Qui ne sont pas forcément plus nombreuses que dans le cadre d'une réhabilitation traditionnelle.

Première remarque : les problèmes techniques ne sont pas les plus importants. Même si c'est encore nouveau et peu répandu, on sait aujourd'hui en France construire écologique. Vitrage, isolation, chauffage, récupération, les techniques sont au point, elles ont fait leurs preuves ici et là.

Cependant, obtenir des devis n'est pas si facile, affirme Xavier R, qui se souvient qu'un artisan dut venir quatre fois sur place avant d'envoyer sa proposition. Sérieux de la démarche sans doute, peut-être aussi hésitation ou manque d'assurance face à une demande peu courante. Il est difficile d'avoir un devis, alors c'est vrai qu'on ne prend pas le temps d'en demander trois ou quatre par corps de métier, on n'en finirait pas.

Autre difficulté pour Inès et Xavier R : la coordination des artisans. Il faut dire que nous avons choisi d'assurer nous-mêmes le suivi du chantier. C'est un travail énorme. Certains prestataires respectent les délais plus que d'autres, certains sont plus autonomes, mais il faut y être et tout regarder. Nous avons rencontré des artisans formidables. Le problème n'est pas la compétence, mais le

manque de vision globale. Chacun fait son truc dans son coin, sans se soucier de l'ensemble.

Financièrement, le budget est tenu, mais il aurait pu être allégé davantage : On a raté une aide du Conseil Général pour la réfection de la toiture et de la façade sur la partie existante ; on en a eu connaissance trop tard.

Une réussite

Autant par volonté personnelle que dans un souci de limitation des dépenses, Inès et Xavier R ont choisi d'effectuer eux-mêmes de nombreux travaux de démolition, menuiserie, isolation, peintures et enduits... C'est du temps là aussi, beaucoup de temps. Mais c'est une aventure passionnante. Qui non seulement va permettre à la famille de vivre dans une maison saine, économe et confortable, mais qui, en plus, suscite l'intérêt alentour. Les heureux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre avouent avoir ressenti une certaine fierté quand leur maison a fait l'objet d'une fiche du CAUE diffusée dans l'Espace Info Énergie de leur département, et que deux groupes de quarante personnes sont venus sur recommandation de l'ADEME visiter leur chantier. Parmi les visiteurs : le directeur de l'OPAC.

Au final, la surface habitable de la maison est passée de 94 à 233 m². La maison d'origine était estimée à 96 000 €. L'agrandissement et la réhabilitation bioclimatique reviennent à 250 000 €. Le coût total au mètre carré est donc de 1 484 €, un prix d'autant plus raisonnable que les factures d'eau et de chauffage vont diminuer considérablement. Mais le plus important aux yeux de Xavier et d'Inès R est peut-être qu'ils ont pris leur part à la lutte contre le réchauffement climatique. Non seulement ils vivront avec leurs enfants dans une maison saine, mais en plus ils ne rejeteront que peu de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Mieux encore : ils donnent à d'autres l'envie de se lancer dans une démarche similaire.

Deuxième partie : Comment construire une éco-maison ?

I - Substituer l'acteur au consommateur

Changer son comportement

Opter pour l'éco-habitat, c'est modifier son comportement, et donc son regard. C'est ne plus être consommateur mais acteur. C'est se dire que la civilisation ne peut progresser contre la nature mais qu'avec elle. C'est se dire que l'arbre et l'homme sont maillons d'une même chaîne, et que l'on ne saurait détruire le premier sans mettre en danger le second. C'est comprendre que le soleil est notre énergie première et notre garantie de survie, que l'eau doit être potable et l'air respirable. C'est vouloir profiter à la fois des bienfaits de la planète et de ceux de la technologie.

L'habitat est un des lieux d'intervention de ce nouveau regard et de ce nouveau comportement. L'éco-habitat s'inscrit dans une démarche plus large : on imagine mal par exemple un couple se lancer dans la construction d'une maison basse consommation tout en roulant avec des véhicules surpuissants, gourmands en essence et polluants. De même, il paraîtrait incohérent de viser à réduire son approvisionnement en énergies fossiles tout en ne traitant pas ses déchets, de limiter sa consommation électrique à la maison et de partir sans éteindre ampoules et appareils au bureau. Etc.

La prise de conscience collective est en train de se traduire par des changements de comportement personnel, et l'éco-habitat en est une manifestation. Il permet de concrétiser des idées ou un idéal. Plus que jamais dans ce cadre, le projet immobilier est un projet de vie. C'est pourquoi il ne pourra être une réussite que s'il est précédé d'une réflexion en amont, suivie d'une adhésion et d'une motivation de tous les membres de la famille.

Être acteur, c'est prendre part à la vie de sa maison. Non seulement la concevoir, mais aussi participer à sa construction (la part de l'auto-construction est beaucoup plus élevée dans l'éco-habitat que dans l'habitat traditionnel), à son aménagement, à son entretien, et bien sûr à sa production d'énergie, en utilisant au mieux les ressources et les équipements. Être acteur, c'est considérer que le facteur humain est déterminant dans l'écosystème et agir en conséquence ; l'habitat est le lieu principal de cette action.

Redéfinir la notion de confort

Dans la même logique, on ne saurait se lancer dans une démarche éco sans avoir réfléchi à ce que l'on souhaite comme confort. Parlons clair, la question qui se pose est la suivante : aurai-je assez chaud si je n'utilise que l'énergie solaire et un poêle à bois pour me chauffer ?

La réponse doit, et peut, être oui. Si l'éco-habitat signifiait un retour à l'âge de pierre il n'aurait aucun succès, ni même aucune raison d'être. L'éco-habitat implique un souci du gaspillage, une volonté de gérer au plus juste les ressources de la maison, une prise en compte du rythme des saisons, du jour et de la nuit. Concrètement, cela veut dire ne pas exiger 25 °C 24 heures sur 24 et 365 jours par an, ne pas vouloir passer l'hiver en tee-shirt, et ne pas prendre des bains de 500 litres tous les soirs. Cela veut dire veiller aux ouvertures et aux fermetures des fenêtres afin d'éviter les déperditions de chaleur, cela veut dire surveiller sa consommation d'eau et ne pas laisser couler les robinets plus que nécessaire.

Cela peut demander un effort au début, qui ne sera bien vécu que s'il a été prévu et pensé en amont. Nous avons peut-être été trop gâtés et habitués à surchauffer ou surconsommer. L'éco-habitat nous oblige à réfléchir en termes de besoins et non plus d'habitudes. Il n'est qu'à tourner notre regard vers le passé, ou l'extérieur, pour se rendre compte que quelques degrés et quelques litres d'eau de moins ne sont pas mauvais pour la santé. Et qu'ils ne diminuent en rien notre bien-être.

L'espace est également une question qui se pose. Nous voulons « au moins 100 m² », ou « au moins 150 m² ». Certes, mais pour quoi faire ? 100 m² bien agencés seront plus utiles et profitables que 150 sans cohérence ni harmonie. Si notre budget est limité et nous oblige à choisir entre équipements liés aux énergies renouvelables et superficie, nous pouvons peut-être réduire la surface prévue, à partir du moment où nous avons fait entrer dans nos plans toutes les pièces dont nous avons besoin.

Se renseigner

L'éco-habitat, même s'il se développe et se généralise, est encore balbutiant. Il est surtout, presque par définition, infiniment varié dans sa déclinaison. Il importe donc, avant de passer à l'acte, de prendre le plus de renseignements possible sur toutes les phases de la conception et de la construction. Ainsi que sur les comportements et les consommations qui en découleront.

Pour cela, les outils d'information existent : sites, salons, Espaces Info Énergie de l'ADEME, revues... L'information est abondante et accessible.

Rien ne remplacera cependant l'échange et la discussion. Avec les professionnels du bâtiment (architectes, bureaux d'études, artisans...), et avec des éco-habitants qui se sont posé les mêmes questions que nous et qui ont peut-être quelques réponses à nous proposer à l'aune de leur expérience. Aller voir ce que d'autres ont fait dans le même esprit peut permettre d'affiner ou de rectifier son projet, et d'éviter erreurs et déconvenues par la suite.

Sans doute est-il bon de ne pas avoir une position trop arrêtée au départ, afin de rester ouvert à des évolutions ou à des modifications bénéfiques, que l'on intégrera avant le tracé des plans par l'architecte ou le dessinateur si possible.

IV – Choisir son terrain

Avant de dessiner, de construire et d'habiter, il faut trouver le terrain sur lequel sera implantée la maison. Ce n'est pas si facile.

Le cas particulier de la réhabilitation

Dans le cas d'une réhabilitation, bien sûr la question ne se posera pas. On se demandera simplement quelle est la meilleure solution : extension bioclimatique, démolition de tout ou partie de l'existant avec reconstruction sur place, construction par ailleurs ?...

La réhabilitation, qui oblige à tenir compte de l'existant, peut être un frein à l'éco-habitat. Tout dépend de la construction de base, de l'orientation, des matériaux, des équipements... Certains habitats anciens sont d'une excellente qualité parce qu'ils étaient « éco » avant l'heure. Les anciens savaient naturellement trouver les emplacements, garder la chaleur, éviter l'humidité.

Les constructions les moins aptes à une rénovation bioclimatique sont peut-être celles réalisées entre 1945 et 1975. Les besoins de l'après-guerre, le baby-boom, la pénurie de logements, le pétrole bon marché, ont abouti à une frénésie de constructions, souvent mal conçues, mal isolées, et truffées de matériaux malsains comme le béton et les peintures toxiques. Or, il est impossible de transformer une maison viciée à la base en pavillon écologique. Il ne sert à rien par exemple de renforcer l'isolation si l'on n'élimine pas les ponts thermiques.

Si la maison est réhabilitable, il faut se servir de la contrainte que représente le bâti pour créer une habitation originale et adaptée à ceux qui y vivent. La réhabilitation peut aussi être un bon moyen de penser à l'avenir sans renier le passé, de passer à l'écologique en respectant le classique, et ainsi correspondre à ces maisons bien-être et harmonieuses que l'on recherche aujourd'hui.

La solution du lotissement

De plus en plus de programmes immobiliers ont une dimension éco : lotissements basse consommation, pavillons équipés de panneaux solaires, résidences passives ou bioclimatiques, les déclinaisons sont nombreuses.

C'est la sincérité du programme qui devra guider l'éventuel acquéreur. La dimension éco n'est-elle là que comme argument

commercial ? Correspond-elle à une réelle approche bioclimatique, qui ne peut qu'être globale et ne saurait se limiter à la pose d'un équipement de ce fait réduit au niveau d'un gadget ?

Quelques réalisations semblent exemplaires : ainsi à Silfiac, dans le Morbihan, à Langouet en Ille-et-Vilaine, à Quimper dans le quartier de Kervoyec (la Bretagne semble assez en pointe pour ce type d'initiatives), à Cars en Gironde, à Crézancy dans l'Aisne. Dans ces cas-là, c'est l'ensemble du quartier qui a été pensé de manière écologique : du revêtement des allées jusqu'à l'éclairage des pièces des maisons, en passant par la récupération des eaux pluviales et la mise en place de panneaux solaires, tout a été fait dans un souci de consommation énergétique réduite et d'impact sur l'environnement limité.

Ce sont souvent les communes qui sont à l'initiative de ces lotissements. Il est donc important de vérifier qu'il ne s'agisse pas que d'« un coup » politique et que le programme ait bénéficié de toute la préparation nécessaire en amont. Et que les intervenants sur le chantier aient les qualifications nécessaires aux réalisations attendues.

Il faudra veiller aussi à ce que l'unité qu'implique un lotissement ne soit pas synonyme d'uniformisation, ce qui irait contre le principe même de l'éco-habitat. Rappelons que - dans une vision idéale certes, mais qui doit guider les choix - c'est la maison qui doit s'adapter aux habitants et non l'inverse. Un lotissement sera occupé par des familles différentes, qui auront des besoins et des attentes différentes. De même, les maisons se plaçant les unes après les autres sur le terrain n'auront pas toutes le même ensoleillement ; il devra en être tenu compte pour l'agencement et l'orientation. La mitoyenneté n'est pas à exclure, au contraire : un mur mitoyen permet de limiter les pertes énergétiques et de profiter de la chaleur des voisins.

La construction dans le cadre d'un lotissement a l'avantage d'une certaine mutualisation des dépenses et des ressources. Les prix des matériaux et des artisans seront d'autant plus bas que le marché sera conséquent. L'installation d'équipements susceptibles de capter les énergies renouvelables sera moins coûteuse si elle concerne toutes les maisons.

Penser à la proximité des équipements

Dans le cas d'une construction individuelle ex nihilo, la liberté est plus grande. Encore faut-il trouver le terrain. En ville ou autour des grandes villes, c'est chose difficile,

on le sait. En raison de la rareté et des prix. Plus on s'éloigne des centres urbains, plus l'espace est disponible et bon marché. Est-ce que cela signifie que l'éco-habitat est condamné aux zones rurales ? Non. Même si une démarche éco-habitat peut aller de pair avec un « retour à la campagne » souhaité par de nombreux Français, c'est bien dans le cadre de nos vies citadines qu'elle peut, et doit, avoir lieu.

D'autant plus qu'il est indispensable de tenir compte de la proximité des « lieux de vie » que sont, pour une famille avec des enfants, les commerces, les écoles, les équipements sportifs et culturels, les services sociaux, etc. De même, la qualité des réseaux routier et ferré, l'existence de transports en commun réguliers sont des critères qui détermineront la pertinence d'un terrain. Écologique ou pas, la maison ne saurait être pensée sans les autres lieux dans lesquels les hommes passent leur temps. Il serait incohérent de viser à l'harmonie et à l'autonomie à domicile tout en passant trois heures chaque jour dans les embouteillages.

Respecter les règles locales d'urbanisme

Aussi esthétique et bioclimatique soit-il, un projet doit tenir compte des réglementations et autorisations locales. C'est la commune qui joue un rôle prépondérant en la matière par l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme (qui a remplacé le Plan d'Occupation des Sols) et la délivrance des permis de construire.

Le PLU est le principal document d'urbanisme communal (ou intercommunal). Les petites communes peuvent se contenter d'une carte communale, qui met en œuvre au niveau local les dispositions du règlement national d'urbanisme, mais le principe est le même. Le PLU indique, pour chaque zone définie dans la commune, les dispositions applicables concernant le coefficient d'occupation des sols (c'est-à-dire la superficie autorisée en fonction de la taille de la parcelle), la hauteur de la construction, son aspect extérieur, son implantation par rapport à la voie publique et aux autres propriétés, etc. Ces dispositions sont contraignantes et peuvent contrecarrer un projet.

D'autant que chaque PLU contient un Plan d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) qui détermine pour les dix ou vingt ans à venir le projet de la municipalité en matière de développement économique, social et environnemental. Le PLU doit, de plus, tenir compte du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT), élaboré par un établissement public regroupant les collectivités d'une même entité géographique.

Quant au permis de construire, il est indispensable à toute construction ou rénovation à usage d'habitation. L'instruction d'une demande par le service d'urbanisme de la mairie, au besoin aidé par différents organismes de l'État, est souvent pointilleuse ; la relative nouveauté des demandes de construction d'éco-habitat peut entraîner des questions de la part des agents ou élus instructeurs. Il importe donc de bien préparer son dossier.

Les différences selon les régions

On pourrait être tenté d'appliquer sous toutes les latitudes les normes les plus rigoureuses en matière d'isolation et se dire que si l'on arrive à rendre une maison agréable à vivre en Suède, elle le sera tout autant et même plus sur la Côte d'Azur. Ce serait une grave erreur.

Dans des régions peu ensoleillées, il serait vain de barder une maison de baies vitrées et de l'équiper de matériaux faits pour l'inertie. Autre exemple : le puits canadien, qui vise à faire passer l'air sous la terre avant qu'il n'entre dans la maison afin de le réchauffer ou de le rafraîchir, n'aura pas lieu d'être si la température extérieure est équivalente à la température de confort dans la maison.

Chaque région, chaque parcelle même, a un éco-habitat qui lui est propre.

III – Trouver les bons professionnels

Même si elle semble à présent mettre les bouchées doubles, la France n'est pas en avance. L'éco-habitat est beaucoup plus développé en Allemagne et au Canada, pour ne prendre que deux exemples de pays pourtant nettement moins favorisés que le nôtre en termes d'ensoleillement. Paradoxalement, ce sont des pays peu gâtés par le climat (Europe du Nord et Amérique du Nord) qui ont, les premiers, tenté d'en tirer profit. Des ingénieurs, des architectes, des artisans, des militants ont été des pionniers, ils ont permis à leur pays d'agir efficacement avant les autres.

Ce serait une erreur de penser que, puisque l'on a décidé de prendre son habitat en main, on peut faire l'économie d'un spécialiste pour la conception écologique de sa maison. D'autant qu'il ne s'agit pas que de dessiner des plans, qui correspondront à des surfaces et à des volumes, mais d'avoir une vision globale des éléments et des techniques bioclimatiques afin de définir un projet cohérent, compatible avec les souhaits et les besoins des futurs habitants.

Le choix de l'architecte

Une telle compétence ne s'improvise pas. Elle ne peut qu'être le fruit d'une formation, d'une expérience et d'une motivation. Les architectes sont les professionnels a priori capables de concevoir une construction en fonction des paramètres qu'on leur fournit, d'en tracer les plans et de diriger l'exécution des travaux. Mais tous les architectes n'ont pas la formation, l'expérience et la réflexion nécessaires pour mener à bien un projet bioclimatique. Pour l'instant tout au moins.

D'une manière générale, les architectes ont délaissé le secteur de la maison individuelle en France, excepté pour les gros budgets. Il faut dire que le marché des maisons « entrée de gamme » ou « moyen de gamme » a été lourdement investi par les constructeurs, notamment par des entreprises vendant sur plans des maisons types, livrables quelques mois après la signature du contrat. Ces maisons types sont basées sur une esthétique admise par le plus grand nombre, en réduisant au maximum le coût des matériaux afin d'optimiser les marges des promoteurs-constructeurs.

Certaines sociétés proposent des formules plus originales qui ont fait mouche. Ainsi, Mikit (+ 5 % de CA en 2008, alors que le secteur de la construction individuelle a chuté de 25 %) vend des maisons « prêtes à finir », c'est-à-dire un

terrain, un plan de financement, les formalités administratives, le gros œuvre, les câbles et les tuyaux. Aux propriétaires ensuite de se charger de l'électricité, de la plomberie, des cloisons, des escaliers, des sanitaires et de l'isolation. Le coût : 90 000 € (janvier 2009), soit une économie estimée à 30 % si tout cela avait été fait par plusieurs intervenants.

Mais un bas coût de construction peut entraîner, outre un inconfort, de forts coûts de consommation et d'entretien par la suite. En décembre 2008, la revue La maison écologique estimait que, en moyenne, les dépenses liées à la construction représentaient 28 % du coût total et celles liées à l'utilisation 72 %. En décembre 2009, selon France 3 (émission du 14-12-09 à 20 h 30), la répartition était de 17 % pour la construction et 83 % pour l'utilisation, dans le cas d'une maison de 60 ans d'âge.

Quand, néanmoins, ils prennent en charge un habitat particulier, les architectes ont tendance à rechercher l'esthétique ou l'originalité, rarement la performance énergétique (ou du moins n'est-elle pas un objectif prioritaire). Question de culture et de formation ; et de demande des clients qui, eux non plus, ne considéraient pas, jusqu'à récemment, la performance énergétique comme une priorité.

Mais le marché est en pleine restructuration. La prise de conscience a eu lieu, en conséquence de quoi d'une part les normes contraignantes se généralisent (la future RT 2012 devrait amplifier le phénomène), d'autre part les exigences des clients se modifient. Du coup, tous les concepteurs et constructeurs sont amenés à repenser leur travail.

Il y a là sans doute une opportunité pour les architectes de reprendre la main et de se réapproprier un marché qui, logiquement, leur revient. Cela implique cependant connaissances et compétences. Même si les formations dans les écoles évoluent à vitesse grand V, même si, sur le tas, certains mettent les bouchées doubles pour ne pas passer à côté du défi du siècle, on constate encore un certain retard, et donc une absence d'architectes qualifiés en éco-habitat.

Le bureau d'études spécialisé : la bonne solution

Le bureau d'études peut offrir un excellent moyen pour mener à bien son projet immobilier écologique. Car il en existe, des structures spécialisées dans l'éco-habitat, peu nombreuses, mais sérieuses, offrant un service rare et précieux.

Grâce à la mise en commun des moyens, les bureaux d'études ont souvent su, mieux que les architectes, acquérir les savoirs relatifs à l'éco-habitat. Leur plus grand nombre de réalisations leur a permis de se forger assez vite une expérience et une compétence encore assez peu répandues.

Rappelons qu'un bureau d'études immobilier regroupe des professionnels qui, ensemble, sont aptes à proposer un projet complet de construction. Les prestations fournies sont généralement les suivantes :

- prise en compte des besoins et des souhaits du client : localisation, superficie, répartition des espaces, type de maison souhaité ;
- élaboration d'un avant-projet avec fourniture des plans de la maison et d'un premier chiffrage estimatif ;
- si accord sur l'avant-projet, signature d'un contrat de maîtrise d'œuvre incluant la réalisation des plans définitifs, les travaux à effectuer, le budget nécessaire ;
- dépôt du permis de construire, suivi du dossier jusqu'à l'obtention du permis ;
- constitution du dossier d'appels d'offres pour les différents corps de métier ;
- mise en relation avec les artisans ;
- coordination et suivi des travaux ;
- réception des travaux.

Ces prestations peuvent être prises en tout ou partie, selon le degré d'implication des clients.

Contracter avec les artisans

Un architecte ou un bureau d'études n'a pas vocation à choisir lui-même les artisans qui interviendront sur le chantier. Encore moins à les rémunérer. C'est là une différence fondamentale avec la pratique des constructeurs qui règlent eux-mêmes les factures des artisans (parfois même ils les salarient), après avoir encaissé le coût global de la construction moyennant une marge conséquente.

Avoir à choisir soi-même maçons, plombiers, charpentiers... peut faire peur à des propriétaires non initiés. Ce que l'on pourrait appeler la « démarche bioclimatique » implique cependant une participation personnelle à toutes les phases de la construction, on l'a dit. Si, à part quelques exceptions d'auto-construction, on ne peut s'improviser terrassier ou chauffagiste, on peut néanmoins discuter avec les artisans pour essayer de comprendre ce qu'ils proposent et choisir en conséquence.

Le bureau d'études est bien entendu apte à diriger le client vers des artisans qu'il connaît et dont il pourra

garantir la compétence. Il fournira également tous les conseils nécessaires pour le choix des matériaux et équipements éco. Il pourra au besoin aider à affiner le devis.

C'est donc un marché dit de gré à gré qui sera signé entre le propriétaire et chaque artisan devant intervenir pour la construction. Cela signifie que le prix exact d'une construction ne peut pas être déterminé à l'avance. Au moment de l'élaboration de l'avant-projet, c'est une enveloppe ou une fourchette de prix que donnera le bureau d'études. C'est moins précis qu'un contrat prévoyant un prix ferme et définitif pour une livraison clés en main, mais c'est plus honnête : la prestation ne sera pas limitée en fonction du prix, c'est le prix qui correspondra à la prestation nécessaire aux travaux prévus.

Signer un contrat de gré à gré signifie bénéficier des assurances décennales des artisans. Une assurance dommages pourra être souscrite en complément. La durée des travaux sera précisée dans le contrat ; elle devra être compatible avec l'organisation générale du chantier, ce à quoi le maître d'œuvre veillera. Certains éco-habitants choisissent d'assurer eux-mêmes la maîtrise d'œuvre ; cela nécessite une grande disponibilité et de solides connaissances techniques. Plus logiquement, la maîtrise d'œuvre aura été confiée au bureau d'études lors de la signature du contrat initial.

Un secteur qui recrute

Selon l'ADEME, 90 000 emplois ont été créés dans les secteurs de l'efficacité énergétique et du développement des énergies renouvelables entre janvier 2006 et décembre 2009. Dans la même étude, l'agence estime que le nombre d'emplois directs liés à ces activités, exportations comprises, représente 294 000 équivalents temps plein (contre 204 000 en 2006), soit un niveau comparable à celui de l'industrie chimique. En outre, l'ADEME prévoit que ces secteurs représenteront près de 500 000 emplois en 2012, soit 200 000 de plus qu'aujourd'hui.

Entre 2006 et 2009, ce secteur a progressé de 10 % par an en moyenne, et même 14 % en 2009. Il faudrait cependant que la croissance atteigne 21 % par an d'ici 2012 pour que l'objectif du Grenelle de l'Environnement, qui cible 400 000 rénovations lourdes d'ici 2013, soit respecté.

En cohérence avec ces chiffres, le cabinet américain Boston Consulting Group (BCG), chargé d'évaluer les impacts des mesures du Grenelle sur l'emploi, prévoit que les chantiers

du Grenelle généreront 600 000 emplois d'ici 2020 et 450 milliards d'euros d'activités économiques.

IV – Déterminer les énergies

L'éco-habitat s'impose parce que nous nous sommes aperçus qu'un logement avait un coût environnemental : il a besoin d'une énergie qu'il faut produire, donc puiser, épuiser et payer, et il rejette les résidus de cette énergie une fois qu'elle a été consommée. Avec l'augmentation du nombre de logements (des centaines de millions de personnes en sont encore privées), la raréfaction des énergies fossiles et les conséquences des rejets, cette consommation d'énergie devient un véritable problème.

D'où la nécessité de repenser notre rapport à l'énergie. Plus concrètement, de modifier nos sources d'énergie afin d'utiliser celles qui sont propres et si possible inépuisables. La principale énergie dite renouvelable utilisable dans un logement est le soleil. Le vent est plus difficilement captable et donc capitalisable, il peut néanmoins trouver sa place dans un système passif ou positif. La chaleur de la terre peut être une source intéressante, à utiliser selon les règles de la géothermie. On considère que le bois est lui aussi une énergie renouvelable, même si, on le sait, l'exploitation actuelle entraîne plutôt la destruction des forêts ; le chauffage au bois viendra en complément d'un système solaire. L'eau de pluie n'est pas une source d'énergie mais elle peut être une précieuse ressource.

Une fois le type de maison et les sources d'énergie déterminés, il convient de choisir les équipements les plus adaptés. Ce n'est pas si simple. La nouveauté de l'éco-habitat ne permet pas de recul suffisant pour mesurer la validité et la fiabilité d'un équipement sur le long terme. On peut toutefois insister sur quelques points qui nous paraissent importants afin d'éviter les déconvenues.

Le solaire passif

Le soleil est la source d'énergie la plus abondante, la plus disponible, la moins chère. Toute construction éco utilisera donc l'énergie solaire en priorité.

Le soleil doit être utilisé avant tout de manière passive. Rappelons le principe : en plaçant le maximum de surface vitrée au sud, on permet aux rayons du soleil d'entrer dans la maison et d'être absorbé par les parois, choisies avec soin, qui libéreront la chaleur progressivement. Les parois seront idéalement des murs capteurs (on parle parfois de mur Trombe ou Trombe-Michel, du nom de ses inventeurs) composés de matériaux à forte inertie (pierres, briques, etc.) qui

accumulent le rayonnement pendant le jour pour le restituer pendant la nuit. Ce mur peut être amélioré en jouant sur sa couleur, voire en le perçant de petites ouvertures pour favoriser la circulation de l'air chaud.

Le choix du vitrage est bien sûr déterminant, nous en reparlerons plus bas.

On peut accentuer l'effet du solaire passif grâce à l'aménagement d'une serre côté sud, dont la performance dépendra du vitrage et du mur de masse. Son efficacité sur le chauffage (ou le rafraîchissement) de la maison dépendra, elle, de son lieu d'implantation : plus la serre est intégrée à la maison, plus elle bénéficiera aux pièces qui la jouxtent ; la chaleur se diffusant à la fois par conduction (sur l'autre face du ou des murs capteurs) et grâce à des ouvertures dans les parois mitoyennes.

Le solaire passif est idéal pour les bâtiments occupés seulement la journée. Les maisons individuelles sont davantage occupées la nuit, bien entendu. Il reste qu'il constitue l'énergie la plus facile et la moins coûteuse à utiliser.

Le solaire photovoltaïque

Le soleil peut servir à produire de l'électricité. Rappelons que l'on utilise pour cela des capteurs photovoltaïques, constitués d'un ensemble de cellules (composées de semi-conducteurs le plus souvent à base de silicium) qui, exposées à la lumière, génèrent de l'électricité. Reliées entre elles, ces cellules forment un module solaire photovoltaïque. Un ou plusieurs modules peuvent former une installation solaire chez un particulier. Après transformation en courant alternatif, l'électricité produite peut être utilisée. Soit dans le cadre d'un circuit autonome, soit dans le cadre d'une installation reliée au réseau.

Le particulier producteur d'électricité photovoltaïque a le choix entre ces deux solutions. S'il souhaite garder pour l'usage domestique l'électricité produite, il reliera les panneaux à un régulateur de charge (qui coupe l'alimentation si les batteries sont pleines) qui enverra le courant vers les batteries via une boîte à fusibles. Pour être utilisable, le courant doit cependant être redressé (de 12 ou 24 V à 230 V) et ondulé afin de le rendre alternatif et d'empêcher les sautes de tension. Mais le producteur photovoltaïque peut aussi choisir de s'intégrer au réseau EDF. Dans ce cas, les panneaux solaires seront reliés, via l'onduleur-redresseur, à un compteur solaire qui rejoint le compteur électrique de la

maison, d'où partent les câbles qui mènent aux prises et aux douilles. La facture envoyée par EDF tiendra compte de l'énergie solaire puisqu'elle soustraira l'énergie produite à l'énergie consommée.

Certaines personnes ne s'équipent en photovoltaïque que pour revendre l'énergie produite à EDF, qui conserve le monopole de la fourniture d'électricité dans notre pays. Mais tel n'est pas le but d'une démarche bioclimatique.

En 2008, l'Allemagne était le premier « producteur » mondial d'énergie photovoltaïque, devant le Japon et les États-Unis (la France se situant loin derrière). En raison d'une demande qui s'intensifie, la production des modules photovoltaïques est en constante augmentation, ce qui entraîne une baisse des prix.

Le solaire thermique

Le soleil peut aussi chauffer l'eau d'une maison (pour la cuisine, la salle de bains, les radiateurs). Pour cela, trois éléments sont nécessaires : des panneaux solaires thermiques placés au sud, un ou des ballons pour stocker l'eau, un liquide calorifuge (qui absorbe la chaleur) et caloporteur (qui fait circuler la chaleur). Les capteurs solaires thermiques peuvent être « monoblocs » : dans ce cas, l'eau froide de la maison qui entre dans le ballon est chauffée par le liquide calorifuge du panneau avant de ressortir chaude. Si les capteurs sont « à éléments séparés », le liquide réchauffé dans le panneau conduit la chaleur au ballon, que le circuit d'eau de la maison traverse. L'eau entre donc froide et ressort chaude. Un thermosiphon empêche la chaleur de repartir quand le soleil disparaît et que le liquide dans le panneau est plus froid que celui stocké dans le ballon.

Le principe est donc relativement simple. C'est pourquoi certains installent eux-mêmes leur chauffe-eau solaire. Même monté par un professionnel, le coût est relativement modeste, d'autant plus que le propriétaire bénéficie dans ce cas d'un crédit d'impôt de 50 % sur le matériel.

Pierre-Gilles Bellin rappelle quelques principes de base sur le solaire thermique (L'habitat bio-économique, p. 63, op.cit.) :

- le soleil chauffe davantage derrière une vitre que devant ;
- le métal est un très bon conducteur (surtout le cuivre) ;
- l'eau chaude monte ;
- l'eau froide descend ;
- il ne faut pas de bulles d'air dans l'eau qui circule dans les tuyaux ;

- il ne faut pas que la circulation de l'eau s'inverse (dès qu'il n'y a plus de soleil dehors), ramenant alors le chaud au-dehors ;

- il doit y avoir un juste rapport entre le ballon d'eau chaude et la surface des panneaux » (ex : 2 m² pour 200 litres).

En hiver, un système solaire thermique ne saurait à lui seul satisfaire les besoins en eau chaude de la maison. Le ballon, ou un autre ballon, doit donc être également relié à une chaudière au gaz ou au bois. On estime cependant que, dans une configuration optimale, le solaire peut couvrir 65 % des besoins.

L'éolien domestique

Presque aussi abondant que le soleil, le vent est une des énergies renouvelables qui peuvent être exploitées au niveau de l'habitat particulier. Et ce, grâce à des éoliennes de petite et moyenne puissance, de 100 W à 20 kW, montées sur des mâts de 10 à 35 mètres. Ce sont des aérogénérateurs, c'est-à-dire des machines qui produisent du courant à partir de l'énergie cinétique du vent. Soit ces générateurs sont reliés à un réseau électrique, soit ils fonctionnent au sein d'un système autonome avec des batteries ou un autre dispositif de stockage d'énergie.

Le petit éolien vient parfois en complément d'un module photovoltaïque ; les deux appareils couplés peuvent permettre l'autonomie d'un bâtiment, voire une production excédentaire. Bien entendu, une petite éolienne sera productive avant tout dans les régions venteuses ou sur des sites favorablement exposés. On ne peut cependant imaginer une maison fonctionnant seulement avec l'énergie éolienne, celle-ci étant intermittente et les possibilités de stockage trop limitées.

L'éolien peut donc être une énergie précieuse, mais qui doit être couplée à d'autres énergies dans le cadre d'un réseau « intelligent ».

La géothermie

Moins puissante que le soleil, la terre est néanmoins une source de chaleur renouvelable. C'est la pompe à chaleur qui permet de récupérer cette chaleur et de l'utiliser pour le chauffage domestique.

Le principe est le suivant : un réseau de tuyaux de quelques mètres carrés est installé sous la terre du jardin et relié à la pompe à chaleur dans la maison. Un fluide

« frigorigène » circule dans ces tuyaux, qui se transforme en gaz quand il chauffe. La pompe le ramène vers son compresseur. Sous l'effet de la compression, la température du gaz monte à plus de 100 °C. Il peut alors échanger ses calories avec le réseau du plancher chauffant ou réchauffer de l'eau via un condenseur. Quand il refroidit, le gaz devient liquide et repart dans le circuit à l'extérieur de la maison.

Pour obtenir d'emblée une haute température du fluide et le transformer en gaz, il est possible de faire plonger le réseau de tuyaux à la verticale dans le sol ; on sait que plus on s'enfonce en profondeur, plus la terre est chaude. L'installation est bien sûr plus chère dans ce cas-là.

L'efficacité d'une pompe à chaleur se mesure par le coefficient de performance, ou Cop, qui est le rapport entre la puissance thermique et sa consommation électrique. Il est actuellement de 5 en moyenne, ce qui signifie que pour 1 kW d'électricité consommée, la maison recevra 5 kW de chaleur.

Ce système avec pompe et compression fonctionne également avec l'eau et l'air. Si l'on capte l'énergie dans l'eau et non pas dans la terre, on parle d'aquathermie. Si c'est l'air qui est utilisé, on parle d'aérothermie.

Le chauffage au bois

Le bois est une énergie renouvelable à condition que l'on ne détruise pas les forêts, que l'on n'abuse pas de la consommation de papier, que l'on planifie un renouvellement suffisant des espèces. Le bois pollue peu lors de sa combustion, et le CO₂ qu'il rejette dans l'atmosphère est équivalent à celui qu'il absorbe lors de sa croissance. Il ne concourt donc pas à l'augmentation de l'effet de serre.

Pour chauffer la maison, le bois peut être utilisé dans un poêle, dans une cheminée ou dans une chaudière. Un poêle ou une cheminée « simple » est peu coûteux. Mais l'une et l'autre ont une autonomie très réduite et ne diffusent plus de chaleur une fois le feu éteint.

Nous avons vu, avec l'exemple de la famille R, comment un poêle de masse, entouré de matériaux réfractaires, stockait les calories lors d'une flambée de deux heures quotidiennes avant de les restituer lentement tout au long du jour et de la nuit. Pour un bon fonctionnement, l'alimentation du foyer en air est primordiale, de même que la fermeture du conduit après la flambée pour conserver les calories dans la masse du poêle.

Un poêle de masse chauffe par rayonnement, essentiellement la pièce où il est placé, en général le séjour. On peut

cependant installer des gaines qui conduiront l'air chaud dans les autres pièces, éventuellement à l'aide de petits ventilateurs.

Certains poêles à bois sont « à granulés », qui alimentent automatiquement le poêle. Malgré son apparente simplicité, ce système manque de souplesse et exige une certaine consommation électrique. L'alimentation manuelle du poêle est encore la plus simple et la moins coûteuse. Même si certains bois brûlent mieux que d'autres, de nombreuses essences peuvent être utilisées. Le tout est de veiller à l'homogénéité du combustible afin que la combustion soit forte et limitée dans le temps, la restitution longue et la plus efficace possible.

La cheminée à foyer fermé est un autre équipement garantissant un chauffage au bois de qualité. On estime son rendement à 80 %. La différence principale avec une cheminée augmentée d'un insert est la hotte dotée d'un système de récupération de chaleur. Pierre-Gilles Bellin avance les chiffres de 50 à 100 mètres cubes par heure, l'air ainsi récupéré ayant une température de 50 à 65° : une cheminée à foyer fermé peut marcher une dizaine d'heures à petit feu, sans intervention.

Les chaudières à bois de la nouvelle génération permettent, elles aussi, d'excellents rendements : environ 80 % pour les chaudières à bûches, 90 % pour une chaudière à granulés. La première a une autonomie comprise entre six et vingt heures, tandis qu'elle peut atteindre plusieurs mois pour la seconde (la chaudière à granulés étant alimentée automatiquement à partir d'un silo, comme une chaudière au fioul à partir d'une citerne). Logiquement, elle est plus chère à l'achat et à l'installation. Les équipements labellisés « Flamme verte » garantissent les rendements annoncés et des émissions minimales de polluants.

Trouver la bonne combinaison

Il est difficile de comparer le coût des énergies car de nombreux paramètres sont à prendre en considération : l'exposition, le climat, l'isolation, la configuration de la maison. Il faut également intégrer le coût d'éventuelles pompes ou systèmes de ventilation ou d'alimentation.

Il n'empêche que la confrontation de plusieurs classements établis par des organismes sérieux donne une idée assez juste des positions des uns et des autres. Par exemple, l'association Ajena, implantée en Franche-Comté, donne, pour 2007, les coûts et l'ordre suivants (en euros TTC par kWh), en tenant uniquement compte du rendement des appareils et

calculés pour le chauffage d'une maison individuelle de 100 m² située à Lons-le-Saunier, avec une isolation moyenne et pour la production d'eau chaude sanitaire pour une famille de quatre personnes soit 16 000 kWh/an : soleil 0,00 €, bois en bûches 0,043 €, pompe à chaleur géothermique 0,050 €, granulés de bois en vrac 0,054 €, gaz de réseau 0,064 €, fioul domestique 0,094 €, électricité 0,102 €, pétrole pour poêle 0,182 €.

On peut résumer en disant que l'énergie solaire (même sous forme photovoltaïque, dont le coût ne cesse de baisser) est la plus profitable, que le bois offre un excellent rapport qualité-prix et que, dans les énergies fossiles, le gaz a un coût acceptable.

Comme aucune maison en France ne peut, à ce jour, être rendue habitable grâce à une seule énergie, on aura tendance à coupler le solaire thermique (qui fournira 60 % environ des besoins en eau chaude) et un poêle à bois par exemple. Ou à garder la chaudière à gaz si l'on est dans le cadre d'une rénovation. On peut aussi associer solaire thermique pour l'eau chaude et géothermie pour le chauffage par le sol.

Dans les régions chaudes, où le soleil peut satisfaire la plus grande partie des besoins, les radiateurs électriques pourront être préférés à la chaudière à gaz, si l'on conserve un moyen de chauffage traditionnel.

Dans tous les cas, le solaire passif sera valorisé au maximum.

La récupération de l'eau de pluie

L'eau de pluie n'est pas une énergie à proprement parler. Mais elle est un bienfait de la nature qui se renouvelle et qui peut être utilisé à bon escient.

L'eau potable coûte cher et elle coûtera de plus en plus cher. Or, pour les sanitaires, le nettoyage ou l'arrosage, une eau non potable suffit amplement, pour peu qu'elle soit propre. D'où l'intérêt de récupérer l'eau qui tombe du ciel, gratuite.

Il convient cependant de prendre quelques précautions. Car, contrairement à ce que l'on pense communément, l'eau de pluie est rarement pure. Elle est affectée par toutes les pollutions liées à l'activité humaine. Et lorsqu'elle tombe sur le toit, elle rencontre encore des poussières, des mousses, des déjections animales... Enfin, son stockage dans les citernes peut lui aussi entraîner son altération.

Un arrêté ministériel du 21 août 2008 précise ses conditions d'utilisation. À l'intérieur d'une habitation, l'eau ne peut être utilisée que pour les sanitaires et le

lavage des sols, en aucun cas pour se doucher, à condition que la toiture sur laquelle elle tombe ne soit pas en ciment avec de l'amiante ou en plomb.

L'arrêté précise les dispositifs à mettre en place pour récupérer et conserver l'eau. Il indique que les matériaux utilisés doivent être inertes à l'eau de pluie, que des grilles anti-moustiques doivent être mises en place, qu'il ne doit y avoir aucune connexion avec le réseau public d'eau potable, que l'indication « non potable » doit être portée partout, que des filtres doivent être installés, et que l'on doit veiller à ce que la température de l'eau ne monte pas, ce qui pourrait entraîner le développement de bactéries. Une vérification doit être faite tous les six mois, les filtres et les cuves de stockage doivent être nettoyés chaque année.

Les citernes, qui peuvent contenir jusqu'à 10 000 litres, sont en plastique ou en béton (le béton neutralise le pH de l'eau de pluie, légèrement acide). Elles sont de préférence enterrées. Bien entendu, une pompe doit être installée.

Logiquement, l'eau de pluie filtrée alimentera les toilettes, le lave-linge et le jardin. Si l'eau de pluie vient à manquer, il faut que l'eau potable du réseau puisse prendre le relais, sans pour autant qu'il y ait de contacts entre le contenu des tuyaux, ceci afin d'éviter toute remontée de germes ou de pollution venant de la citerne.

Il est à noter que, au prix actuel de l'eau dans notre pays, un tel investissement, assez onéreux, n'est pas rentable économiquement. On réduira davantage sa consommation d'eau en veillant à limiter l'ouverture et la pression des robinets lors des gestes quotidiens.

Du bon usage des déchets organiques

Les déchets ne sont pas des énergies, mais certains peuvent devenir utiles et être réintégrés dans un circuit vertueux.

Sur les 400 kg de déchets ménagers que produit un Français chaque année, seuls 20 % sont recyclés. Le reste est incinéré ou entassé dans des décharges. Le recyclage des déchets a commencé avec les containers à verre, les poubelles jaunes, l'ouverture de déchetteries, mais beaucoup d'améliorations sont encore possibles. C'est le cas notamment pour les déchets végétaux.

Les épluchures de fruits et de légumes, comme les déchets du jardin, sont aujourd'hui souvent brûlés dans les incinérateurs (alors qu'ils contiennent beaucoup d'eau). Or, ils peuvent être facilement valorisés grâce au compostage.

Le compostage permet d'accélérer la décomposition des matières organiques en les transformant en minéraux et en

humus. Il s'agit donc d'isoler et de recueillir dans un bac les épluchures, mais aussi les mouchoirs en papier et le papier journal afin que le processus puisse opérer. Le compost commencera à chauffer (jusqu'à 70°) sous l'action des bactéries, avant que les champignons et les vers interviennent. Au bout du cycle, entre six mois et un an, le compost, qui a perdu deux tiers de son poids, peut être utilisé comme engrais naturel. Les déchets du jardin peuvent également être mis au compost, en veillant à respecter un équilibre entre matières vertes (épluchures) et brunes (feuilles et petites branches).

Si l'on habite en appartement, on peut essayer le lombricompostage ou vermicompostage, qui fait intervenir des vers de terre, rouges (*lumbricus rubellus*) et tigrés (*eisenia fetida*). Ceux-ci se nourrissent des déchets qui leur sont apportés, épluchures mais aussi sachets de thé, filtres à café, papier journal. Ce sont leurs déjections qui constituent le lombricompost, qui ressemble à un terreau, sans odeur. Le « jus de compost » peut, lui, dilué dans de l'eau, être utilisé pour nourrir les plantes. Le processus de décomposition est beaucoup plus rapide que pour un compostage classique. Le lombricompostage peut se pratiquer dans une cave dont l'obscurité et la fraîcheur conviennent bien aux vers.

L'honnêteté recommande de dire qu'il n'est pas facile de réaliser un bon compost : certaines matières se compostent mal, comme les écorces d'agrumes, les coquilles d'œufs ou de noix, le pain, les croûtes de fromage, la viande, certaines feuilles et herbes... Il faut de plus aérer et équilibrer son compost régulièrement, l'humidifier ou le sécher selon les cas, ne pas y mettre de trop gros morceaux... Ceci étant, une fois l'habitude prise, cette technique permet de réduire de 30 % ses déchets ménagers et de contribuer à la formation de l'humus, base d'une terre vivante.

V - Quelques bons éco-matériaux

La plupart des maisons et bâtiments construits depuis 1945 contiennent des matériaux qui ne respirent pas : béton, peintures chimiques, vernis synthétiques. Et ils ne permettent pas de réguler l'humidité. Ils n'autorisent ni la respiration ni la perspiration (élimination de la vapeur d'eau). De surcroît, ils isolent très mal. Et bien peu de ces maisons de la deuxième moitié du XX^e siècle ont été conçues pour valoriser le solaire passif ; elles n'ont pas été faites pour obtenir de mini-effets de serre et utiliser l'inertie.

C'est dire si la tâche est lourde pour revenir à des choses simples et saines. Car qu'est-ce que l'éco-habitat au final, si ce n'est le retour à des principes et techniques de bon sens qui n'auraient jamais dû être abandonnés ?

J'ai évoqué certains matériaux aptes à garantir une bonne isolation et/ou une bonne inertie. Je voudrais insister sur ceux qui me paraissent à la fois les plus performants et les plus facilement utilisables. Disponibles localement, quasiment toujours réutilisables (matériaux de réemploi), la fabrication et l'emploi de ces matériaux naturels ne génèrent quasiment pas de pollution. Ils n'impactent que très faiblement le milieu naturel.

Une précision de forme : je ne sépare pas dans ce chapitre les matériaux isolants et les matériaux capteurs ou encore porteurs. Car certains d'entre eux cumulent les qualités et les fonctions, je l'indiquerai.

Pour un usage raisonné du ciment

Au préalable, je dirais qu'il faut éviter l'usage quasi exclusif en maçonnerie du béton traditionnel, et plus particulièrement le ciment qui est utilisé pour le constituer.

Rappelons que le béton, matériau le plus employé dans la construction, est formé de trois composants : un liant (qui est donc le plus souvent du ciment), des granulats de sable et de gravillons, de l'eau. Ces trois éléments mélangés durcissent au contact de l'air et de l'eau.

Le ciment pose deux problèmes majeurs. D'abord, sa fabrication, à base de silicate et d'aluminate de chaux chauffées à haute température puis refroidies, entraîne de grosses émissions de poussières et de gaz à effet de serre. La production d'une tonne de ciment libère 0,9 tonne de CO₂ ! À elle seule, la fabrication de ciment est à la source de 8 % des émissions totales de CO₂ !

Ensuite, tous les matériaux à base de ciment, comme ceux issus de la pétrochimie (laine de verre ou de roche), sont imperméables à la vapeur d'eau. Même dotés de films frein vapeur et utilisés dans une habitation équipée d'une ventilation mécanique, ils ont du mal à éviter la condensation de la vapeur d'eau, source du développement de moisissures et de champignons. En rénovation, l'emploi de ces matériaux sur des murs en terre, en pierre ou en brique peut être catastrophique, puisqu'ils piègent l'humidité dans les murs qui, auparavant, pouvait être absorbée, circuler et s'évacuer naturellement. Non seulement le ciment n'isole pas mais en plus, il ne respire pas.

Au XX^e siècle, le béton coffré et les parpaings, à base de ciment, ont pourtant remplacé les matériaux naturels non ou peu transformés : pierres pour la maçonnerie et les toitures (ardoises, lauzes), terre crue (adobe, torchis, pisé), terre cuite (briques, tuiles), bois brut, paille, chanvre... Comme liant, le ciment a supplanté les liants millénaires que sont la chaux et l'argile. Sa dureté exceptionnelle fait qu'il casse les matériaux lors de leur démolition (briques, pierres), les rendant inutilisables. Il ne peut être recyclé que sous forme de gravats.

Les deux caractéristiques majeures du ciment, dureté et imperméabilité à l'eau, sont toutefois des qualités dans certaines utilisations spécifiques, comme les fondations et les soubassements.

La chaux

La chaux peut très bien remplacer le ciment pour la fabrication du béton, sauf s'il s'agit de béton armé, la chaux corrodant les armatures en acier. On parle alors de béton de chaux.

La chaux est issue de la calcination de la pierre calcaire. En construction, on utilise la chaux éteinte, sous sa forme aérienne, à base de calcaire pur et qui fait sa prise à l'air, ou sous sa forme hydraulique, à base de calcaire argileux et qui fait sa prise à l'eau.

La chaux hydraulique naturelle est utilisée en maçonnerie : dalles, murs, couches d'accroche, corps d'enduits. Non seulement elle est un bon liant, mais en plus elle est perméable à la vapeur d'eau. Elle présente un excellent bilan carbone, puisqu'elle a besoin de CO₂ pour faire sa prise. On peut la mélanger avec du chanvre pour augmenter ses performances thermiques, avec des briques ou des tuiles pilées, avec de l'argile...

La chaux aérienne est utilisée pour les enduits de finition, au contact de l'air. Son onctuosité lui a donné le nom de chaux grasse. Elle est imperméable à l'eau de ruissellement.

La chaux a fait ses preuves : elle est utilisée depuis 4 000 ans.

Le bois

On ne dira jamais assez les qualités du bois pour la construction. En soulignant aussi la variété des espèces, chacune ayant, au-delà des caractéristiques communes, des propriétés propres susceptibles d'être employées en fonction du climat, du terrain, de l'usage escompté.

Renouvelable, le bois absorbe du CO₂ et libère de l'oxygène lors de sa croissance. Lorsqu'on coupe un arbre à maturité, le CO₂ reste stocké à l'intérieur, il ne produit donc pas de gaz à effet de serre. Sa transformation en matériau est relativement simple et nécessite peu d'énergie.

Le bois est à la fois solide (un peu moins que le béton et l'acier cependant) et léger (il pèse cinq fois moins que le béton et dix-sept fois moins que l'acier). On le sait moins, mais il résiste également bien aux agressions chimiques et au feu. Par sa légèreté et sa souplesse, le bois s'adapte mieux que ses concurrents aux terrains difficiles, en pente, soumis à des affaissements ou à des secousses sismiques.

Le bois est isolant. Il a une faible conductivité thermique et sa température est relativement élevée. Il a en revanche une faible capacité d'inertie. Il garde peu la chaleur, et encore moins la fraîcheur en été (ce qui fait qu'on l'utilise davantage dans les régions froides que dans les régions chaudes, où l'on privilégiera la pierre). Quelques éléments de comparaison : le coefficient thermique surfacique U, exprimé en watts par mètre carré Kelvin, est de 2,8 pour un mur de 22,5 cm en aggloméré de béton, de 0,36 pour un mur en briques auto-isolantes de 37 cm, de 0,34 pour un mur en ossature bois avec briques de chanvre de 30 cm, de 0,19 pour un mur en ossature bois rempli de 20 cm de laine de cellulose, de 0,11 pour un mur ossature bois rempli de paille comprimée en fibres verticales. Si l'on ajoute que la performance moyenne de référence RT 2005 est de 0,40, celle des bâtiments « basse énergie » de 0,20, on a une idée de la qualité d'isolation offerte par l'ossature bois garni d'un bon isolant (chiffres extraits de La conception bioclimatique, op. cit., p. 77)

Le bois est hygroscopique, c'est-à-dire qu'il absorbe l'humidité de l'air, et la restitue quand il en manque. Il en

résulte une atmosphère saine, ni trop sèche (ce qui peut être le cas quand le chauffage marche fort en hiver), ni trop humide (ce qui n'est ni agréable ni bon pour la santé). S'il est conducteur électromagnétique, le bois est le moins radioactif de tous les matériaux de construction. Un défaut quand même : il n'est pas un bon isolant phonique. Le problème sera donc réglé par des ajouts d'isolants dans les parois autour de l'ossature.

Les maisons en bois sont assez simples à construire, elles ne nécessitent pas de grosses machines, elles peuvent être montées à l'avance. De plus, elles sont immédiatement habitables ; il n'y a pas de délais de séchage, ce qui peut raccourcir beaucoup la durée du chantier. Surtout, pour une performance équivalente, des parois en bois sont 15 cm moins épaisses que des parois en maçonnerie. Ce qui engendre un gain de surface de 10 % ! Dernier avantage, et non des moindres : la réduction des coûts de chauffage, grâce aux qualités évoquées du bois, à la réduction des ponts thermiques et à la facilité d'intégration d'isolants entre les montants de l'ossature.

Le bois ne tiendrait-il pas sur la durée ? Il n'est qu'à regarder certaines maisons à colombages, certaines églises ou fermes en bois, vieilles de plusieurs siècles, pour apaiser ses craintes éventuelles.

La ouate de cellulose

Fabriquée à partir de papier recyclé, elle est considérée comme l'un des isolants les plus écologiques. La matière première (souvent des journaux invendus) ne coûte pas cher et sa fabrication nécessite peu d'énergie : 6 kWh/m³, contre 150 kWh/m³ pour la laine de verre et 1 000 kWh/m³ pour les polyuréthanes. Et ses qualités sont remarquables, même s'il faut compter un peu plus d'épaisseur qu'avec une laine minérale pour une performance égale. Ce qui en fait l'isolant le plus utilisé aujourd'hui dans l'éco-habitat.

La ouate de cellulose surclasse tous ses concurrents par le déphasage qu'elle provoque. Il faut une douzaine d'heures à la chaleur pour la traverser (contre trois pour une laine minérale), ce qui lisse les aléas météorologiques et permet d'éviter les grosses chaleurs en été. Grâce à l'ajout de sel de bore, adjuvant naturel, la ouate de cellulose résiste aux insectes et aux moisissures, ainsi qu'au feu. Elle n'irrite pas et n'émet pas de gaz.

Elle peut isoler toutes les parties de la maison et se poser en vrac ou en panneaux. En vrac, les flocons de cellulose sont insufflés sous pression dans des caissons. On

y ajoute de l'eau pour la projeter sur les murs (il faudra ensuite placer un frein vapeur). Si la ouate est structurée dans des panneaux, ces derniers peuvent être utilisés eux aussi pour toutes les surfaces, en différentes épaisseurs. Le risque de tassement est moindre en panneaux qu'en vrac.

Une isolation en ouate de cellulose est plus chère qu'en laine minérale. Mais ses qualités (thermiques, hygrométriques, phoniques, écologiques) sont incomparables. Elle rivalise avec les isolants végétaux comme le chanvre ou la laine de bois, mais à un coût moins élevé.

La laine de bois

Elle est fabriquée à partir du défibrage de chutes de bois résineux auxquelles on ajoute de l'eau (on peut aussi l'utiliser « à sec », en se servant uniquement la lignine, c'est-à-dire la sève, comme liant) afin de créer une sorte de pâte, qui est ensuite laminée afin de produire des panneaux de diverses épaisseurs et densités (on trouve aussi la laine de bois en vrac ou en rouleaux, et l'on emploie indifféremment les termes laine de bois fibre de bois).

La laine de bois est un remarquable isolant, phonique et thermique ; elle protège aussi bien contre le froid que contre le chaud. Elle est perspirante et favorise la régulation hygrométrique. Son inertie est encore plus forte que la ouate de cellulose.

Les panneaux de laine de bois, qui ont une masse volumique variant de 50 à 200 kg/m³, sont particulièrement faciles à poser. Les plus souples (les moins denses) seront utilisés pour l'isolation intérieure : entre les chevrons sous un toit, entre les solives d'un plancher. Les plus rigides, et les plus denses, serviront surtout pour l'isolation des murs par l'extérieur. Ils doivent être enduits, avec un revêtement qui ne gêne pas la respiration des parois.

Le chanvre

Connu en Asie depuis des milliers d'années pour ses propriétés psychotropes, le chanvre, dont la France est le premier producteur en Europe, est désormais un « chouchou » de l'éco-habitat. Il faut dire que cette plante à haut rendement, qui absorbe du CO₂ lors de sa croissance, possède de nombreuses qualités. Le fait qu'elle n'ait besoin d'aucun herbicide, insecticide ou fongicide n'est pas la moindre. Mise au point par quelques pionniers, la construction en chanvre utilise la chènevotte, une partie de la fibre,

autrement dit le bois de la plante, à haute qualité minérale et cristalline.

Doté d'une faible conductivité thermique, le chanvre est un excellent isolant. Autre qualité encore : il absorbe l'humidité de l'air, qu'il restitue quand l'atmosphère est trop sèche, sans perdre son pouvoir isolant. Il peut être utilisé à peu près pour tous types d'isolation, d'autant plus qu'il ne se tasse pas avec le temps, qu'il résiste aux insectes et est imputrescible. Il peut être conditionné en vrac, en rouleaux ou en panneaux, le liant étant de la fibre de polyester ou de la laine de mouton.

Mais c'est peut-être sous forme de béton chaux-chanvre qu'il est le plus intéressant. Pour obtenir le béton, on mélange la chènevotte à un liant qui peut être de la chaux. À partir d'une ossature bois, on peut ainsi coffrer du béton de chanvre avec beaucoup de souplesse dans les formes, et dans une unité qui empêche les ponts thermiques et garantit l'esthétique.

Le chanvre peut être décliné en briques, de 10, 15, 20 ou 30 cm, composées de copeaux de chanvre (la paille de chanvre) et de chaux. Sous cette forme, on peut ériger des murs ou des cloisons sans ossature. Les briques sont légères, perméables à la vapeur d'eau, et leur fabrication nécessite peu d'énergie, en dehors de la cuisson de la chaux.

Le chanvre est encore utilisable pour la construction de chapes isolantes. Dans ce cas, un mélange chaux-chanvre est coulé sur un hérisson de galets.

Monomurs terre cuite ou thermopierre

La brique monomur est un matériau de construction alvéolaire en terre cuite ou en thermopierre, dont le principal intérêt est d'être auto-isolant. Elle apporte à la fois de l'inertie, avec un déphasage supérieur à douze heures, et de l'isolation. La brique monomur se suffit à elle-même, elle n'a besoin que d'enduits intérieur et extérieur.

La terre cuite, utilisée depuis des millénaires, offre d'excellentes performances en termes de confort thermique, d'hygrométrie et de résistance, qui sont augmentées par les alvéoles placées à l'intérieur des briques. Le thermopierre est fait de chaux et de sable, et de milliers de bulles d'air emprisonnées. Il est très utilisé en Allemagne et aux Pays-Bas.

La brique monomur en terre cuite ne contient ni solvant ni liant ; elle ne libère aucun composé organique volatil. Elle ne présente pas de risques de moisissures, d'autant qu'elle absorbe cinq fois moins d'eau que d'autres types de murs.

Elle est de plus incombustible et ne dégage aucun gaz toxique en cas d'incendie.

Elle est enfin un matériau facilement utilisable. Les briques monomurs ont l'avantage de se poser « à joints minces » (c'est-à-dire avec des joints d'1 mm d'épaisseur contre 1 à 2 cm habituellement), ce qui limite les risques de ruptures d'isolation et de ponts thermiques. Les briques monomurs ont cependant un défaut : elles protègent peu au niveau acoustique.

La paille

Tombée en désuétude, la construction en paille revient en force, en raison des nouvelles contraintes environnementales et de l'amélioration des techniques. Il y aurait en France environ 5 000 habitations construites en paille, dont la plus ancienne, datant de 1921, est toujours habitée.

La technique dite Nebraska consiste à empiler les bottes de paille, sans ossature, celles-ci servant à la fois de murs porteurs et d'isolants. Seules quelques tiges de métal ou de bois sont plantées à la verticale pour fixer l'ensemble. Les murs en paille sont alors recouverts de chaux à l'extérieur et de terre à l'intérieur.

Plus utilisée de nos jours : la paille au milieu de l'ossature bois. Les bottes sont jointées avec de la paille en vrac ou un mortier léger, et protégées par un enduit à la chaux ou en terre crue. Une attention particulière doit être prêté à l'enduit extérieur afin d'éviter que l'eau entre en contact avec la paille. En Autriche, on entoure les bottes de paille de plaques de plâtre à l'intérieur, permettant une décoration, et de panneaux pare-pluie en fibres de bois à l'extérieur. Au Québec, le groupement GREB a mis au point une technique reposant sur des ballots de paille enchâssés dans une double ossature en bois.

Quelles que soient les techniques de construction adoptées, les qualités de la paille sont les mêmes :

- très faible coût de production et d'achat (2 € le ballot), la paille étant d'une certaine manière un déchet qu'il est intéressant de recycler ;

- facilité de la pose, encourageant l'auto-construction, ce qui diminue encore le coût ;

- grande capacité d'isolation de la paille compressée, thermique et phonique. C'est par l'enduit intérieur qu'on ajoutera l'inertie ;

- excellente circulation de l'air et de l'humidité à travers la paille ;

- contrairement à ce que l'on pourrait croire, la paille n'attire pas les rongeurs et résiste très bien au feu ;
- durabilité.

Le point le plus délicat la concernant est l'eau : il faut éviter tout contact entre la paille et l'eau, d'où le soin à apporter aux fondations, aux soubassements, à la jointure avec le toit et au revêtement extérieur.

Vitrages à faible émissivité

Je tiens à dire un mot enfin sur les vitrages et les volets. Car une maison, aussi bien conçue et isolée soit-elle, perdra beaucoup de son efficacité thermique si les vitrages ne sont pas à la hauteur des cloisons. La fuite de chaleur peut venir des huisseries - dont il faut surveiller l'évolution afin de repérer « le jeu » éventuel entre deux éléments - et bien entendu des vitres elles-mêmes.

Il faut savoir que le rayonnement qui atteint une vitre est réfléchi, transmis et absorbé, cela dans des proportions variables selon le type de vitrage. On peut privilégier l'une de ces qualités (réflexion, transmission, absorption), ou plutôt chercher un équilibre entre les trois. L'idéal serait de pouvoir modifier le vitrage selon les saisons, en choisissant un facteur solaire g élevé en hiver, bas en été (on appelle facteur solaire g la proportion de flux énergétique que le vitrage laisse passer). Comme cela est impossible, il convient de trouver le meilleur compromis.

Il y a déjà deux ou trois décennies, le double vitrage a apporté un progrès considérable (50 % des pertes évitées, disparition de la condensation et de la « paroi froide »). Il existe aujourd'hui des triples vitrages, mais c'est plutôt la « faible émissivité » qui nous paraît la solution à privilégier.

C'est parce que la face intérieure du verre extérieur (celle jouxtant la lame d'air) est recouverte d'une très fine couche d'oxydes métalliques (or, argent, bismuth) que ces vitrages dits à « faible émissivité » empêchent les rayonnements infrarouges de repartir de l'intérieur de la maison vers l'extérieur. Concrètement, ils piègent la chaleur. Cette couche est plus ou moins tendre, selon la recherche d'équilibre évoquée au-dessus (on peut privilégier soit l'entrée du soleil, soit l'emprisonnement de la chaleur).

En termes d'isolation, ces doubles vitrages peu émissifs apportent un bénéfice de 60 % par rapport à un double vitrage classique, et plus important encore si l'air entre les deux

verres est un gaz rare comme l'argon, le krypton ou le xénon (a fortiori si l'on a un triple vitrage).

Volets roulants

Si l'on veut parfaire le travail effectué au niveau des ouvertures, on prévoira un système de volets roulants automatisés avec capteur d'ensoleillement et horloge programmable. Grâce à ces deux boîtiers combinés, les volets monteront ou descendront en fonction de la lumière et de la chaleur venant de l'extérieur. Les jours de forte chaleur en été, les volets seront descendus mais positionnés avec des lames ajourées pour laisser passer la lumière. L'économie de chauffage peut atteindre 10 %. Et l'économie d'une climatisation peut être faite.

Troisième partie : Pourquoi l'éco-habitat ?

I - Des habitats en cours de responsabilisation

La prise de conscience

- Liée au prix

Le chauffage central et le règlement des factures à EDF ou à GDF nous ont habitués à une certaine insouciance : s'il fait froid dehors, on tourne un bouton, s'il fait chaud on le tourne dans l'autre sens. C'est simple. Et pas cher.

Pas cher ? Ce n'est plus vrai. La France importe plus de 97 % du gaz qu'elle consomme et le prix de ce gaz, indexé sur celui du pétrole, ne cesse de croître. Le prix des combustibles fossiles a augmenté 4,2 % par an entre 1996 et 2006 : 2,1 % par an pour le gaz, 5,2 % pour le fioul domestique (ADEME, Stratégie et Études, 3 avril 2008). Il est logique alors que le fournisseur - GDF-Suez dans la plupart des cas - répercute cette hausse sur ses clients. Même si une baisse conjoncturelle a été consentie en 2009, tout laisse penser que ces prix, même lissés et encadrés par le gouvernement, vont continuer à grimper, et fortement. Les raisons principales en sont : l'accroissement de la demande lié au développement et à la démographie, les tensions politiques, et, à moyen terme, l'épuisement des gisements.

La France se vante de produire, grâce à ses réacteurs nucléaires, plus d'électricité qu'elle n'en consomme. Il n'empêche que cette production n'évite pas la dépendance, qui atteint 50 % de sa consommation énergétique, d'autant que 80 % des logements neufs aujourd'hui sont équipés de chauffage électrique. L'électricité importée des pays voisins, notamment lors des pics de consommation en hiver, est issue de centrales à énergies fossiles. L'électricité en France n'évite donc pas la production de gaz à effet de serre et elle coûte cher. Si l'on a pu constater une légère baisse du prix de l'électricité ces dernières années, des augmentations prochaines et fortes sont inévitables, ne serait-ce que pour couvrir les investissements indispensables à la rénovation du parc vieillissant d'EDF.

Au total, ce sont le chauffage et l'eau chaude qui provoquent la plupart des dépenses liées à l'énergie. Selon l'Observatoire de l'Énergie, la part du chauffage serait même passée de 75 % en 1985 à 85 % en 2006. Soit l'isolation a

encore des progrès à faire, soit le prix de l'énergie a beaucoup augmenté, soit l'on se chauffe plus qu'avant. En fait, les trois sont vrais !

Selon le service Observation et Statistiques du ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement durable, le poids des charges financières liées au logement est passé en France de 7,7 % en 1978 à 11,4 % en 2006. Il s'agit là d'une moyenne englobant tous les ménages, donc ceux qui sont déjà propriétaires. Si l'on observe seulement les ménages locataires ou accédant à la propriété, les chiffres sont respectivement de 10 et 19 %. L'INSEE avance, lui, le chiffre de 25 % des dépenses consacrées au logement.

Ce sont les foyers les plus modestes qui payent le tribut le plus lourd, d'autant qu'ils occupent souvent des logements mal isolés ou dégradés : la part des dépenses énergétiques dans leur revenu est passée de 10 à 15 % entre 2001 et 2006. Le taux d'effort a donc augmenté de manière significative, malgré les aides publiques accordées à certaines catégories de la population et dans certaines conditions.

Beaucoup de Français ont du mal à supporter l'augmentation des factures énergétiques (en 2006, 40 % des Français se chauffaient au gaz, 28 % à l'électricité, 20 % au fioul. La part de l'électricité a progressé depuis, pour atteindre près de 40 %). Aussi, nombreux sont ceux qui peuvent encore honorer leurs échéances auprès des fournisseurs, mais qui ne le veulent plus. Qui trouvent dommage ou révoltant de consacrer des sommes toujours plus importantes à ce qui part en fumée.

- Liée à l'environnement

Le prix n'est pas la seule cause de mécontentement contre les énergies traditionnelles. Il semble que les Français se soucient désormais des conséquences de leurs rejets dans l'atmosphère (et dans la terre). Il y a certes de grands pas à accomplir avant une prise de conscience généralisée et de plus grands encore pour que les intentions se traduisent en actes. Mais après des années de passivité, les esprits bougent, et vite.

Les grands rassemblements internationaux que nous avons évoqués ont eu leur influence : Rio, Kyoto, Copenhague...

Non négligeable fut également l'influence de trois figures médiatiques converties à l'écologisme, qui ont chacune utilisé la télévision et le cinéma pour alerter l'opinion : l'ancien vice-président américain Al Gore, prix Nobel de la Paix avec le GIEC en 2007 (film : Une vérité qui dérange, 2006), Yann Arthus-Bertrand, photographe, auteur de La Terre vue du ciel (film : Home, 2009), et Nicolas Hulot,

réalisateur des émissions Ushuaïa (film : Le syndrome Titanic, 2009).

Les discours des responsables politiques et la mobilisation au sommet de l'État commencent à porter leurs fruits. Ainsi, selon une enquête réalisée début octobre 2008 par TNS-Sofres, concernant le regard des Français sur le Grenelle de l'Environnement, 70 % des Français jugent positives les mesures prises dans le cadre de cette procédure. 73 % pensent que le Grenelle a contribué de manière importante à faire prendre conscience aux Français des problèmes environnementaux et 66 % pensent qu'il les a incités à faire des efforts dans leur vie quotidienne pour protéger l'environnement.

L'énergie et l'habitat sont les deux domaines dans lesquels les mesures prises sont jugées les plus importantes (devant la biodiversité, le transport, et l'émergence d'un mode de consommation durable). Ainsi :

- développer les énergies renouvelables est jugé important ou prioritaire par 94 % des Français ;
- promouvoir les économies d'énergie est jugé important ou prioritaire par 96 % des Français ;
- mettre en place un plan d'isolation et de réduction de la consommation d'énergie des logements sociaux est jugé important ou prioritaire par 89 % des Français ;
- créer un éco-prêt à taux zéro (dont les intérêts seront pris en charge par l'État) pour les travaux de rénovation thermique de l'habitat est jugé important ou prioritaire par 86 % des Français.

Selon l'ADEME (revue ADEME et vous, janvier 2009), la prise de conscience de la responsabilité du chauffage des bâtiments dans l'aggravation de l'effet de serre est passée de 39 % en 2000 à 75 % en 2008.

On le voit : en quelques années, les consciences ont considérablement évolué. Dix ans après le début du XXI^e siècle, les Français sont prêts pour l'éco-habitat. Il faut dire qu'ils n'ont plus le choix : les prochaines décennies seront écologiques. Ou alors le XXII^e siècle ne sera pas.

L'habitat, un endroit où agir

Indispensable à la vie, source de sécurité et de tranquillité, le logement protège l'être humain. Il est sa troisième peau, après l'épiderme et les vêtements. Il est aussi le lieu dans lequel peuvent exister le couple et la famille. Sécurité, tranquillité, famille : ces valeurs sont plus plébiscitées que jamais par les Français. L'allongement

de la durée de vie et la réduction du temps de travail n'ont fait que conforter l'intérêt pour la maison, où l'on passe de plus en plus de temps. Surtout maintenant qu'elle est équipée de l'internet haut débit et d'un home cinéma. Selon le Conservatoire du Consom'acteur Altavia Opinion Way, 80 % des Français considèrent leur logement comme un véritable havre de paix.

Cette maisonmania est en hausse. En 2002, l'Observatoire Cetelem annonçait que 63 % des Français accordaient beaucoup d'importance à leur maison (contre 59 % au travail et 48 % aux loisirs). Près de trois Français sur quatre voyaient dans la maison la matérialisation de la réussite familiale, et 63 % admettaient que s'occuper de leur intérieur était une source d'épanouissement.

La maison individuelle reste le rêve des quatre cinquièmes des Français. Selon un sondage IPSOS de 2007, 80 % des seniors préretraités préfèrent la maison à l'appartement, ce chiffre tombant à 60 % chez les plus de 70 ans, en raison de la perte de mobilité dans le grand âge.

Lorsque le rêve est devenu réalité et qu'on habite la maison que l'on voulait, ou qui y ressemble, on souhaite s'investir. Pour la construction parfois, pour l'aménagement et la décoration toujours, pour le jardin, l'entretien... Et, depuis peu, pour la rendre plus écologique : 63 % des Français comptent multiplier leurs « éco-gestes » et 93 % se disent intéressés par l'éco-prêt pour financer des travaux d'économie d'énergie à taux zéro (selon l'étude menée par le Conservatoire du Consom'acteur Altavia OpinionWay).

Le sociologue Gérard Mermet décrit ainsi le logement de demain : un « techno-logis » (équipé de toutes les technologies de l'information et de la communication), un « éco-logis » (à haute qualité environnementale) et un « ego-logis » (conçu pour permettre et optimiser le développement personnel).

L'acquisition et l'aménagement d'un logement constituent souvent le projet de toute une vie. C'est de plus en plus tôt que l'on pense à s'installer dans sa maison. Il est frappant de noter les propos de jeunes couples aujourd'hui : avant 30 ans, parfois dès 20 ans, ils pensent à emprunter pour être propriétaires.

Les facilités de crédit, du moins jusqu'à l'automne 2008, ne sont pas seules responsables de cet engouement. Il y a bien là une tendance, dont on peut peut-être chercher l'origine dans le nomadisme et la mondialisation qui, ayant supprimé les repères ancestraux, ont entraîné un besoin de refuge que la maison individuelle, ou plutôt familiale, incarnerait. Plus vite on sera propriétaire, plus vite on

sera protégé contre les turbulences de l'existence, que l'on redoute plutôt fortes. La pierre comme placement financier, la maison comme objet principal de transmission, demeurent des sources de motivation, mais elles n'expliquent pas seules l'accroissement du désir de propriété ces dernières années.

Lorsqu'on ne peut pas construire, par manque d'argent ou d'espace disponible dans la région convoitée, la tendance est grande, après une acquisition, de « casser », autrement dit d'abattre certains murs et cloisons pour agrandir, rendre plus fonctionnel, ou tout simplement personnaliser. On veut marquer son empreinte, faire siennes ces pierres anciennes. Cette tentation est elle aussi un symptôme de cette course à la maison.

Émissions télévisées, journaux spécialisés, sites internet, nombreux sont les supports et les médias à accompagner, ou à entretenir la tendance.

Cette identification à la maison est-elle regrettable ? Force est de constater qu'elle touche toutes les catégories sociales, et même tous les pays. Rares sont celles et ceux qui choisissent de déménager souvent et qui privilégient la location alors qu'ils pourraient devenir propriétaires.

Opter pour l'éco-habitat, c'est mettre en accord ses options philosophiques et son comportement. C'est limiter sa consommation, sa dépendance et sa pollution, retrouver une certaine autonomie, pour ne pas dire une certaine autarcie, du moins dans les climats tempérés ; le chauffage par l'électricité ou l'énergie fossile étant utilisé comme appoint, non pas de manière permanente.

L'individualisation du logement

La maison individuelle est un marché qui s'est accéléré depuis une vingtaine d'années, observe Christian Louis-Victor, président de l'UNCFMI (Union Nationale des Constructeurs de Maisons Individuelles). Nous avons atterri sur la cime des arbres, à un niveau important et remarquable. Selon lui, les prix élevés n'empêchaient pas une demande soutenue.

Ces propos datent de 2006. Le ralentissement a été net en 2008 et 2009. Les mises en chantier de logements neufs ont chuté de 15,7 % en 2008. 406 000 logements ont été autorisés à construire en France entre octobre 2008 et septembre 2009, soit -17,6 % par rapport aux douze mois précédents (selon le service Observation et Statistiques du ministère de l'Écologie). L'individuel groupé reste stable, mais l'individuel pur baisse beaucoup : -18,8 %.

Autre statistique importante : l'écart entre le nombre de logements collectifs et celui de logements individuels augmente. Le phénomène de l'individualisation du logement est réel. Sur les 32,8 millions de logements recensés en France en 2008, 14,2 millions sont collectifs et 18,6 millions individuels. 84 % sont des résidences principales, 10 % des logements secondaires et 6 % des logements vacants.

Habiter dans un logement individuel, ou envisager ou rêver d'y habiter, c'est prendre en main son mode de vie, c'est ne plus se contenter d'occuper un lieu mais être acteur voire créateur en ce lieu. C'est rechercher l'harmonie avec ce qui nous entoure, faire que l'enveloppe (le toit et les murs) soit un intermédiaire efficace et positif entre l'extérieur et l'intérieur.

Le ralentissement du marché de la construction depuis 2008 peut donc être une incitation plus qu'un frein au développement de l'éco-habitat. Puisque la crise oblige à des reports, à des révisions, à des annulations, autant en profiter pour changer la conception même de son projet et se lancer dans une démarche écologique.

Diviser par quatre les émissions de CO₂ d'ici à 2050, selon l'engagement pris par la France et rappelé dans la loi énergie de 2005, implique, compte tenu de l'augmentation prévisible du parc de bâtiments, une division par six des émissions de CO₂ au mètre carré. Ce qui veut dire qu'il faut parvenir à une consommation annuelle de moins de 50 kWh/m², dont 35 kWh pour le chauffage, la climatisation et l'eau chaude.

La compétitivité de l'éco-habitat

Certes, l'ADEME a noté que le coût des équipements pour les énergies renouvelables était encore jugé dissuasif en 2008. Mais le mot « jugé » montre qu'il s'agit d'une impression, qui ne correspond pas forcément à la réalité.

Une maison en dur coûte plus cher qu'une cabane. Néanmoins, nous n'habitons plus dans des cabanes. Parce que la maison en dur est supérieure à la cabane en termes de bien-être et de préservation de la vie. La maison écologique est supérieure à la maison énergivore en termes de bien-être et de préservation de la vie. Elle va donc s'imposer et devenir le standard, quand bien même elle coûterait plus cher à la construction.

Nous écrivons cette dernière phrase au conditionnel car cette affirmation - du coût supérieur d'une maison écologique par rapport à celui d'une maison traditionnelle - est moins vraie chaque année, si jamais elle l'a été un jour. Pour

Pierre-Gilles Bellin, président de la Fondation Arca Minore, bâtir écolo revient même 15 à 20 % moins cher que bâtir classique.

De surcroît, nous nous sommes aperçus que, dans la majorité des cas, les ménages qui décident la construction de leur maison ont un budget qu'ils ne peuvent ou ne veulent pas dépasser. À nous, bureaux d'études, architectes, constructeurs, artisans, d'en tenir compte, quel que soit le type d'habitation envisagé.

Autre constat sur le comportement des ménages : le passage à l'éco-habitat résulte d'une décision mûrement réfléchie, d'un choix de vie qui prime sur les considérations financières. En clair, l'éco-habitant préfère réduire la surface projetée ou limiter le décor intérieur plutôt que de se rabattre sur un logement traditionnel.

La construction est une chose, la consommation en est une autre. Dans ce domaine, la différence est énorme puisqu'un logement bioclimatique vise précisément à réduire à presque rien la consommation d'énergie traditionnelle (c'est-à-dire payante et polluante).

Le coût de l'énergie est particulièrement fort en dehors des grandes villes, où les maisons individuelles sont plus nombreuses, tandis que la densité des transports et des habitants est moindre que dans une métropole. L'ADEME estime ainsi que les Parisiens ont une facture énergétique inférieure de 44 % à celle des habitants d'une commune rurale (alors que leurs revenus sont plus élevés).

Preuve, si besoin était, de la compétitivité de l'éco-habitat : en 2008, pour la première fois, la réduction de la facture énergétique est arrivée avant la recherche de confort dans les raisons qui motivent les travaux entrepris dans les logements. Selon l'ADEME (Études et Statistiques, janvier 2009), 12 % des ménages ont réalisé dans leur logement des travaux liés à la maîtrise de l'énergie. Et les sommes consacrées à ces travaux ont augmenté (de 3 206 € en 2005 à 4 236 € en 2007).

II – Des aides financières significatives

La prise de conscience est une chose. Indispensable. Mais elle n'aboutirait qu'à des vœux pieux si elle n'était accompagnée d'incitations financières d'une part, de dispositions réglementaires d'autre part.

Depuis 2005, la France semble vouloir rattraper son retard. Adoption de textes, création d'un grand ministère de l'Écologie avec de nombreuses attributions, Grenelle de l'Environnement, mise en avant politique et médiatique, les signes sont là, tangibles et concrets.

Parmi ces signes, ceux qui touchent aux finances sont peut-être les plus significatifs. Essayons de voir ce qu'ils sont et ce qu'ils concernent.

L'éco-prêt à taux zéro (PTZ)

Instauré par le Grenelle de l'Environnement, ce prêt est doté d'un montant maximal de 30 000 € par logement en vue de financer un « bouquet de travaux » lié à l'amélioration de la performance énergétique. Si la consommation énergétique du logement avant travaux était de 180 kWh/m²/an, elle devra être inférieure à 150 kWh/m²/an après travaux ; si la consommation était inférieure à 180 kWh/m²/an, elle devra être inférieure à 80 kWh/m²/an après travaux.

En novembre 2009, ce PTZ a été majoré de 20 000 € pour les logements neufs justifiant du label « Bâtiment basse consommation énergétique BBC 2005 », ce label constituant le plus haut des cinq niveaux que comporte le label « Haute performance énergétique ».

Le « bouquet de travaux », ce sont au moins deux des améliorations suivantes (après étude thermique du logement) :

- isolation performante de la toiture ;
- isolation performante des murs donnant sur l'extérieur ;
- isolation performante des fenêtres et portes donnant sur l'extérieur ;
- installation ou remplacement d'un chauffage ou d'une production d'eau chaude sanitaire ;
- installation d'un chauffage utilisant les énergies renouvelables ;
- installation d'une production d'eau chaude sanitaire utilisant les énergies renouvelables.

Le montant maximal du prêt sera de 20 000 € pour deux travaux, de 30 000 € pour trois travaux ou plus. La durée peut aller jusqu'à quinze ans. Le logement doit avoir été construit avant le 1^{er} janvier 1990, l'emprunteur doit être

propriétaire ou copropriétaire. L'éco-prêt est compatible avec les aides de l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat et des collectivités locales, ainsi qu'avec le crédit d'impôt (à condition que le revenu fiscal du foyer n'excède pas 45 000 €).

Le Prêt à l'Accession Sociale (PAS)

C'est un prêt immobilier garanti par l'État, dépendant des ressources des ménages. Son taux est inférieur de 0,6 point au taux des prêts conventionnés. Sa durée peut monter jusqu'à trente-cinq ans et il peut couvrir 100 % de l'opération.

Il est attribué pour la construction ou des travaux, notamment d'économie d'énergie, dans des bâtiments existants au 1^{er} juillet 1981, pour un montant d'au moins 4 000 € TTC.

Le PAS peut être complété par d'autres prêts, une subvention et un crédit. Il ouvre droit à l'Aide Personnalisée au Logement (APL).

Les prêts spécifiques des banques

Ce sont des prêts spécifiques économie d'énergie que doivent consentir les banques dans le cadre du dispositif lié au Livret de Développement Durable, pour financer les travaux d'amélioration de la performance énergétique des logements.

Ils couvrent tous les frais, concernent les résidences principales et secondaires, les propriétaires et les copropriétaires.

Les autres prêts

- 1 % logement

Le 1 % logement est financé par un prélèvement sur les salaires dans les entreprises de plus de dix salariés. C'est en fait 0,45 % de la masse salariale de ces entreprises (plus de 200 000) qui est consacré au financement de prêts à leurs salariés.

Le montant de ces prêts peut varier entre 6 400 et 17 600 €. Ils couvrent au maximum la moitié du coût de l'opération et sont remboursables sur une durée de cinq à quinze ans.

Ces prêts concernent les travaux liés à l'achat d'un logement de plus de vingt ans, les travaux achevés dans les deux ans qui suivent l'achat, les travaux de mise en conformité avec les normes minimales d'habitabilité, parmi lesquels les travaux permettant de réaliser des économies d'énergie.

À noter qu'aucun remboursement anticipé ne peut être demandé, même en cas de départ de l'entreprise.

- le prêt à l'amélioration de l'habitat

Il est consenti par la Caisse d'Allocations Familiales à ses allocataires pour des travaux d'amélioration et d'isolation thermique. Il peut couvrir 80 % d'un coût de travaux plafonné à 1 067,14 €. Son taux est de 1 % et il a une durée de trois ans.

- les prêts conventionnés

Ils sont accordés par les banques qui ont conclu une convention avec l'État, sans condition de ressources, pour des travaux d'économie d'énergie et d'isolation thermique. Ils ouvrent droit à l'APL.

Le crédit d'impôt

Créé par la loi de finances 2005, il a été renforcé en 2006 et en 2009. Il permet de déduire de l'impôt sur le revenu une partie des dépenses effectuées pour des travaux d'économie d'énergie dans la résidence principale. À noter que si le crédit d'impôt ainsi obtenu est supérieur au montant de l'impôt (ou qu'il est obtenu par des ménages non soumis à l'impôt sur le revenu), l'excédent est remboursé.

Le crédit d'impôt est une des mesures parmi celles adoptées en vue d'atteindre l'objectif de diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre avant 2050. Il concerne les équipements les plus performants au plan énergétique, notamment ceux utilisant des énergies renouvelables :

- les équipements de chauffage (chaudières à condensation) ;
- les matériaux d'isolation, y compris les vitrages et les volets isolants ;
- les appareils de régulation de chauffage (thermostat et robinet thermostatique) ;
- les équipements utilisant des énergies renouvelables (ex : les appareils de chauffage au bois) ;
- les pompes à chaleur dont la finalité essentielle est la production de chaleur (hors PAC air-air) ;
- les équipements de raccordement à certains réseaux de chaleur alimentés par des énergies renouvelables ou des installations de cogénération ;
- les équipements de traitement et de récupération des eaux pluviales.

Depuis janvier 2009, pour les constructions labellisées BBC (Bâtiment Basse Consommation), les déductions des intérêts d'emprunt sont de 40 % sur sept ans.

La TVA à taux réduit

Elle s'applique jusqu'à la fin de l'année 2010 aux travaux d'entretien et de rénovation de bâtiments, quel que soit le statut de l'occupant. Certains équipements peuvent être concernés aussi, à condition que le spécialiste facture lui-même les équipements qu'il pose. Le taux est donc de 5,5 % au lieu de 19,6 % ; il descend même à 2,1 dans les départements d'outre-mer.

Les aides de l'ANAH

Il est logique que l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat apporte sa contribution à la promotion des économies d'énergie. Elle le fait sous forme de subventions versées aux propriétaires vivant dans leur logement (achevé depuis plus de quinze ans) qui entreprennent des travaux pour améliorer l'habitat (sécurité, confort, salubrité, équipement), l'accessibilité à cet habitat, économiser l'eau, l'énergie, ou renforcer l'isolation acoustique.

Les aides de l'ADEME

Si l'ADEME, autrement dit l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, a surtout un rôle d'information et de conseil, elle participe également au financement de projets dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

Au total, le budget d'intervention de l'ADEME a été en 2009 de 557 millions d'euros. L'ADEME soutient notamment la réalisation de bâtiments à basse consommation dans le cadre du programme PREBAT.

Le PREBAT

Le Programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT) a été signé le 25 avril 2006. Il a pour but de contribuer à la baisse de la consommation d'énergie en développant les travaux de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment. Il prévoit de mobiliser des financements à hauteur de 62 millions d'euros.

Il agit en soutenant des projets novateurs allant bien au-delà des exigences minimales en termes de consommation d'énergie (moins de 50 kWh/m²/an). Ces soutiens peuvent être attribués dès la phase de conception afin d'orienter les opérations vers une performance énergétique élevée. Le PREBAT intervient aussi bien sur les bâtiments neufs que dans le cadre de réhabilitations.

Les aides des collectivités locales

Sans y être obligées, les collectivités territoriales - communes, départements, régions - participent elles aussi à l'effort général en faveur de l'éco-habitat. Elles accordent ainsi des subventions, qui portent généralement sur la main-d'œuvre, pour favoriser l'utilisation des énergies renouvelables. La demande doit être déposée avant le début des travaux envisagés.

Certaines accordent aussi des réductions de taxe foncière après la réalisation de travaux visant à économiser l'énergie.

La taxe carbone

On l'appelle aussi « contribution climat-énergie ». Elle vise à faire payer les pollueurs en fonction de leurs émissions de dioxyde de carbone, gaz à effet de serre. La répercussion de la taxe augmentant le prix des produits concernés, elle favorise ceux dont la fabrication ou l'utilisation est moins polluante.

Déjà adoptée par certains pays, elle a été fixée en France à 17 € par tonne de CO₂. Elle devrait concerner 70 % des émissions du pays et permettre de collecter 4,3 milliards d'euros. Le gouvernement a promis de redistribuer cette taxe aux ménages, soit sous forme de réduction d'impôt soit sous forme de « chèque vert » pour les ménages non imposables. Mais début 2010, rien n'était encore définitivement arrêté.

Ainsi, un certain nombre de mesures existent, susceptibles d'inciter ceux qui hésitent à franchir le pas. Certaines sont effectives, d'autres en cours de concrétisation. Sans doute vont-elles se préciser, se renforcer et se multiplier au cours des prochains mois. Mais le mouvement est en route : on favorise les économies d'énergie, on décourage les activités polluantes et énergivores.

III – Des mesures contraignantes

La carotte et le bâton. La carotte, ce sont les incitations financières que nous venons de passer en revue ; le bâton, manié avec douceur au demeurant, ce sont un certain nombre de dispositions réglementaires obligeant les propriétaires ou les constructeurs à prendre en compte la dépense en énergie, afin de la minimiser par la suite.

Le Diagnostic de Performance Énergétique

Depuis le 1^{er} novembre 2006, tout acte de vente d'un bâtiment doit inclure un Diagnostic de Performance Énergétique qui s'ajoute aux documents concernant les termites, le plomb, l'amiante, les risques naturels et technologiques, les installations intérieures de gaz et d'électricité. Ce DPE, qui doit être effectué par un professionnel certifié, permet d'estimer la consommation d'énergie du bâtiment concerné et les gaz à effet de serre qu'il rejette (double étiquette).

Le coût d'un DPE varie de 100 à 250 €. Il est réglé par le vendeur lors d'une vente, par le maître d'ouvrage lors d'une construction, par le propriétaire bailleur lors d'une location.

À l'issue du DPE, est désormais délivrée une « étiquette énergie » affichant la performance du bâtiment (A et B : performants, C et D : standard, E, F, G : énergivores).

À noter que, depuis 2006, d'autres mesures ont été prises visant à renforcer l'amélioration énergétique dans les bâtiments publics ou de surface importante. Par exemple, des objectifs de performance énergétique sont désormais fixés dans le cadre de travaux lourds de rénovation thermique.

Les Certificats d'Économie d'Énergie

Ce dispositif a été mis en place pour une première période de trois ans entre le 1^{er} juillet 2006 et le 30 juin 2009. Il oblige les fournisseurs d'énergie (EDF, GDF...) à obtenir de leurs clients des baisses de consommation d'énergie. En contrepartie d'investissements faits par le consommateur grâce aux encouragements du fournisseur, celui-ci reçoit des certificats d'économie d'énergie (CEE ou certificats blancs) calculés en kWh.

Un effort global national est calculé, puis réparti entre les fournisseurs. Celui qui n'atteint pas son objectif est passible d'une pénalité dont le montant ne pourra excéder 2

centimes d'euro par kWh. La manière de convaincre les clients est laissée à la libre appréciation des vendeurs d'énergie.

Par exemple, l'installation d'une chaudière à condensation vaut 3 certificats, d'un robinet thermostatique 0,5, l'isolation d'un grenier vaut 2, un diagnostic chez un particulier vaut 1... On comprend mieux l'insistance des fournisseurs à proposer des diagnostics...

L'unité de mesure est le térawattheure d'énergie finale cumulée et actualisée. Pour ces trois premières années, c'est 54 TWh cumac (0,2 % de la consommation nationale) qui devaient avoir été économisés. Au 29 février 2008, selon l'ADEME, 220 certificats avaient été délivrés à 58 bénéficiaires, pour un volume de 14 TWh cumac, soit 26 % de l'objectif final. Ces économies ont concerné à 95,4 % le secteur résidentiel, via surtout les économies de chauffage (74,8 %) et l'isolation (19,8 %). Finalement, l'objectif de cette première période triennale a été dépassé, puisque des CEE ont été délivrés pour plus de 60 TWh cumac.

La suppression des ampoules à incandescence

Moins ambitieuse peut-être, mais beaucoup plus facile à mettre en œuvre et à mesurer, la suppression des ampoules à incandescence. Par convention entre le ministère de l'Écologie, la Fédération des entreprises du Commerce et de Distribution, la Fédération des Magasins de Bricolage, Recyclum, EDF et l'ADEME, les objectifs suivants ont été arrêtés :

- en 2010, la part de marché des lampes basse consommation doit être multipliée par 3 ;
- les consommations énergétiques des lampes vendues en 2010 doivent être divisées par 2 par rapport à 2007 ;
- les ampoules à incandescence seront progressivement retirées de la vente des magasins de grande distribution selon le calendrier suivant :
 - 30 juin 2009 : retrait des ampoules à incandescence ≥ 100 W,
 - 31 décembre 2009 : retrait des ampoules à incandescence ≥ 75 W,
 - 30 juin 2010 : retrait des ampoules à incandescence ≥ 60 W,
 - 31 août 2011 : retrait des ampoules à incandescence ≥ 40 W,
 - 31 décembre 2012 : retrait des ampoules à incandescence ≥ 25 W.

Le calendrier sera même accéléré pour les enseignes de bricolage.

La Réglementation Thermique 2005

La RT 2005 est un ensemble de règles obligatoires (décrets et arrêtés) à respecter lors de la construction des bâtiments afin de réduire leur consommation en énergie. Elle fait suite à la RT 2000 et précède la future RT 2012. Son but : parvenir à une amélioration énergétique des constructions neuves d'au moins 15 %, avec un objectif de progrès tous les cinq ans aboutissant à une réduction de 40 % en 2020.

Elle est applicable à toutes les constructions neuves dont le permis a été déposé après le 1^{er} septembre 2006. Elle fixe des niveaux de performance à atteindre et des limites de consommation énergétique de référence (appelées Cepréf) à ne pas dépasser, en prenant en compte les équipements les plus performants, ainsi que les meilleures orientations et configurations possible.

Ainsi, Les exigences sont renforcées :

- pour ce qui est de l'isolation thermique, de l'ordre de 10 % sur les déperditions par les parois et les baies et de l'ordre de 20 % sur les déperditions par les ponts thermiques ;

- la référence des chaudières à combustibles fossiles devient la chaudière basse température et celle du chauffage électrique devient le panneau rayonnant ;

- une meilleure isolation des réseaux de distribution et un gain énergétique plus important sur les déperditions de ventilation sont demandés ;

- une référence particulière a été introduite pour les pompes à chaleur ainsi que pour les équipements de refroidissement.

La RT 2005 s'attache également à permettre le calcul et la valorisation des outils de la construction bioclimatique, améliore la prise en compte des énergies renouvelables, et stipule qu'un bâtiment climatisé n'aura pas le droit de consommer plus qu'un bâtiment identique non climatisé.

Les limitations sont les mêmes pour l'habitat individuel et l'habitat collectif, elles sont fixées en fonction des zones climatiques et des énergies utilisées.

À partir de 2012, aucun permis de construire ne sera accordé pour une construction nécessitant une consommation d'énergie de plus de 50 kWh/m²/an.

Le label Haute Performance Énergétique

Le label HPE comporte cinq niveaux, qui répondent à des exigences supérieures à celles de la RT 2005.

Le premier niveau - HPE 2005 ou Haute Performance Énergétique - est atteint lorsqu'un bâtiment alimenté en

énergie traditionnelle a une consommation inférieure d'au moins 10 % à la consommation conventionnelle de référence RT 2005.

Pour obtenir le deuxième niveau - THPE 2005 ou Très Haute Performance Énergétique -, la consommation doit être inférieure d'au moins 20 %.

Pour le troisième niveau - HPE EnR 2005 ou Haute Performance Énergétique Énergies Renouvelables -, les exigences du premier doivent être respectées, et la part de la consommation de chauffage produite par énergie renouvelable (biomasse, réseau de chaleur alimenté par des énergies renouvelables) doit être supérieure à 50 ou 60 % (selon le mode de production d'énergie renouvelable).

Pour le quatrième niveau - THPE EnR 2005 ou Très Haute Performance Énergétique Énergies Renouvelables et pompes à chaleur -, la part des énergies renouvelables est la même, mais la réduction totale de consommation doit être d'au moins 30 %. Un arrêté définit plus particulièrement les critères pour les bâtiments équipés d'une pompe à chaleur.

Le cinquième niveau - BBC 2005 ou Bâtiment Basse Consommation énergétique - est atteint lorsque la consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment d'habitation est comprise entre 40 et 75 kWh/m²/an, en fonction de la zone climatique et de l'altitude. Avec ce niveau, équivalent aux labels suisse Minergie et allemand Passivhaus, la France tente de rattraper son retard par rapport à ses voisins européens.

Ces labels sont délivrés à la demande du maître d'ouvrage par des organismes accrédités, et à des bâtiments certifiés sur plusieurs points : la sécurité, la durabilité, les conditions d'exploitation des installations de chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, la climatisation et l'éclairage, ou sur la qualité globale.

Le label BBC Effinergie

C'est l'arrêté du 8 mai 2007 qui a fixé les modalités de ce label « BBC Effinergie » (BBC pour Bâtiment Basse Consommation), qui anticipe les exigences qui seront déterminées dans la future RT 2012.

La disposition principale du label est, pour une maison neuve, une consommation de 50 kWh/m²/an d'énergie primaire (modulé en fonction du climat de chaque région), prenant en compte le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires de chauffage et de ventilation, l'éclairage et la climatisation. Le chiffre monte à 80 kWh/m²/an pour une rénovation. La production d'énergie du bâtiment

(photovoltaïque ou éolien par exemple) peut être déduite de la consommation, à concurrence de 12 kWh/m²/an.

Le label exige de plus un débit de fuite d'air maximum de 0,8 m³/h/m². Et le DPE doit atteindre la classe A.

En février 2009, 7 000 logements neufs avaient bénéficié de ce label. Effinergie, en liaison avec la Direction de l'Habitat du ministère du Logement et l'ADEME, a mis en place un observatoire afin d'identifier les bonnes solutions et les pistes d'amélioration.

La Haute Qualité Environnementale

La HQE n'est pas un label mais une marque commerciale de l'association du même nom. Elle vise à améliorer la conception et la rénovation des bâtiments en élargissant à d'autres domaines les exigences de la Haute Performance Énergétique.

La HQE définit quatorze cibles (chantier à faible impact environnemental, gestion de l'énergie, gestion de l'eau, confort acoustique...). Si un bâtiment va au-delà de ce que demande la loi pour sept cibles sur quatorze, et s'il vise la performance maximale pour trois cibles dites prioritaires, il pourra être certifié HQE.

Il semble cependant que les critères soient susceptibles de modifications et que chaque projet soit étudié au cas par cas. On parle de HQE pour des bâtiments publics - lycées, immeubles de bureaux - mais aussi pour certains lotissements ou quartiers, à l'étranger plus qu'en France. Dans notre pays, il est à noter que la Commission Attali a proposé la création dès 2012 d'au moins dix « Ecopolis » HQE.

IV – Une information accessible à tous

Nous avons souligné plus haut le rôle des médias et des prises de paroles des responsables politiques dans la sensibilisation du public. Pour que ces discours qui ont pu frapper l'opinion ne soient pas des coups d'épée dans l'eau et l'amènent à changer de manière concrète son comportement, il est nécessaire que toutes les informations concernant l'éco-habitat puissent être relayées au plus près des quelque 65 millions de Français. Il est nécessaire également que les professionnels, ou futurs professionnels, puissent avoir accès aux formations indispensables.

Le rôle de l'ADEME

L'ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, est le bras armé du gouvernement pour la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Elle comptait 833 salariés (équivalent temps plein) en 2008. Placée sous la double tutelle du ministère de l'Écologie et du ministère de la Recherche, elle agit auprès de tous les acteurs potentiels : entreprises, collectivités, administrations, instituts de recherche, et bien sûr particuliers. Elle agit au moyen de campagnes de sensibilisation, de diffusion de l'information et de conseils de proximité (elle accorde aussi des financements, nous l'avons dit).

Maîtrise de l'énergie et changement climatique, réduction des déchets ménagers, énergie solaire sont quelques-uns des thèmes développés lors des campagnes de l'agence. L'information concerne les grands enjeux climatiques et économiques, les précisions techniques en matière d'habitat, les équipements et les aides financières.

Depuis 2001, en lien avec les collectivités locales, l'ADEME a créé un réseau de conseils et d'informations aux particuliers à travers 180 « Espaces Info Énergie », forts de 300 agents proposant des conseils indépendants et gratuits. Dans chaque Espace Info Énergie (EIE), des spécialistes informent et conseillent les visiteurs sur toutes les questions relatives à l'efficacité énergétique et au changement climatique : quels sont les gestes simples à effectuer ? Quel type d'équipement choisir ? Quelles sont les aides financières accordées ? Etc.

Ces EIE peuvent différer quelque peu d'un lieu à un autre, selon l'implication des collectivités locales dans leur fonctionnement.

Les sites et les salons

Qu'ils soient ceux d'institutions étatiques, d'associations indépendantes, voire d'entreprises ou de particuliers, sites web et salons grand public sont nombreux à offrir informations générales et conseils pratiques. On trouve aussi nombre de cas concrets d'éco-habitat présentés par ceux qui en sont les initiateurs ou les concepteurs.

En tapant dans son moteur de recherche les mots économie d'énergie, éco-habitat, habitat bioclimatique, développement durable, maison écologique, on trouve une mine de renseignements, beaucoup plus qu'il n'en faut, pour affiner et mener à bien son projet. On peut même obtenir des simulations très précises en termes de coût de construction et de dépense énergétique. On peut aussi trouver les coordonnées d'artisans spécialisés, même si l'on constate une certaine pénurie à ce niveau.

Les salons liés à l'éco-habitat sont eux aussi d'excellentes sources d'informations, qui permettent de rencontrer des « militants », des pionniers, des architectes, des artisans, de partager des conseils et des expériences. On citera notamment le salon Bâtir écologique, dont la sixième édition s'est tenue fin novembre 2009 à la Grande Halle de La Villette, et le salon Primevère à Lyon, qui existe depuis vingt-deux ans. Il y en a beaucoup d'autres, en Ile-de-France et en province.

La formation des professionnels

Cela ne sera plus vrai longtemps, mais ça l'est encore : aujourd'hui, un devis est établi en ne prenant en compte que le coût de la construction. Le coût de l'énergie nécessaire pour chauffer, éclairer et alimenter la maison n'est pas chiffré. Encore moins l'évolution de ce coût.

Les maîtres d'œuvre arguent que les consommations dépendent avant tout des habitudes et des usages de ceux qui occuperont le logement, ce qui n'est pas tout à fait faux. Rien n'empêcherait pourtant d'essayer de déterminer des consommations moyennes par appareil ou par fonction.

On peut estimer la consommation de gaz d'une maison « classique » de 120 m² avec chauffage et cuisine au gaz occupée par une famille de quatre personnes à 1 400 € par an environ. Ce n'est donc pas rien. Des réductions ou des

augmentations de quelques pour cent suffisent à provoquer des différences très significatives.

La raison de cette absence d'information sur les consommations et leur coût dans les devis de construction vient peut-être de la pénurie d'artisans, et peut-être encore plus d'architectes, qui semble caractériser le secteur encore modeste de l'éco-habitat. Disons plutôt que la pénurie de professionnels dans le bâtiment est encore plus sensible quand il s'agit de bâtiment particulier. Il est déjà difficile de trouver un maçon et un chauffagiste pour une maison traditionnelle ; alors si en plus l'isolation doit être effectuée en chanvre et qu'il s'agit d'installer un chauffage central à partir d'un poêle alsacien...

Il semble cependant que, vu l'augmentation de la demande, la formation s'organise et que l'on transmette aux élèves des notions nouvelles sur la performance énergétique des bâtiments, la rénovation thermique, ou encore les systèmes de chauffage basés sur les énergies renouvelables.

Le Grenelle de l'Environnement a prévu la mise en place d'un dispositif de formation aux économies d'énergie pour les entreprises et artisans du bâtiment (FEEBat). Donner à 50 000 personnes les connaissances transversales et les outils pour qu'elles deviennent les porteurs de l'offre globale d'amélioration énergétique des bâtiments, et les rénovateurs énergétiques de demain : tel est l'objectif de la formation des entreprises et artisans du bâtiment aux économies d'énergie. Construit dans le cadre du dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie, coordonné par le Club C2E de l'ATEE (Agence Technique Énergie Environnement), ce dispositif national de formation est pleinement en phase avec les objectifs du Grenelle de l'Environnement pour le bâtiment. Plusieurs modules ont ainsi été conçus, dont le contenu est délivré par les organismes de formation habilités.

L'ADEME quant à elle, en lien avec les conseils régionaux et les organisations professionnelles, finance des Centres de Ressources pour la Qualité Environnementale du Cadre Bâti (CdR-QECB). Leurs missions sont les suivantes : Conseils aux acteurs dans l'acte de bâtir et d'aménager, animation de réseaux d'acteurs régionaux, animation de lieux d'échanges interprofessionnels, observatoire régional de la qualité environnementale.

Conclusion : Aujourd'hui, pas demain

L'éco-habitat est au logement ce que la haute couture est au prêt-à-porter : il est source de création et d'innovation, il remet sur le devant de la scène des matériaux et des artisanats qui ont fait leurs preuves depuis la nuit des temps. Par là, il entraîne des évolutions dans tout le secteur et il tire tout le monde vers le haut.

Une différence toutefois : la haute couture gardera peut-être sa spécificité, tandis que l'habitat va se fondre dans l'éco-habitat ; telle est, du moins, ma conviction. Les mots, d'ailleurs, sont parlants : l'habitat fait partie de l'éco-habitat. Ou réciproquement.

Cette généralisation des principes et des techniques bioclimatiques dans la construction est due à l'urgence énergétique et à la prise de conscience de cette urgence. Le seul risque à mon sens vient des autres urgences : sociale, alimentaire, économique ou sécuritaire. Faudra-t-il choisir entre les urgences ? En privilégier une plutôt qu'une autre ?

Permettre aux millions de personnes qui en sont privées pas d'avoir un toit, et en prévoir un pour les deux ou trois milliards de personnes qui vont venir augmenter la population de l'humanité au cours du siècle ne va pas être chose aisée, tout le monde en convient.

Pourtant, en matière d'éco-habitat, et donc d'habitat, les savoir-faire sont là, les bras sont là, les informations sont là, et même les incitations ; il n'y a plus qu'à. Il n'y a plus qu'à éviter les matériaux et les pratiques qui ont dégradé la planète et gâché les habitations au XX^e siècle, pour retrouver le bon sens et la sagesse des hommes bâtisseurs, en les renforçant avec les formidables compétences techniques et technologiques dont nous disposons désormais.

L'habitat ne pourrait-il pas être le moteur d'une croissance enfin raisonnée ? Le passer en priorité ne permettrait-il pas de réduire les autres urgences que j'évoquais ? Je le crois. « Quand le bâtiment va, tout va ». Tous les proverbes ne sont pas vrais, mais celui-là l'est. Et il peut l'être plus encore.

Que l'on me comprenne bien : il ne s'agit pas de rigidifier et de standardiser. Au contraire. Lorsque le souci de l'énergie et de l'environnement sera suffisamment et systématiquement pris en compte par les fabricants, les constructeurs et les installateurs, l'originalité et la

diversité grandiront, la performance écologique devenant non plus un objectif mais une donnée.

Oui, on ne doit plus se poser la question : toutes les maisons doivent être orientées au sud, toutes les parois qui reçoivent le soleil doivent être à forte inertie, tous les isolants doivent être respirants et perspirants, tous les systèmes de chauffage doivent utiliser au moins une énergie renouvelable, tout ce qui peut être récupéré doit l'être. Les contraintes doivent devenir des atouts, les efforts devenir des réflexes, les attentions des habitudes, et les vertus des bonheurs.

Car il s'agit bien de bonheur. Celui de pouvoir vivre à la fois protégé et en harmonie avec son environnement, dans le respect des hommes qui partagent le même objectif, mais qui ont une autre famille, une autre maison. Il y a de la place pour tous, pour peu qu'on sache l'utiliser, et des ressources pour tous, infinies, pour peu qu'on ne se trompe pas sur ce que sont ces ressources. Et que, toujours, on en use à bon escient.

Respect, discernement, partage des ressources et des compétences : l'éco-habitat s'impose comme une base pour la construction du monde d'aujourd'hui. Demain, il sera trop tard.

Trop d'habitations sont mal orientées, mal isolées, mal agencées. De plus, elles ont vieilli. En conséquence de quoi la quantité d'énergie qu'elles consomment est bien supérieure à ce qu'elle devrait être : on estime que la consommation d'énergie liée au chauffage peut être diminuée de 90 % grâce à une maison responsable sur le plan écologique.

La France fait partie des pays qui ont les moyens techniques, humains et financiers d'améliorer leur habitat. Nous savons que nous devons agir et nous en avons les possibilités.

Agir, c'est concevoir des bâtiments en rapport avec leur environnement (terrain, exposition, climat...), construits avec des matériaux de réemploi ou à faible énergie grise, équipés de manière à diminuer, ou supprimer, la consommation de fioul, de gaz et d'électricité, en utilisant au mieux les pouvoirs de l'air, de la terre, du soleil et de l'eau. Ce faisant, nous contribuons à résoudre nos deux problèmes majeurs : le réchauffement climatique et la pénurie d'énergies traditionnelles.

Cette prise en compte du milieu, cette approche bioclimatique ou écologique, implique l'unicité de chaque construction, l'absence de plans types. C'est le terrain qui fait la maison, non la maison que l'on pose sur le terrain. Et c'est la maison qui s'adapte aux habitants, non les habitants qui s'adaptent à elle.

Ce guide apporte les informations et les conseils utiles à toute personne désireuse d'évoluer vers l'écohabitat.

Sébastien Brancq dirige le bureau d'études Ecop, qu'il a fondé en 2007. Pour lui, l'écohabitat est accessible à tous les projets et à tous les budgets. Fort de ses 200 réalisations, il propose dans ce guide une synthèse thématique et pédagogique à l'attention de tous ceux qui envisagent de changer ou d'améliorer leur habitat.

