

Louise Ranck

# Maisons écologiques

CAS PRATIQUES



EYROLLES

# Chez le même éditeur

## Dans la même collection

Emmanuel COSTE. – *La bonne maison*, G12316, 2008.  
Fabrice KNOLL. – *Concevoir et réaliser sa salle de bains*, G12168, 2009.

## Collection « Les guides de l'habitat durable »

Philippe GUILLET. – *Le guide des piscines naturelles et écologiques*, G12348, 2008.  
Michel TISSOT. – *Le guide de l'énergie solaire et photovoltaïque*, G12332, 2008.  
Brigitte Vu. – *Le guide de l'eau domestique*, G12372, 2008.  
Brigitte Vu. – *Le guide de l'habitat passif*, G12365, 2008.

## Collection « Eyrolles environnement »

Léon-Hugo BONTE. – *Réaliser et entretenir son mur végétal*, G12342, 2008.  
Bertrand GONTHIEZ. – *Utiliser l'eau de pluie*, G12275, 2008.  
Paul DE HAUT. – *Construire une maison non toxique*, G12253, 2008.  
Bruno HERZOG. – *Le puits canadien*, G12141, 2008.  
Éric et Tina MASSON. – *Jardiner écologique, sans pesticide*, G12254, 2008.  
Emmanuel RIOLET. – *L'énergie solaire et photovoltaïque pour le particulier*, G12221, 2008.  
Brigitte Vu. – *L'isolation écologique*, G12265, 2007.  
Brigitte Vu. – *Les isolants écologiques*, G12265, 2007.  
Brigitte Vu. – *La maison à énergie zéro*, G12089, 2007.  
Brigitte Vu. – *Rénovation et Grenelle de l'environnement*, G12318, 2008.  
Pascal FARCY. – *Le compost*, G12220, 2007.  
Paul DE HAUT. – *25 moyens d'économiser son argent et notre environnement*, G12053, 2007.  
Paul DE HAUT. – *Chauffage, isolation et ventilation écologiques*, G12105, 2007.  
Emmanuel RIOLET. – *Le mini-éolien*, G12143, 2007.  
Brigitte Vu. – *5 diagnostics immobiliers obligatoires*, G12181, 2007.  
Brigitte Vu. – *Choisir une énergie renouvelable adaptée à sa maison*, G12141, 2007.  
Bruno BÉRANGER. – *Les pompes à chaleur*, 2<sup>e</sup> édition, G12266, 2006.  
Brigitte Vu. – *Gestion et récupération des eaux pluviales*, G11949, 2006.  
Brigitte Vu. – *L'habitat écologique et les aides de l'État*, G12054, 2006.  
Brigitte Vu. – *Récupérer les eaux de pluie*, G11984, 2006.

Louise Ranck

# Maisons écologiques

*Cas pratiques*

Photographies : Juliette Ranck et Julian Pierre

EYROLLES



# Crédits photographiques

Juliette Ranck : couverture et 4<sup>e</sup> (centre et droite), pp. 4, 9, 16, 17, 18, 23, 26, 27, 31, 32, 35 à 42, 45, 48 à 55, 59 à 65, 110 à 114, 118 à 120, 122 à 127.

Julian Pierre : pp. 68, 72, 75 (gauche), 77 à 85, 88, 93, 95 à 99.

Grégoir Dubuis : couverture et 4<sup>e</sup> (gauche), pp. 5, 11, 14, 20, 66, 67, 69, 70, 74, 75 (colonne de droite), 76.

Jean-Philippe Thomas : p. 33.

Virginie et Olivier Fournier : p. 47.

Virginie Fouin : p. 58.

Sylvie et Laurent Bonne : pp. 86, 89 à 92, 93 (droite), 94.

Virginie et Stéphane Serre : pp. 100 à 102, 105, 106 (gauche), 107 (droite), 109 (haut).

Louise Ranck : pp. 116, 121.

## Coordonnées des photographes

Juliette Ranck  
www.julietteranck.com

Julian Pierre  
39 rue Paul Diaque  
57000 Metz  
06 73 34 50 44  
julian.pierre@free.fr  
<http://julian.pierre.free.fr>

Le code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

# Remerciements

Je tiens à remercier les deux photographes qui ont participé à cet ouvrage, ma sœur Juliette Ranck et Julian Pierre, pour leur regard averti, leurs suggestions et leur soutien.

Je remercie également toutes les personnes qui m'ont accueillie chaleureusement dans leur foyer où il fait bon vivre : Virginie Fouin, Julien Fouin, Carine et Grégoire Dubuis, Virginie et Olivier Fournier, Sylvie et Laurent Bonne, Stéphane et Virginie Serre, Jean-Philippe et Florence Thomas, ainsi que les architectes qui ont participé à ces aventures, pour leur témoignage et les documents prêtés pour cet ouvrage : Coécilian Sevellec, Yannick Champain, Laurent Bonne, Jean-Philippe Thomas, Claude Valentin et Katarina Dubravkova, Heidrun Plank.

Merci aussi à Sophie Ganeau pour sa relecture attentive, Jason Miller pour ses encouragements et Marine Panazol pour son aide documentaire.

# Sommaire

Avant-propos ..... VIII

## Construire une maison écologique..... 3

### 1> Qu'est-ce qu'une maison écologique?..... 4

Plusieurs termes pour plusieurs approches..... 4

Un enjeu qui dépasse le cadre individuel..... 8

### 2> Pourquoi construire une maison écologique?..... 10

Économiser l'énergie..... 10

Une meilleure qualité de vie..... 12

### 3> Comment construire une maison écologique?..... 14

Prendre le temps de bien préparer son projet..... 14

Un point essentiel, le budget..... 15

Faire appel à un architecte?..... 15

### 4> État des lieux de la construction écologique aujourd'hui..... 18

Les problèmes de la construction écologique..... 18

Les avancées..... 19

## Exemples de construction..... 25

### 1> Une construction rapide et saine avec des panneaux de bois..... 26

À conception simple, exécution rapide..... 28

Les travaux..... 32

Se chauffer par la ventilation..... 34

Bilan instructif pour conception à optimiser..... 36

### 2> Bioclimatique et briques... alvéolaires..... 40

Genèse d'un projet écologique..... 42

Une implantation bien étudiée pour une conception bioclimatique..... 43

	Les choix écologiques et leur mise en œuvre.....	47
	Un plus grand budget pour un projet optimisé.....	48
<b>3</b>	 <b>Un mini-budget pour une mini-maison face à l'océan</b> .....	52
	Un obstacle majeur : le budget.....	54
	Le bois au cœur de la construction.....	54
	Devis et ajustements de mise.....	57
	Le chantier.....	58
	Le point de vue de l'architecte.....	58
<b>4</b>	 <b>Une maison en symbiose avec son environnement</b> .....	66
	Le terrain : choix et compromis.....	68
	Une idée originale : les pilotis.....	69
	La conception du projet.....	70
	Une maison confortable et proche de la nature.....	74
	Les travaux.....	75
	Le bilan.....	79
<b>5</b>	 <b>100 % bioclimatique</b> .....	82
	Une étude minutieuse du site.....	84
	Une démarche globale.....	87
	Les travaux.....	92
	Une réalisation exemplaire, sans concession.....	93
<b>6</b>	 <b>Une rénovation écologique</b> .....	100
	La sauvegarde du patrimoine.....	102
	L'ancienne bâtisse retrouve une nouvelle vie.....	103
	Le confort au cœur de la construction.....	104
	Les travaux.....	106
	Le bilan.....	109
	Le point de vue de l'architecte.....	109
<b>7</b>	 <b>Un entrepôt aménagé en loft</b> .....	114
	Local brut et aménagement écologique.....	116
	Des matériaux non conventionnels pour un chantier plus délicat.....	124
	Les aides publiques et les ressources documentaires.....	128
	Bibliographie.....	132
	Index.....	134

# Avant-propos

## Construire écologique : une nécessité

Depuis quelques années, les questions d'environnement, d'écologie et de développement durable prennent une place incontournable dans le domaine du bâtiment. Celui-ci connaît aujourd'hui sa plus importante mutation depuis celle des années soixante, avec la construction standardisée de masse et l'arrivée du confort moderne dans les habitations. Après le premier choc pétrolier de 1973 et la prise de conscience de notre dépendance énergétique, les prémices d'une réorientation de la construction vers l'écologie étaient restées marginales en raison du recours rapide à l'autonomie nucléaire.

Or le secteur du bâtiment est aujourd'hui montré du doigt car il est, avec celui du transport, celui qui émet le plus de gaz à effet de serre en France : il génère à lui seul 46% de la consommation d'énergie, et 25% des émissions de gaz. La consommation d'énergie a augmenté de 30% en 30 ans, dont 75% est dû au chauffage. C'est aussi le secteur où il est le plus facile d'agir, grâce à des progrès technologiques qui permettent d'obtenir des effets immédiats.

La réalité du changement climatique, dû à l'augmentation exceptionnelle des émissions de gaz à effet de serre produits par l'activité humaine, est désormais incontestable, de même que l'épuisement prochain des ressources fossiles. Au cours du xx<sup>e</sup> siècle, la température moyenne a déjà augmenté de 0,74°C et le niveau de la mer de 17 cm, entre autres à cause de la fonte spectaculaire des glaces. Le Giec (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) estime ainsi entre 1,8 et 6°C l'élévation de la température moyenne terrestre d'ici la fin du siècle (synthèse des rapports du Giec sur [www.greenfacts.org](http://www.greenfacts.org)). La

rapidité de ce changement ne donne pas aux écosystèmes le temps de s'adapter, et met en péril de nombreuses espèces.

Les réserves connues d'énergie fossile seront épuisées dans 50 ans environ, en tenant compte d'une croissance de la demande de 2% par an. La crise économique majeure annoncée en 2008, en parallèle des catastrophes naturelles de plus en plus fréquentes (cyclones, tempêtes, sécheresses, inondations, etc.), entraîneront une montée des inégalités, des tensions et des conflits sociaux et géopolitiques.

## L'émergence d'une volonté politique

L'urgence est donc de mettre en place un modèle de développement profondément différent de celui que nous connaissons jusqu'à présent. Il faut à la fois réduire sévèrement nos besoins, et utiliser d'autres sources d'énergie, en priorité renouvelable, pour ne pas continuer à épuiser nos ressources.

La France s'est engagée à atteindre le « Facteur 4 » : une réduction par quatre des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Certains pensent même que le « Facteur 7 » est indispensable (voir le rapport *Rénovation à basse consommation d'énergie en France*, Olivier Sidler, association négaWatt, août 2007) si l'on tient compte de l'augmentation de la population mondiale, qui pourrait atteindre 10 milliards d'individus à cette date.

La prise de conscience politique du problème semble désormais bien réelle, et les mesures concernant le secteur du bâtiment, tant incitatives que coercitives, se multiplient : crédits d'impôt, nouvelles réglementations thermiques de plus en plus exigeantes, obligation d'un bilan technique

et énergétique à chaque mise en vente ou en location, mise en place d'une base de données sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction (Inies), etc. Le Grenelle de l'environnement a donné un coup de fouet à ce mouvement de fond jusque-là très lent à émerger ; il a eu le mérite de faire prendre largement conscience de la nécessité absolue d'une prise en compte des problèmes environnementaux dans le bâtiment.

### Un vaste enjeu

Néanmoins, la conception écologique de l'habitat ne se réduit pas à la question du chauffage : elle touche aussi, plus largement, aux questions de l'énergie dépensée pour la fabrication et le transport des matériaux, à leur durée de vie et leur recyclage, à la préservation et au renouvellement des ressources, à la réduction et à la suppression, à terme, de l'usage de celles qui ne sont pas renouvelables, et enfin aux problèmes de pollution concernant les déchets ou l'air intérieur des logements. Le scandale de l'amiante en est la manifestation la plus connue, mais on peut citer aussi le problème des émissions de composés organiques volatils, présents dans de nombreux produits de finition.

Elle concerne surtout une question essentielle mais complexe : le désir d'une meilleure qualité de vie, grâce à des lieux bien conçus, à une lumière naturelle abondante, à un cadre agréable laissant une place à la nature, au besoin d'intimité sans pour autant être coupé du monde.

Ainsi, de plus en plus de personnes se demandent comment procéder pour prendre en compte ces préoccupations dans leur

projet d'habitation, alors que les promoteurs, architectes et entreprises du bâtiment qui proposent cette démarche sont encore trop peu nombreux, et que le secteur de l'éco-construction est en pleine gestation.

### Un objectif à la portée de tous

À travers des exemples de maisons écologiques réalisées par et pour des habitants qui n'avaient pas forcément au départ les connaissances pour réaliser un tel projet, ni des moyens importants, nous souhaitons permettre au plus grand nombre d'accéder à cette nouvelle façon d'habiter, plus respectueuse de l'homme et du monde dans lequel nous vivons.

Comment est né leur projet ? Quels problèmes ont-ils rencontrés ? Comment s'est déroulé le processus de conception et de réalisation ? À quels partenaires ont-ils fait appel ? Quel a été le budget nécessaire ? Enfin, que pensent-ils du résultat et quels sont les avantages qu'ils en tirent au quotidien ?

Le bilan que l'on peut tirer de ces expériences est indéniablement positif : aucune des personnes rencontrées lors de la réalisation de cet ouvrage ne regrette l'aventure. Malgré les aléas – mais quel maître d'ouvrage n'en connaît pas ? –, ces réalisations leur permettent de vivre dans un foyer en accord avec leurs rêves et leurs convictions, où ils se sentent bien, avec de plus le sentiment gratifiant d'avoir accompli, à la mesure de leurs moyens financiers et humains parfois importants, un geste pour la planète.

Comme le montre cet ouvrage, construire une maison écologique n'est pas réservé à des autoconstructeurs qui font le choix difficile de se consacrer à la réalisation de leur

maison pendant des années, ou à l'inverse à de riches privilégiés qui se font construire des villas high-tech dans les lieux les plus préservés de la planète.

Les exemples choisis illustrent les cas de figure les plus fréquents : maisons neuves en bois, en brique, en milieu urbain, péri-urbain ou rural, pour une personne seule ou pour une famille, rénovations ou extensions de maisons déjà existantes, résidences secondaires ou principales.

À chaque fois, les préoccupations écologiques vont de pair avec la recherche d'une intégration harmonieuse du bâtiment dans son environnement – car une maison écologique se doit aussi d'être belle.



Première partie

# Construire une maison écologique

# Qu'est-ce qu'une maison écologique ?



## Plusieurs termes pour plusieurs approches

Il existe de nombreux termes pour qualifier l'approche environnementale de la construction d'une maison : «écologique», «durable», «HQE», etc. Cette diversité est représentative de la pluralité des approches qui, si elles ont la même finalité (le respect de l'environnement), ne correspondent pas toutes aux mêmes priorités, et proposent des solutions différentes.

Voici quelques définitions pour y voir plus clair dans les différentes appellations, et mieux comprendre le sens de cette démarche.

### **L'architecture durable**

C'est au Sommet de la Terre, en 1992, que fut consacré le concept de «développement durable». Il définit les principes d'un développement conciliant l'économique, le social (l'accès aux mêmes ressources pour tous) et l'environnemental (la préservation des ressources).



Appliqué au domaine de la construction, il s'agit de :

- Construire pour durer avec les ressources disponibles, sans léser les générations futures. Notre **empreinte écologique** doit être la plus légère possible, car l'environnement n'a pas la capacité de répondre de façon illimitée à nos besoins actuels et à venir.
- Prendre en compte la notion de **coût global**. Les matériaux utilisés dans la construction doivent être choisis non seulement pour leurs performances et leur coût, mais aussi en fonction de la disponibilité des matières premières nécessaires à leur fabrication, du coût de la pollution liée à leur transformation et à leur transport, de leur longévité et de leur capacité à être recyclés.
- À une échelle plus vaste, **intégrer tout le cycle de vie d'un bâtiment**, depuis l'impact de la fabrication des matériaux jusqu'à leur traitement en fin de vie, ainsi que son coût de fonctionnement en s'efforçant de **réduire ses besoins en énergie**, sans négliger son **aspect urbain** (offre de transport, gestion des ressources en eau, traitement des déchets, etc.).

Mais le concept de développement durable est parfois critiqué : ceux pour qui la notion de développement n'est pas compatible avec une gestion durable des ressources pensent que l'idée même de croissance doit être remise en question.

### L'éco-construction

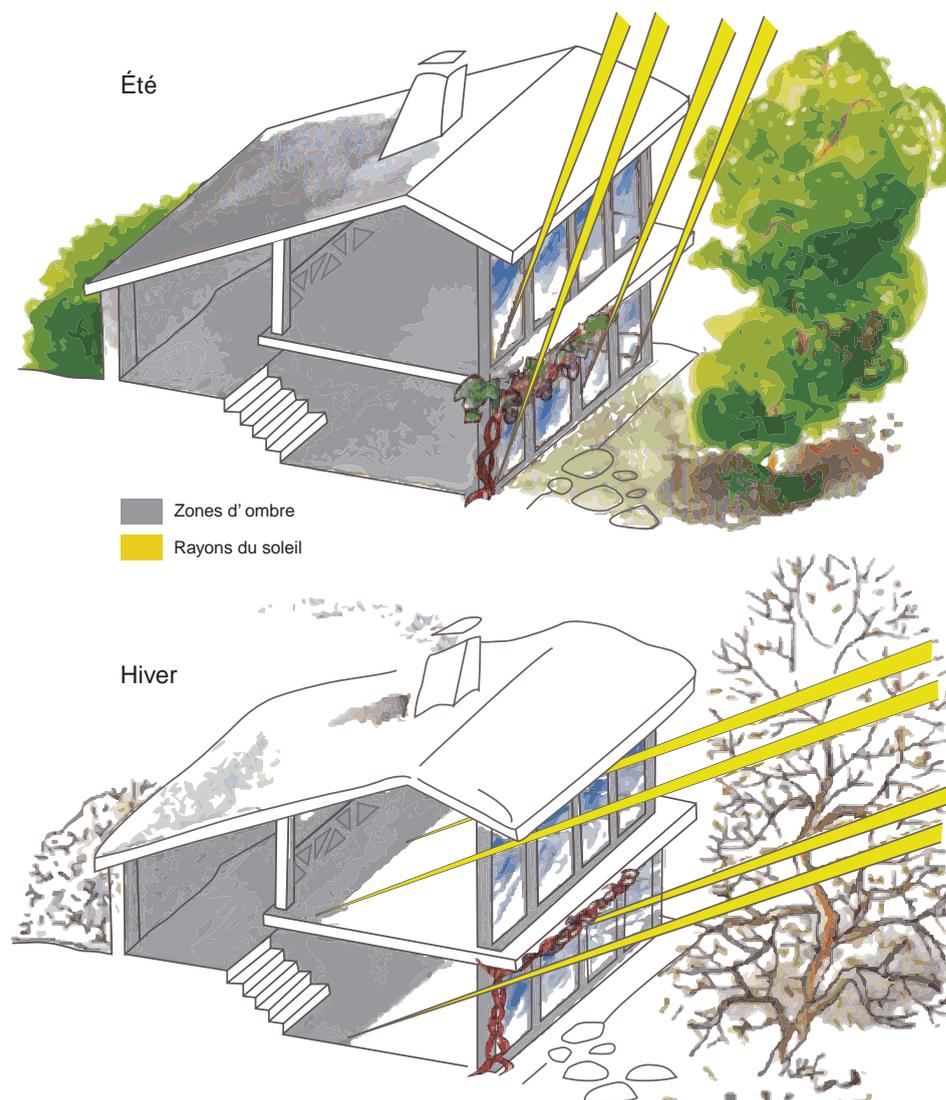
Combinaison des mots «écologie» et «construction», la notion d'éco-construction est née dans les années soixante pour définir des **bâtiments qui minimisent leurs besoins, ainsi que leur impact sur le site et sur l'environnement**. Ces bâtiments sont intégrés le plus respectueusement possible dans leur milieu, et mettent en œuvre des ressources naturelles et locales (matériaux, entrepri-

ses, mais aussi soleil, eau, sol, etc.). Ils font appel à des matériaux abondamment et facilement disponibles, renouvelables, et non polluants : pierre, terre, bois, paille, chanvre, etc. L'éco-construction s'inspire en cela de l'architecture vernaculaire et de ses principes de bon sens, de durabilité et d'économie de moyens, améliorée par des apports techniques permettant de tirer profit des énergies renouvelables : solaire passif, électricité solaire, éolienne, géothermie, puits canadien, etc.

### L'architecture bioclimatique

Une maison bioclimatique vise, **par sa conception architecturale, à optimiser les ressources du milieu pour en profiter de façon passive**. Cela permet de limiter les équipements techniques «actifs», consommateurs d'énergie primaire : les systèmes de chauffage, de transformation de l'énergie solaire en électricité, etc.

Les options architecturales diffèrent en fonction du climat, de la latitude, des savoir-faire locaux, des besoins, voire des cultures. En



climat continental, dans l'hémisphère Nord, elles se traduisent généralement par une orientation des vitrages au sud pour profiter des apports solaires directs en vue d'un chauffage passif en hiver, avec en complément des protections solaires l'été. Un bâtiment compact permet de limiter les surfaces de façades et le refroidissement provoqué par les vents dominants, entraînant des déperditions de chaleur. Les pièces de service sont situées au nord pour faire office de tampons thermiques.

L'autre aspect de l'architecture «bio»-climatique concerne la prise en compte de critères environnementaux dans le choix des procédés de construction et des matériaux.

### Les maisons Basse consommation

Le concept de bâtiment basse consommation (BBC) met l'accent sur les économies d'énergie et l'aspect thermique. Selon certains, le plus important est de commencer par améliorer l'enveloppe du bâtiment pour limiter les déperditions thermiques. Cette démarche est depuis peu référencée sous la forme d'un label dénommé «BBC-Effinergie», qui atteste d'une consommation de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an d'énergie primaire (avec des variantes selon la zone climatique et l'altitude). Elle comprend également un contrôle de l'étanchéité à l'air, qui doit être inférieur à 0,6 m<sup>3</sup> par heure et par mètre carré.

D'après l'association Effinergie, ces objectifs peuvent être atteints sans difficulté et à des coûts raisonnables avec des techniques et des matériaux actuels éprouvés.

### Les maisons passives

C'est en Allemagne qu'a été développé le concept de «Passiv Haus». Comme le label BBC français, il concerne des maisons à très faible consommation d'énergie, dont les performances, fixées par le Passivhaus de Darmstadt, sont une consommation

de 15 kWh/m<sup>2</sup>/an pour le chauffage, une consommation en énergie primaire inférieure à 120 kWh/m<sup>2</sup>/an et une excellente étanchéité à l'air. Ces résultats sont rendus possibles par une isolation renforcée et des apports en chauffage passif. Mais la norme Passivhaus et le label suisse Minergie-P (sensiblement équivalent) insistent tous deux sur la sur-isolation. Ce label allemand est délivré en France par l'association La Maison passive France.

La limite de cette démarche réside dans le coût élevé des grandes épaisseurs d'isolants, des vitrages très performants et des équipements techniques. Il est en outre nécessaire de prévoir un appoint en chauffage pour pallier un manque d'ensoleillement de plusieurs jours.

### Les maisons à énergie positive

Elles produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment grâce à des équipements de production d'électricité (panneaux solaires, éoliennes, etc.). Le principe généralement appliqué est de revendre l'électricité produite à EDF à un prix avantageux, ce qui permet d'éviter les problèmes de stockage et d'acheter l'électricité du réseau en cas de besoin.

### Les maisons autonomes ou maisons zéro-énergie

Le principe des maisons autonomes est de produire directement l'énergie nécessaire au chauffage et à l'éclairage, sans dépendre d'un fournisseur extérieur, et de gérer son approvisionnement en eau (récupération de l'eau de pluie, des cours d'eau, etc.), ainsi que son traitement (par lagunage : l'eau est filtrée par les racines des plantes). Cette démarche va de pair avec une réduction de ses besoins et l'utilisation d'équipements peu gourmands en énergie. Elle implique un changement de comportement par rapport aux habitudes actuelles.

### La démarche HQE

Il s'agit en premier lieu d'une méthode élaborée dans les années quatre-vingt-dix pour que les acteurs du bâtiment intègrent l'environnement à leur démarche dès la phase de conception. Elle est accompagnée d'un référentiel, et depuis peu d'une certification. Les bâtiments doivent prendre en compte 14 cibles d'action, réparties en deux groupes.

- Maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur : éco-construction (relation des bâtiments avec leur environnement immédiat, choix intégré des produits et des procédés de construction, chantier à faibles nuisances) et éco-gestion (de l'énergie, de l'eau, des déchets, de l'entretien et de la maintenance).
  - Création d'un environnement intérieur satisfaisant (confort hygrothermique, acoustique, visuel et olfactif), et sain (qualité sanitaire de l'air, de l'eau et des espaces).
- Pour l'habitat individuel, un certificat «NF Maison individuelle démarche HQE», délivré par le Céquami, est disponible.

### L'éco-rénovation

En France, parmi les 31 millions de logements, 19,1 millions, soit 61% du parc, ont été construits avant la réglementation thermique de 1975. Ces logements, non isolés, consomment en moyenne 328 kWh/m<sup>2</sup>/an. L'objectif du Facteur 4 est de rénover ce parc avant 2050, pour qu'il ne consomme plus que 80 à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an. Mais avec un taux actuel de renouvellement de 1% par an, il restera en 2050 entre 30 à 40% de logements antérieurs à 1975.

L'urgence est donc de rénover 450 000 logements par an. Pour cela, la priorité est d'améliorer leur enveloppe : des gains importants d'énergie ont été obtenus depuis 1973 sur les logements neufs, grâce aux réglementations thermiques successives qui, depuis 1975, ont

permis de diviser par 2 à 2,5 leur consommation par mètre carré.

Il faut cependant différencier les logements construits avant 1914, qui consomment en moyenne 220 kWh/m<sup>2</sup>/an, et ceux construits entre 1914 et 1973, qui consomment en moyenne 500 kWh/m<sup>2</sup>/an.

Le bâti « ancien », construit de façon traditionnelle, ne répond pas à la même logique. La solution consistant à isoler systématiquement toutes les parois n'est pas adaptée : construits avec d'épais murs en pierre ou brique, ces bâtiments ont une bonne inertie, et sont généralement conçus en fonction du climat et du site. On ne peut pas y installer des équipements conventionnels indépendants les uns des autres (isolation-ventilation mécanique – pare-vapeur-étanchéité à l'air) car elles ne sont pas adaptées. En outre, il est indispensable de faire un diagnostic précis des désordres avant toute intervention.

**Pour la première fois, une réglementation thermique pour les bâtiments existants est entrée en vigueur, le 1<sup>er</sup> novembre 2007** (dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007). Le texte met en place des exigences d'économie d'énergie dans les bâtiments existants. Comme dans les bâtiments neufs, elles concernent l'isolation, les équipements de chauffage, les systèmes de production d'eau chaude, les énergies renouvelables, la ventilation et l'éclairage.

Il ne faut pas oublier cependant que la consommation d'énergie totale des secteurs résidentiel et tertiaire confondus a augmenté entre 1975 et 2005 de 30% du fait de l'accroissement du parc, de l'élévation du niveau de confort (appareils électroménagers), de l'apparition de nouveaux besoins (climatisation), etc. On note cependant depuis 2001 une baisse des consommations énergétiques des logements, liée notamment à des efforts financiers accrus des ménages réalisant des travaux d'économie d'énergie, alors que simultanément le parc augmentait de 5%.

## Un enjeu qui dépasse le cadre individuel

L'approche écologique doit également être organisée à l'échelle urbaine, sociale et paysagère pour être cohérente et efficace.

- Optimiser les performances énergétiques, éviter l'étalement urbain et favoriser des infrastructures et des transports de proximité et de qualité en **densifiant les zones habitées**. La construction standardisée des promoteurs et les dégâts qu'ont entraînés dans le paysage les lotissements, occasionnant des trajets en voiture indispensables, l'absence de mixité sociale, de services, de transports et de commerces, ont fait prendre davantage conscience de la nécessité d'une qualité architecturale pour tous.

- Prendre en compte l'approche environnementale de la construction à l'échelle du territoire et au niveau des pouvoirs publics, à travers les nouveaux PLU, Plans locaux d'urbanisme (règlements d'urbanisme de chaque commune, qui intègrent désormais le PADD ou Plan d'aménagement et de développement durable), les projets d'éco-quartiers et les Agendas 21 des communes destinés à mettre en œuvre le développement durable. De plus en plus de collectivités locales et de bailleurs sociaux se penchent sérieusement sur la question et lancent des programmes innovants.

- Promouvoir l'éco-citoyenneté. Il existe aussi un autre type d'initiative, d'ordre privé : les « **habitats groupés** ». Il s'agit de petits groupes de personnes qui considèrent que le logement collectif proposé aujourd'hui sur le marché ne répond pas à leurs attentes en termes de respect de l'environnement, de qualité de vie, d'es-

paces partagés et de coût d'acquisition comme de fonctionnement. Ils décident de rassembler leurs forces, leurs compétences et leurs moyens pour se substituer aux promoteurs ou bailleurs sociaux et construire à plusieurs, souvent en milieu urbain. De nombreuses initiatives collectives de ce type voient le jour actuellement en France, dans la lignée d'autres pays européens plus précurseurs. Espérons que cette solution, à coup sûr parmi les plus intéressantes pour répondre aux défis et aux bouleversements auxquels doit faire face le secteur du logement aujourd'hui, se développera et pourra faire l'objet d'un prochain ouvrage.



# Pourquoi construire une maison écologique ?



## Économiser l'énergie

La priorité est aujourd'hui de réduire les dépenses d'énergie des bâtiments, principalement pour le chauffage, afin que la surexploitation des réserves de gaz, de pétrole et de charbon cesse. Pour cela, il est essentiel de ne pas perdre de vue les priorités suivantes.

- Concevoir un bâtiment favorisant les apports solaires passifs. Si vous négligez cette étape, vous vous privez d'une ressource gratuite, illimitée et sans coût d'entretien ! **La conception de votre maison est donc la première chose dans laquelle investir**, car cette « machine à habiter » vous fera faire des économies à long terme, et vous garantira un confort en toutes saisons.
- **Limiter les déperditions de calories**, en prévoyant une bonne isolation, en évitant les ponts thermiques, en étant vigilant sur l'étanchéité à l'air du bâtiment, et si possible en récupérant des calories par une ventilation double flux, un puits canadien, etc.
- **Utiliser des énergies renouvelables** pour le chauffage et l'électricité : solaire thermique



et photovoltaïque, calories du sol, calories de l'air, bois, éolien, etc. Cela implique souvent un investissement important, mais vous pouvez aussi reporter l'acquisition d'un équipement technique coûteux de quelques années, pourvu que vous ayez prévu son installation en amont.

■ **Utiliser des matériaux à faible impact environnemental** pour améliorer le bilan carbone de votre maison. Il ne suffit pas de réduire sa consommation d'énergie, il faut aussi penser à celle utilisée pour fabriquer, transporter, mettre en œuvre puis traiter en fin de vie les matériaux, qui représente une part non négligeable. Si l'on va au-delà, il importe de tenir compte non seulement de cette **énergie grise** consommée, mais de façon encore plus complète, de l'**éco-bilan** d'un matériau, qui prend en compte les facteurs sociaux, toutes les atteintes au milieu naturel, ainsi que les destructions et pollutions diverses qu'il occasionne au long de son cycle de vie. Il existe également un **bilan carbone** des matériaux, créé par l'Ademe, qui évalue la contribution à l'effet de serre. Certains produits ont une contribution à l'effet de serre qui dépasse largement celle de leur énergie grise : c'est le cas de l'aluminium par exemple, dont la production s'accompagne de rejets de gaz fluorés à fort effet de serre.

■ **Faire des économies sur la consommation d'électricité.** Pour reprendre le leitmotiv de l'association négaWatt, «sobriété, efficacité et renouvelable» sont les trois règles d'or des économies d'énergie. La meilleure économie d'énergie est celle qu'on ne consomme pas. Pensez aux équipements classe A de l'électroménager, aux ampoules fluocompactes, à prévoir une arrivée d'eau chaude dans votre linge, à oublier le sèche-linge, à cuisiner au gaz, etc.

En outre, l'électroménager et l'audiovisuel consomment 4 à 5 fois plus de kilowatts que le chauffage dans une maison bien isolée! Les

ordinateurs de bureau consomment par exemple 10 fois plus que les ordinateurs portables, et une grande télé plasma, près de 10 fois plus qu'un écran d'ordinateur LCD. En faisant attention, on peut facilement réduire par quatre sa consommation de kilowatts électriques.

## Une meilleure qualité de vie

Les arguments en faveur de la préservation de la planète ne sont pas uniquement synonymes de restrictions. Ils rejoignent également le souhait d'un lieu de vie agréable, durable et sain, auquel aspire chacun de nous.

### La qualité des espaces, de la lumière, de l'air

L'apport de lumière naturelle, qui permet des économies d'éclairage, la conception de logements traversants pour bien ventiler, bien éclairer et varier les vues, contribuent au confort et au bien-être. Cela concerne également la réduction des nuisances sources d'inconfort (bruit, humidité, etc.), mais aussi des facteurs plus subjectifs comme les couleurs, les textures, les matières qui donnent un sentiment de chaleur et de sécurité, la proportion des pièces, la fluidité avec laquelle on se déplace dans l'espace, une bonne acoustique, la présence de végétation, etc.

### Le confort thermique

Le sentiment de bien-être est également fortement lié au confort thermique. L'absence de rayonnement froid, grâce à des parois et des fenêtres chaudes car bien isolées, une température de l'air assez élevée pour éviter les mouvements de convection, l'usage de matériaux lourds qui accumulent la chaleur pour atténuer les fluctuations de tempéra-

ture trop brusques, couplés à un système de chauffage bien adapté et bien dimensionné, et l'utilisation des ressources du climat et du site (végétation-écran ou coupe-vent, inertie du sol, vent rafraîchissant, etc.), sont des paramètres à étudier attentivement. De même, le confort d'été est à prendre en compte de manière à éviter les surchauffes sans avoir recours à la climatisation, très gourmande en électricité.

### Des matériaux durables, renouvelables et sains

La qualité des matériaux de construction et de finition, comme celle de leur mise en œuvre, est un gage de longévité pour la maison et de réduction des dépenses d'entretien. L'usage de matériaux bruts, crus et locaux tels que la terre crue, le bois, la paille, est idéal à la fois pour la préservation des ressources naturelles, la réduction des pollutions et des émissions de gaz à effet de serre, et le confort.

Une étude de l'association Areso a calculé qu'une maison en terre crue, paille et bois local de 170 m<sup>2</sup> représente une consommation de 8 tonnes équivalent carbone (tec), et un bilan positif de 3,5 tec, en comptant le carbone stocké dans les matériaux végétaux. Une maison conventionnelle de même surface représente une consommation de 20 tec. Ce sont les matériaux de gros œuvre nécessitant une cuisson (briques, tuiles, parpaings de ciment, plâtre, etc.) qui occasionnent de loin le plus d'émission de carbone par leur fabrication.

D'autre part, la question sanitaire n'est pas à négliger dans le bâtiment. Des études menées depuis les années soixante montrent que l'air intérieur est chargé de divers polluants, liés à l'utilisation toujours croissante de nouveaux matériaux innovants : le plomb dans les peintures, le monoxyde de carbone dû aux appareils de combustion, l'amiante dans les matériaux d'isolation et de struc-

ture, la radioactivité du radon (gaz émanant du sol de certaines régions), les composés organiques volatils, en particulier les dérivés de benzène, des allergènes, des formaldéhydes, des éthers de glycol dans les colles des panneaux de particules de bois, les produits de finitions ou d'entretien, les cosmétiques, les agents bactériologiques tels que la légionelle dans les systèmes de climatisation ou les moisissures dans les pièces mal ventilées. Les symptômes vont des rhinites, maux de tête, irritations cutanées pour les plus bénins, jusqu'à des complications cardiaques ou respiratoires, et des cancers. Les causes sont toujours multiples et difficiles à identifier, et la réglementation intervient souvent avec un temps de retard et peine parfois à définir des normes et des seuils à respecter. Il est donc toujours préférable de limiter le nombre de matériaux utilisés, d'éviter ceux qui sont complexes et encore mal connus, de bien entretenir les équipements et de respecter les règles d'hygiène.

## Les isolants

Le rôle principal de l'isolant est de limiter, grâce à sa faculté d'emprisonner de l'air, les transferts de chaleur dans les parois du bâtiment. Mais il peut aussi présenter d'autres propriétés techniques : résistance au feu, résistance mécanique, isolement acoustique, etc.

On dénombre actuellement trois grandes familles d'isolants thermiques pour les parois :

- les laines minérales : laines de verre, de roche et de laitier ;
- les plastiques alvéolaires : mousse de polystyrène expansé (moulé ou extrudé), de polyuréthane et mousse phénolique ;
- les isolants d'origine animale ou végétale : à base de cellulose, liège, fibres de bois, laine de bois, chanvre, coton, plumes, laine de mouton, etc.

En outre, il existe le verre cellulaire, la perlite et l'argile expansée.

Les laines minérales et les plastiques alvéolaires représentent, en construction neuve, plus de 80% des isolants. Certains matériaux de construction, comme le béton cellulaire et les briques multi-alvéolaires, font à la fois office de matériaux de structure et d'isolation. L'isolation par l'extérieur permet de gagner de la place en mur ou en toiture. Cela peut être intéressant notamment dans le cadre d'une rénovation. En contrepartie, elle nécessite souvent une plus grande technicité.

Selon le type de paroi et d'isolant, le pare-vapeur peut être requis. Il s'agit d'un écran qui limite les transferts de vapeur et qui, en général, lorsqu'il est placé côté intérieur, évite la formation de condensation dans les parois. Là encore, il faut se référer aux avis techniques qui indiquent s'il est nécessaire, ainsi que son niveau de performance et sa mise en œuvre.

Concernant les impacts de certains isolants sur la santé et sur l'environnement, il existe une réglementation à laquelle tous les pro-

duits doivent répondre. Il faut bien lire les étiquettes figurant sur les produits, les précautions à prendre lors de la pose et les indications concernant le port de gants, de lunettes et de masque. C'est le cas pour la plupart des laines minérales, irritantes pour les muqueuses. Elles font l'objet depuis plusieurs années d'une polémique sur leur risque sanitaire, en particulier les laines de roche dont les fibres sont très petites. Elles contiennent également des liants à base d'urée-formol et de formaldéhydes. Enfin, la laine de verre développe les champs électrostatiques.

Mais d'autres produits d'origine végétale n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. Néanmoins, leurs fibres représentent un risque a priori bien moindre en raison de leur taille, beaucoup plus élevée. Il existe en outre des Fiches de déclarations environnementales et sanitaires (en cours de validation), qui résument les impacts de chaque produit.

Les produits minces réfléchissants, en raison de leur faible épaisseur (entre 1 et 30 mm), constituent le plus souvent des compléments d'isolation. Ils sont constitués d'une ou plusieurs feuilles d'aluminium et de couches intercalaires en divers matériaux (mousse, film à bulles, ouate minérale ou végétale, etc.). Ces produits doivent être posés dans des conditions bien précises, avec une ventilation performante, sans quoi ils peuvent entraîner un risque important de détérioration de la structure en raison de leur imperméabilité à la vapeur d'eau. Ils perturbent également les champs électromagnétiques. La note d'information n° 1 du GS n° 20 ainsi que les avis techniques précisent les conditions d'utilisation permettant un emploi performant de ces produits.

Les matériaux isolants à base de fibres végétales ou d'origine animale, comme le chanvre, les fibres de bois, la ouate de cellulose, sont dits «écologiques» en raison du faible bilan

carbone nécessaire à leur fabrication, et sont le plus souvent recyclables. Ils ont également une bonne durée de vie du fait de leur capacité à absorber une quantité importante de vapeur d'eau sans se dégrader.

Comme les autres isolants, il faut utiliser le bon produit au bon endroit. Environ 25 de ces produits bénéficient d'une certification Acermi, notamment le liège, les fibres de bois et la laine de bois. Pour les fibres végétales et d'origine animale, les travaux sont en cours. Par ailleurs, une douzaine d'avis techniques portant sur la ouate de cellulose, le chanvre, le coton, les plumes et la laine de mouton ont déjà été rendus et d'autres sont à venir.

### Isolation, certification et crédit d'impôt...

Lorsque vous choisirez votre produit, assurez-vous tout d'abord de son marquage CE, obligatoire depuis 2003. Ensuite, deux certifications s'imposent, la certification Acermi, qui concerne les isolants, et la certification NF ou CSTBat, qui concerne les produits destinés à l'isolation comme la brique alvéolaire ou le béton cellulaire.

Ces marquages garantissent l'exactitude des informations données par le fabricant et valident les caractéristiques techniques annoncées.

En Île-de-France par exemple, les isolants donnant droit à un crédit d'impôt doivent répondre à ces conditions :

- $R \geq 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  pour les planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert, les murs en façade ou en pignon ;
- $R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  pour les planchers de combles, les rampants de toitures, les plafonds de combles ;
- $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  pour les toitures terrasses. La valeur de ce crédit est de 40% pour tout matériel acheté après le 1<sup>er</sup> janvier 2006.

# Comment construire une maison écologique ?



## Prendre le temps de bien préparer son projet

Il est important de ne pas négliger les études préalables nécessaires :

- La consultation d'un géomètre pour délimiter le terrain et déterminer le relief, l'emplacement des éléments existants (végétation, murets de soutènement, cours d'eau, puits, voirie, etc.), ou la réalisation d'un **relevé précis** du bâtiment existant, en cas de transformation ou d'agrandissement. Ce plan détaillé constitue une base indispensable sur laquelle le projet pourra concrètement s'ancrer.
- **Une étude de sol** pour déterminer le type de fondations ou de renforcement (dans le cas d'une structure existante), en fonction de la portance du sol. Un mauvais sol peut entraîner des coûts de fondations très importants, qui auront un impact sur votre budget et donc sur votre projet.
- **Une étude de structure** : dans le cas d'une transformation, intervenir sur un bâtiment existant suppose une bonne connaissance de son fonctionnement (souvent complexe et déjà modifié auparavant) et de

ses éventuelles pathologies (problèmes d'humidité, fissures, etc.) pour pouvoir les résoudre et transformer le bâtiment sans créer de nouveaux désordres. Un bureau d'études est indispensable en cas de construction neuve, pour assister le maître d'œuvre dans la conception technique du bâtiment et dimensionner les éléments porteurs en fonction du calcul des charges et des efforts.

- **Une étude d'ensoleillement** sera utile pour déterminer la meilleure orientation possible de la maison, optimiser son éclairage naturel et bien sûr pour profiter du soleil de façon passive pour le chauffage, en tenant compte de l'angle du rayonnement solaire selon les différentes périodes de l'année et les différentes orientations.
- **Une étude thermique** permettra de calculer précisément les besoins de la maison en calories pour le chauffage, et donc de faciliter le choix du type d'équipement et de sa puissance. Un bureau d'études spécialisé fournira des simulations de différentes solutions selon l'ensoleillement, les déperditions thermiques, les ombres, le type de chauffage, etc. Son coût relativement élevé empêche qu'on y ait souvent recours pour une maison individuelle mais l'investissement s'avère en réalité vite amorti.
- Enfin, une **bonne information** sur les solutions techniques, les matériaux et leur mise en œuvre est indispensable pour choisir en connaissance de cause la solution la plus adaptée, la plus performante et la plus conforme à son budget. Plus on étudie son projet en amont, moins on risque d'être pris de cours lors de sa réalisation, en décidant par exemple dans l'urgence d'une solution qui n'est généralement pas satisfaisante, faute d'avoir été préalablement étudiée.

## Un point essentiel, le budget

Lorsque l'on décide de construire ou de transformer sa maison, on est sans cesse confronté à l'obligation de faire des arbitrages difficiles, en particulier si l'on a un budget serré. Quelles sont les priorités? Il est important de commencer par établir un cahier des charges, définissant ses priorités en termes d'exigences fonctionnelles et environnementales. Voici quelques règles d'or à garder en tête, au moment difficile de faire un choix :

- Il est vivement conseillé d'investir au départ (en temps ou en argent) dans **la qualité de la conception, de l'espace et du confort thermique**. Il sera très difficile de modifier après coup l'absence de fenêtre dans une pièce, un volume mal conçu ou difficile à chauffer, ou encore un courant d'air froid qui descend sur la table de la salle à manger! La qualité d'un espace n'implique pas forcément qu'il soit de grandes dimensions, au contraire : mieux vaut un petit lieu de vie bien conçu, plus économe à construire et à entretenir.
- Il faut également être vigilant à **la qualité des matériaux**, afin de faire des économies à long terme sur les dépenses d'entretien et d'énergie. Il est toujours tentant de choisir la solution la plus économe ou la plus facile, de transiger sur la qualité de la mise en œuvre ou des matériaux, mais on le regrette presque toujours après coup.
- Mieux vaut privilégier des **solutions techniques simples**, des formes compactes, des systèmes constructifs standards, exigeant peu d'entretien, et utiliser le minimum d'équipements nécessitant une alimentation électrique permanente. La ventilation est un bon exemple : une VMC

(ventilation mécanique contrôlée) est-elle indispensable et doit-elle fonctionner en permanence? Que consomme tel modèle de ventilation double flux par rapport au gain apporté?

- La durabilité suppose également la capacité de s'adapter à un contexte toujours changeant. Cela implique une **flexibilité en termes d'usage** : prévoir un bâtiment qui évoluera en même temps que les besoins de la famille et les moyens dont on dispose, un bâtiment qui pourra s'agrandir ou se diviser, grâce à des espaces que l'on pourra cloisonner ou au contraire faire communiquer entre eux, etc.
- Pensez enfin que l'on peut **planifier des investissements en plusieurs étapes**. Il faut donc concevoir un projet qui permette d'intégrer, autant que possible, les évolutions technologiques encore trop chères ou à l'état de prototype : les panneaux photovoltaïques ou thermiques, la ventilation double flux, l'isolation sous-vide, etc.

La maison peut aussi viser une très faible consommation énergétique et, à l'avenir, devenir un bâtiment à énergie positive.

## Faire appel à un architecte?

Le recours à un architecte peut parfois apparaître comme une dépense importante, réservée à une clientèle aisée, pour des maisons d'exception (il est d'ailleurs obligatoire d'y avoir recours pour construire une surface supérieure à 170 m<sup>2</sup>). Pourtant, beaucoup d'architectes s'intéressent aujourd'hui à la construction individuelle et cherchent à permettre au plus grand nombre d'accéder à un logement de qualité, même avec un budget modeste. Ils développent des trésors d'inventivité pour trouver des solutions satisfaisantes en matière d'économie, d'esthétique



et d'écologie. Le décret n° 80-217 du 20 mars 1988 portant code des devoirs professionnels des architectes dit ainsi que «la vocation de l'architecte est de participer à tout ce qui concerne l'acte de bâtir et l'aménagement de l'espace; d'une manière générale, il exerce la fonction de maître d'œuvre».

Un architecte vous aidera ainsi à concevoir un programme adapté, en écoutant vos besoins et vos envies, et à dessiner un lieu de vie qui vous corresponde, avec des espaces intelligemment agencés pour rendre votre maison agréable, fonctionnelle et belle. Il concevra également un projet en fonction de votre budget, des avantages et inconvénients du site, du climat et

des contraintes réglementaires (règlement d'urbanisme, normes de construction, etc.). Il vous assistera pour remplir le dossier de permis de construire ou d'autorisation de travaux en défendant votre projet de façon argumentée.

D'un point de vue pratique, il vous fera bénéficier de son réseau d'artisans pour sélectionner avec vous des entreprises compétentes au meilleur rapport qualité-prix. Il veillera à faire respecter le planning, à surveiller que la réalisation de l'ouvrage corresponde bien aux recommandations techniques requises. C'est un gain de temps si vous êtes peu disponible et un soutien précieux si vous êtes néophyte, car la conception d'une maison, la

préparation et la coordination d'un chantier ne s'improvisent pas.

Pour assumer une mission complète ou partielle de maîtrise d'œuvre, un architecte doit être inscrit à l'Ordre des architectes et être à jour de sa cotisation d'assurance. Un architecte est un professionnel dont la compétence est reconnue par l'État; il engage sa responsabilité vis-à-vis de son client à chaque niveau de son intervention. La mission confiée à l'architecte doit faire l'objet d'un contrat écrit, indiquant clairement les obligations mutuelles.

Il ne faut pas oublier néanmoins qu'il ne peut être rendu responsable des fautes du maître d'ouvrage, des entreprises ou des tiers.



# État des lieux de la construction écologique aujourd'hui



## Les problèmes de la construction écologique

Les enjeux de la prise en compte de l'environnement dans le bâtiment sont multiples, complexes, et parfois contradictoires. Comment répondre par exemple au tiraillement entre l'envie, à l'échelle individuelle, d'une maison à soi dans un environnement préservé, et le mitage du territoire à l'échelle nationale ? Par ailleurs, il est difficile de concilier l'urgence et l'ampleur des mesures à prendre avec la nécessité d'un coût de construction ou de rénovation accessible au plus grand nombre, l'utilisation des ressources locales, la rareté de la main-d'œuvre qualifiée, le caractère renouvelable et recyclable des matériaux, etc.

La question de la bonne gestion des ressources en matières premières disponibles est difficile. Prenons le cas du bois par exemple : certes, c'est une ressource renouvelable, mais les forêts dont il provient sont-elles gérées durablement ? Combien de kilomètres a-t-il parcourus pour arriver sur le lieu de construction ? Est-il utilisé avec d'autres matériaux compatibles avec

son caractère hygroscopique? Est-il massif, façonné en utilisant beaucoup d'énergie, ou aggloméré avec des colles contenant du formaldéhyde?

D'autre part, le manque de recul, la juxtaposition de certifications et normes sur les produits et procédés créent de la confusion, et il est difficile de s'y retrouver. Les informations et les études sont encore dispersées, lacunaires ou peu lisibles.

**Les difficultés d'approvisionnement et le coût plus élevé des matériaux** sont également un problème : beaucoup de matériaux dits écologiques ne se trouvent que dans des réseaux de distributeurs spécialisés, encore trop peu nombreux et absents des grandes surfaces où s'approvisionnent les entreprises conventionnelles. Mais le coût reste encore le principal frein : ces matériaux sont souvent plus chers que les matériaux standardisés produits industriellement en grande quantité.

Enfin, **le manque de main-d'œuvre qualifiée** et les délais aléatoires sont l'apanage du secteur du bâtiment en général. Les charpentiers en particulier sont très sollicités depuis quelques années du fait de l'engouement récent pour la construction en bois, et il est difficile de trouver un bon professionnel du chauffage et de la ventilation utilisant des énergies renouvelables.

Néanmoins, **beaucoup d'associations font un remarquable travail** pour mener des études sérieuses afin de mieux connaître les performances des procédés de constructions et des matériaux non conventionnels, créer des réseaux de spécialistes ou faire partager des expériences. Malheureusement, elles sont souvent limitées par leur manque de moyens.

## Les avancées

### La réglementation thermique

#### La RT 2005, 2010 et 2012

Si un particulier fait construire ou agrandir sa maison, il doit respecter, entre autre, les normes fixées par la RT 2005, réglementation thermique en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2006 (arrêté du 24 mai 2006). La RT 2005 fixe une limite de consommation énergétique de référence (appelée Cepréf) à ne pas dépasser. Elle fixe des valeurs minimales et des valeurs de référence à atteindre pour chaque élément : parois (murs, sols, toiture) et équipements. Ainsi, lors du dépôt du permis de construire, le maître d'ouvrage doit pouvoir justifier de la performance de son logement, soit par une étude thermique, soit par le choix de solutions techniques déjà agréées par la RT 2005. Elles ne sont pas les mêmes selon la région, le type de paroi et le type de bâtiment. Pour les murs d'une maison par exemple, le coefficient de référence correspond à une résistance thermique R de l'ordre de 2,3 à 2,6 m<sup>2</sup>.K/W. Elle prend également en compte l'utilisation d'énergies renouvelables, la conception bioclimatique du bâtiment pour des apports solaires passifs, le confort d'été et les protections solaires (voir le site [www.logement.gouv.fr/IMG/pdf/rt2005\\_version09102006.pdf](http://www.logement.gouv.fr/IMG/pdf/rt2005_version09102006.pdf))

**Suite à l'engagement de la France de réduire par 4 ses émissions de gaz à effet de serre, réaffirmé par le Plan climat et le Grenelle de l'environnement**, les objectifs vont devenir encore plus ambitieux. Bientôt entreront en vigueur la RT 2010 et un peu plus tard la RT 2012. Cette dernière prévoit de baisser la consommation d'énergie dans les bâtiments en dessous de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an (bâtiments basse consommation), ce qui représente des économies non négligeables par rapport aux constructions neuves d'aujourd'hui, dont le niveau moyen est au-dessus de 100 kWh/m<sup>2</sup>/an. Des labels sont

mis en place pour inciter à atteindre dorénavant et déjà ces performances.

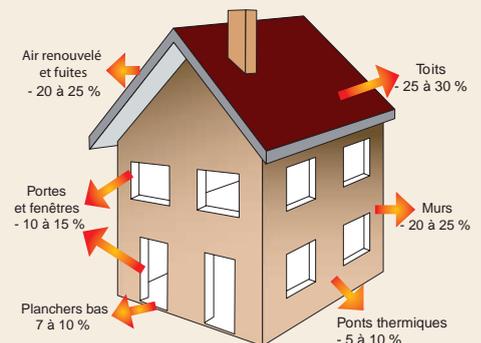
#### La RT dans l'existant

Il est prévu de rénover d'ici 2050 les 19 millions de logements construits avant 1975, pour qu'ils ne consomment « plus » que 80 kWh/m<sup>2</sup>/an d'énergie primaire, au lieu de 330 en moyenne aujourd'hui. Ainsi, lorsqu'un maître d'ouvrage veut rénover sa maison, il doit désormais respecter l'arrêté du 3 mai 2007 qui impose des caractéristiques thermiques minimales pour les équipements, installations ou systèmes nouvellement installés. Pour les bâtiments inférieurs à 1000 m<sup>2</sup>, elles sont largement inspirées des valeurs garde-fous de la réglementation thermique des bâtiments neufs (la RT 2005), qui prévoit les performances à atteindre « élément par élément » : parois opaques, parois vitrées, ventilation, chauffage, refroidissement, éclairage, eau chaude sanitaire, énergies renouvelables.

Par exemple :

- une résistance thermique R minimale de 2,3 m<sup>2</sup>.K/W pour les murs en contact avec l'extérieur.
- un coefficient maximum de transmission thermique U<sub>w</sub> des fenêtres avec menuiseries coulissantes de 2,6 W/m<sup>2</sup>.K.

Dépense moyennes pour un logement non isolé d'avant 1975





## Récapitulatifs des labels d'éco-construction

LABELS		DÉFINITION	INTÉRÊT POUR L'HABITANT
Labels spécifiques rénovation	BBC - Effinergie Rénovation: Bâtiment Basse Consommation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation maximale &lt; à <b>80 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b>, modulable selon la zone climatique</li> <li>• Production locale d'électricité (photovoltaïque, micro-éolien...) déduite des consommations qu'à partir de 12 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</li> <li>• Perméabilité à l'air &lt; 0,8 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aides financières</li> <li>• À l'abri des hausses de prix à venir de l'énergie</li> </ul>
	LRE : Label Rénovation Énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation globale &gt; <b>210 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b></li> <li>• Gain énergétique &gt; 50%</li> <li>• Consommation globale de <b>210 à 151 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b></li> <li>• Consommation globale de <b>150 à 101 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b></li> <li>• Consommation globale &lt; <b>100 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b></li> </ul>	
	RT dans l'existant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proche de la RT 2005 pour le neuf</li> </ul>	
Labels non applicables à la rénovation	BBC - Effinergie Neuf : Bâtiment Basse Consommation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de chauffage, d'ECS, de ventilation et d'éclairage : &lt; <b>50 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b> (modulable selon zones climatiques et altitude)</li> <li>• Étanchéité à l'air &lt; à <b>0,6 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup></b></li> <li>• Production locale d'électricité (photovoltaïque, micro-éolien...) déduite des consommations qu'à partir de 12 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</li> </ul>	<p>Selon les cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aides financières</li> <li>• À l'abri des hausses de prix à venir de l'énergie</li> <li>• Aides financières</li> <li>• À l'abri des hausses de prix à venir de l'énergie</li> <li>• Exonération de taxe foncière</li> <li>• Prêts à taux 0%</li> <li>• Majoration de 20% du COS de la maison</li> </ul>
	Maison Passive	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'énergie finale de chauffage &lt; <b>15 kWh/m<sup>2</sup> par an</b></li> <li>• Consommation d'énergie primaire &lt; <b>120 kWh ep/m<sup>2</sup>.an</b>, tous usages confondus</li> <li>• Étanchéité à l'air de n50&lt;0,6/h</li> </ul>	
	HPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'énergie primaire &lt; <b>de 10 %</b> aux bâtiments conventionnels (normes de références : RT 2005)</li> </ul>	
	THPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'énergie primaire &lt; <b>de 20 %</b> aux bâtiments conventionnels (normes de références : RT 2005)</li> </ul>	
	HPE EnR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Exigences du label HPE et réponse à 1 des 2 conditions suivantes :</b></li> <li>- Part de la consommation de chauffage par un générateur utilisant la biomasse &gt; 50 %</li> <li>- Système de chauffage relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60 % par des énergies renouvelables.</li> </ul>	
	THPE EnR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'énergie primaire &lt; 30% aux bâtiments conventionnels (norme de référence : RT 2005)</li> <li>• <b>Exigences du label HPE et réponse à 1 des 5 conditions suivantes :</b></li> <li>- Bâtiment équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% des consommations d'eau chaude sanitaire et de la consommation de chauffage par un générateur utilisant la biomasse &gt; 50%</li> <li>- Bâtiment équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% des consommations de l'eau chaude sanitaire et système de chauffage relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables</li> <li>- Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% de l'ensemble des consommations de l'eau chaude sanitaire et du chauffage</li> <li>- Le bâtiment est équipé d'un système de production d'énergie électrique utilisant les énergies renouvelables assurant une production annuelle d'électricité de plus de 25kWh/m<sup>2</sup> SHON en énergie primaire</li> <li>- Le bâtiment est équipé d'une pompe à chaleur devant répondre à des caractéristiques minimums de référence.</li> </ul>	

Cref = consommation de référence inscrite dans la RT, exprimée en kWh, Cep = consommation en énergie primaire du bâtiment, exprimée en kWh

Coefficient de transformation en énergie primaire de l'énergie bois = 0,6

Coefficient de transformation pour le fioul et le gaz : 1kWh d'énergie finale = 1kWh d'énergie primaire

Coefficient de transformation pour l'électricité : 1kWh d'énergie finale = 2,58 kWh d'énergie primaire

Sources: [www.effinergie.org](http://www.effinergie.org) ; [www.ressourceo.com/label\\_renovation\\_performance\\_energetique\\_ecologique.php](http://www.ressourceo.com/label_renovation_performance_energetique_ecologique.php) ; <http://pagesperso-orange.fr/archicaro/accueil%20MP.htm> ; [www.cerqual.fr/institutionnel\\_cerqual/actualites/nouveau\\_label\\_energetique.pdf](http://www.cerqual.fr/institutionnel_cerqual/actualites/nouveau_label_energetique.pdf)

- des équipements de chauffage avec un rendement minimum (les chaudières basse température ou à condensation satisfont à cette exigence), une régulation obligatoire, et des émetteurs de chaleur avec une régulation ou un thermostat.
- l'utilisation d'énergies renouvelables. Le rendement minimal autorisé ne concerne pour l'instant que les chaudières bois.

Les travaux envisagés vont dépendre aussi du budget, du temps de retour souhaité, des apports autres qu'énergétiques et des contraintes techniques ou architecturales. Le but de cette réglementation est d'inciter à atteindre d'emblée un niveau élevé de performance pour l'élément remplacé, afin de ne pas faire l'effort à moitié en ne mettant pas assez d'épaisseur d'isolant par exemple. D'autre part, pour réduire ses factures énergétiques, plus le prix de l'énergie augmente, plus de fortes épaisseurs deviennent rentables, d'autant que le prix des matériaux devient souvent secondaire.

### Le diagnostic de performance énergétique

Désormais, pour les locations (depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2007), transactions (depuis le 1<sup>er</sup> novembre 2006) et constructions, le locataire, l'acheteur ou le maître d'ouvrage se verront remettre un diagnostic de performance énergétique (DPE). Ce document indiquera la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment, et une classification afin que les consommateurs puissent comparer et évaluer la performance énergétique. Ce document sera accompagné de recommandations destinées à améliorer cette performance.

### Les certifications, labels et normes



#### L'éco-label européen

La « fleur » de l'Europe se trouve sur certaines peintures, vernis et revêtements de sol qui présentent une bonne performance pour une utilisation en extérieur, un usage limité de substances dangereuses, une faible teneur en solvant, une consommation d'eau et d'énergie limitée lors de la fabrication, etc.



#### Le label NF environnement

Cet éco-label français reconnu par les pouvoirs publics est certifié par un organisme indépendant, l'Afaq Afnor certification. Son objectif est de guider le choix des consommateurs tout en encourageant les industriels à améliorer la qualité écologique de leurs produits. Il certifie des produits qui présentent des impacts moindres sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie et une aptitude à l'usage au moins équivalente à celle d'autres produits similaires. Les caractéristiques certifiées peuvent être consultées sur le site Internet [www.ecolabels.fr](http://www.ecolabels.fr).



#### La certification Acermi (Association pour la certification des matériaux isolants)

La **certification Acermi** des isolants complète le marquage CE de ces produits, obligatoire depuis mars 2003. Toutes les caractéristiques déclarées sont certifiées : elles sont à minima la résistance thermique avec la conductivité thermique, le comportement à l'eau, le comportement mécanique et, selon les cas, la réaction au feu. Pour choisir le produit isolant selon son application, la certification Acermi comporte des niveaux de caractéristiques selon les normes européennes ou selon le classement Isole, qui précise l'aptitude à l'emploi du produit. Pour en savoir plus : [acermi.cstb.fr](http://acermi.cstb.fr).

### Les avis techniques CSTB

La commission du CSTB, composée d'une vingtaine de groupes d'experts représentant les constructeurs, gère la délivrance des ATec (avis techniques) et des DTA (documents techniques d'application) dans des domaines d'application très larges : structures, isolation thermique et acoustique, traitement des eaux, revêtement de sols, baies et vitrages, installation de génie climatique...

L'avis technique est destiné à fournir une opinion autorisée sur les produits, procédés et équipements des différents fabricants, en définissant très précisément leur emploi. Il indique notamment dans quelles mesures le procédé ou produit « satisfait à la réglementation en vigueur, est apte à l'emploi en œuvre, dispose d'une durabilité en service ». Les avis techniques sont des documents d'information. Ils ne sont pas obligatoires et n'ont aucun caractère réglementaire particulier.

### Les fiches de déclarations environnementales et sanitaires (FDES)



Elles permettent d'obtenir des informations pertinentes et fiables :

- sur les impacts environnementaux des produits à chaque étape de leur cycle de vie : fabrication, transport, mise en œuvre, vie en œuvre, fin de vie ;
- utiles à l'évaluation du risque sanitaire : émissions de substances dangereuses réglementées, CO, rayonnements, etc., contribution à la qualité sanitaire de l'eau ;
- utiles à l'évaluation du confort dans les espaces intérieurs.

Pour en savoir plus : [www.afnor.org/construction.asp](http://www.afnor.org/construction.asp).

Pour faire une évaluation de l'ensemble d'un bâtiment (site en phase d'expérimentation) : [ese.cstb.fr/elodie](http://ese.cstb.fr/elodie).

### La certification NF Maison individuelle démarche HQE



Proposant de garantir la qualité du projet de construction, la qualité de vie dans la maison et le respect de l'environnement, les représentants des consommateurs et les professionnels ont associé la démarche Haute qualité environnementale avec une marque de qualité en maisons individuelles : la certification NF Maison individuelle, pour créer la marque NF Maison individuelle démarche HQE®. Mise en place par l'organisme Céquami, elle offre une liste de constructeurs, un référentiel, des contrôles sur dossier et site, le choix des cibles et la notation du projet avec le constructeur. Pour en savoir plus : [www.mamaisoncertifiee.com](http://www.mamaisoncertifiee.com).

### La marque «Ô Solaire – Référencement Enerplan»



Créée par l'association professionnelle de l'énergie solaire (Enerplan) pour la qualité des équipements solaires thermiques domestiques, elle garantit la conformité du matériel et des prescriptions vis-à-vis de la réglementation française et des normes européennes. La marque «Ô Solaire – Référencement Enerplan» est utilisée comme référentiel par les installateurs Qualisol ainsi que par les collectivités locales pour l'octroi des aides solaires aux particuliers. Elle est également un «facilitateur du crédit d'impôt».

### La certification CSTBat ou Solar Keymark



Elle définit les panneaux solaires thermiques éligibles au crédit d'impôt.

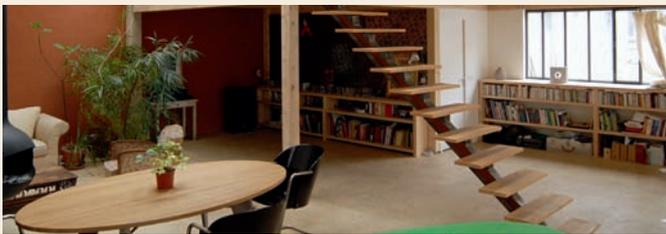
### La démarche qualité PAC



Elle s'applique aux pompes à chaleur, et définit les matériels et installateurs certifiés.

Elle est composée de deux volets indissociables : le marquage NF PAC pour le matériel et l'appellation Qualipac pour l'installateur. Aujourd'hui, l'Association française pour les pompes à chaleur (Afpac) annonce que l'Afaq Afnor a délivré la marque NF PAC à 50 gammes de matériels, tandis que 146 installateurs contrôlés par l'Apave sont reconnus comme spécialistes de la pompe à chaleur grâce à l'appellation Qualipac (liste consultable sur le site [www.afpac.org](http://www.afpac.org)).





Deuxième partie

# Exemples de construction

# Une construction rapide et saine avec des panneaux de bois



*Mots-clés : maison passive, panneaux de bois préfabriqués, bioclimatique, chauffe-eau aérosoilaire, ventilation double flux, laine de bois, cellulose*

Jean-Philippe Thomas est un jeune architecte qui compte déjà plusieurs réalisations de bâtiments publics novateurs en termes de solutions constructives et esthétiques, et d'économies d'énergies. Pour sa maison, il n'a pas dérogé à cette ligne de conduite et s'est lancé dans l'expérimentation d'un bâtiment passif basé sur un système constructif préfabriqué, les panneaux de bois isolants. Ce type de construction bois industrialisée est très performant en matière d'isolation.

Tout commence de façon presque fortuite, par la rencontre de l'architecte avec un très beau terrain à 4 km de Reims. Un ami notaire lui signale une parcelle à vendre dans une grande propriété bourgeoise du petit village de Champigny-sur-Vesle. L'ancien parc du manoir, ombragé de grands arbres majestueux, descend en pente douce vers les champs et les forêts au loin. Le caractère inattendu et privilégié de la découverte, le site, grandiose et un peu secret, en retrait et à l'abri des regards dans ce village de lotissements champignons au milieu des champs, font que Jean-Philippe a le coup de foudre.

## Fiche technique

Champigny-sur-Vesle (Marne)

Maison de 160 m<sup>2</sup> habitables, 20 m<sup>2</sup> d'atelier

Terrain : 1475 m<sup>2</sup>

Projet : avril 2006 à janvier 2007

Chantier : avril 2007 à juillet 2007

Coût des travaux : 255 100 € TTC (hors honoraires architecte, terrain et mobilier)

Maison en panneaux de bois massifs pour les planchers et les murs; parement intérieur de finition en sapin pour les plafonds; couverture membrane PVC et végétalisation extensive; isolation en cellulose dans les caissons (22 cm pour le plancher et la toiture) et à l'extérieur des murs (18 cm de fibre de bois en façade); bardage en Douglas traité avec un glacié d'imprégnation hydrofuge; parquet en chêne (essence locale); portes et menuiseries en chêne (essence locale) avec double vitrage anti-effraction faiblement émissif à lame d'argon; chauffage solaire passif par baies au sud; ventilation à double flux;

radiateurs électriques d'appoint par convection dans les chambres; ballon d'eau chaude aérosoleaire; poêle à bois prévu.

### Intervenants

**Architecte :** Jean-Philippe Thomas

AAT architecture

219, bd Charles-Arnould – 51100 Reims

Tél. : 03 26 404 405

dfvt-architecture.com

**Charpentier (menuiseries intérieures et menuiseries extérieures) :** Émilien Espuche

4, hameau Monthierrault

10130 Ervy-le-Chatel

Tél. : 03 25 73 84 01

**Structure en métal (structure pilotis) :** AFM

Impasse des coteaux – 51140 Muizon

Tél. : 03 26 02 91 13

**Toiture végétalisée :** Soprema

19, rue Gabriel-Voisin, BP 338

51688 Reims Cedex 2

Tél. : 03 26 87 92 92

**Chauffage et ventilation :** Serip

ZI de Oiry, avenue Pierre-et-Marie-Curie

51530 Oiry

Tél. : 03 26 57 57 11

### Détail des coûts TTC (19,6%)

Fondations, gros œuvre, voiries et réseau.....	22 900 €
Ossature bois, menuiseries extérieures et intérieures.....	144 700 €
Charpente métallique (pilotis).....	9 700 €
Étanchéité.....	16 800 €
Plomberie, ventilation.....	27 500 €
Carrelage.....	4 200 €
Peinture.....	9 000 €
Électricité.....	20 300 €



Il dit «oui» dans l'instant. Pourtant, il vient à peine de terminer la rénovation de la maison qu'il occupe dans le centre de Reims avec sa femme, Florence, et leurs fils. Leur habitation, d'une surface généreuse, dispose même d'un petit jardin – mais elle est située dans une rue très bruyante.

La première réaction de sa femme est la réticence : déménager alors qu'ils viennent juste de s'installer ! Et comment financer l'opération ? Jean-Philippe parvient à la convaincre en faisant valoir le prix attractif du terrain, le calme et le contact privilégié avec la nature qu'il offre, la proximité de Reims et de l'agence où ils travaillent tous les deux, et l'assurance de ne pas voir cet environnement défiguré. Le terrain est très grand, et, même si une majeure partie est inconstructible (les arbres sont classés et représentent 40% de la surface), il y a largement la place pour trois maisons. Jean-Philippe choisit la parcelle la plus petite mais aussi la plus en retrait, au bout de l'allée : une bande de 75m de long environ et de 20m de large. Il négocie d'être l'architecte des deux autres parcelles, afin de s'assurer de leur implantation cohérente et harmonieuse dans le site.

## À conception simple, exécution rapide...

Les trois maisons sont donc implantées sur une bande constructible de 20m de large, en haut d'une pente qui descend vers le nord, face aux arbres et au paysage rural en contrebas. Elles sont accolées sur une partie au moins pour densifier la surface constructible, offrir une continuité du front bâti et, dans le même temps, limiter les déperditions thermiques en réduisant les surfaces des murs extérieurs. Ce principe évite éga-

lement l'effet d'étalement produit par les lotissements, où les maisons sont au centre de la parcelle, typologie très consommatrice d'espace. Néanmoins, l'hétérogénéité des revêtements – bardage en bois ou maçonnerie enduite – et de la volumétrie offre une variété d'aspect à ce front bâti.

Le postulat du projet est fixé très vite : **tester la construction en bois industrialisée, qui permet d'obtenir un temps de construction très court, et, grâce aux très bonnes performances thermiques de ce procédé, chercher à réaliser une maison passive.** Autre atout de ce matériau, il permet d'obtenir un habitat sain. Après avoir visité et analysé des constructions de la région autrichienne du Voralberg, réputée pour son architecture contemporaine en bois très performante en matière d'économie d'énergie, Jean-Philippe décide d'avoir recours au système des panneaux de bois massifs, filière de construction sèche développée en Suisse, en Autriche et en Allemagne.

De l'idée de faire un projet rapide découle logiquement la conception d'un plan très simple, avec au rez-de-chaussée les pièces de vie et à l'étage la partie nuit, et la volonté d'être le plus neutre possible face à la présence forte de ce terrain. Il n'y a pas de garage, mais, à la place, un atelier qui sert de pièce à tout faire. Cependant, le premier projet se révèle plus cher que le budget prévu : 310 000 € au lieu de 250 000 €.

Entre-temps, Jean-Philippe a voyagé en Australie et y a rencontré le célèbre architecte Glenn Murcutt. Il a été marqué par le lien fort qu'entretennent ses bâtiments avec leur site. Il se remet à l'ouvrage, et l'idée s'impose vite de poser la maison sur une structure légère, pour «effleurer» le terrain et limiter ainsi le gros œuvre. La partie constructible, qui ne représente que 15% de la surface totale, présente un dénivelé de 1,40m rattrapé par un soubassement très léger de pilotis métalliques.



Il supprime également les espaces de circulation verticaux en optant pour un plan sur un seul niveau, en L, afin que chaque pièce bénéficie d'un accès direct vers l'extérieur. **La maison s'appréhende alors comme un parcours linéaire, avec un point d'articulation central.** «Elle oblige à des croisements de flux, à des changements d'usage», explique Jean-Philippe. L'angle structure le passage entre l'espace diurne – le petit côté, un vaste espace ouvert – et les espaces nocturnes, avec trois chambres et deux salles de douche orientées à l'ouest. L'étude des apports solaires est également plus approfondie : **l'angle intérieur du L, point névralgique, est exposé au sud et à l'est** (alors que le premier projet était orienté est-ouest), et **concentre les rayons du soleil grâce à des parois entièrement vitrées qui optimisent les apports solaires passifs.**

L'aspect bioclimatique de la maison est aussi renforcé avec **une avancée de toiture de 1,40m au-dessus la grande baie sud du séjour, pour protéger des surchauffes en été.** Néanmoins, le séjour bénéficie également d'une grande ouverture au nord pour profiter de la vue sur le paysage. Bien que celle-ci soit un non-sens thermique, elle apporte un agrément visuel très appréciable. Elle est en grande partie fixe pour limiter les déperditions.

## La maison passive

Dans le contexte actuel de sobriété énergétique, et au vu de l'objectif ambitieux fixé par le Grenelle de l'environnement d'avoir un tiers des bâtiments neufs à basse consommation ou à énergie positive dans cinq ans, la maison passive est un concept d'actualité, venu d'Allemagne. Elle est souvent définie par sa performance énergétique : 15kWh/m<sup>2</sup>.an pour le chauffage et une consommation d'énergie primaire inférieure à 120 kWh/m<sup>2</sup>.an. Pourquoi ce chiffre ? Selon le site Internet Lamaisonpassive.fr, « au-dessous de cette valeur, une maison n'a plus besoin d'avoir de système de chauffage indépendant : (...) les apports du soleil et ceux des habitants suffisent à maintenir une température agréable toute l'année ». Mais, selon le professeur Wolfgang Feist, de l'institut Passivhaus de Darmstadt en Allemagne, la maison passive est bien plus que cela : c'est un « concept global pour un confort élevé dans lequel le bien-être thermique est réalisé uniquement par le réchauffement ou le refroidissement de l'air entrant nécessaire pour que la qualité de l'air soit respectée, sans qu'une aération supplémentaire soit nécessaire ».

Pour atteindre cette performance, une très bonne isolation n'est pas suffisante – le U des murs doit être de 0,13 W/m<sup>2</sup>/K, soit l'équivalent de 30 cm d'isolant courant. Il faut la combiner avec une conception architecturale adaptée : orientation du bâtiment au sud pour bénéficier d'apports solaires passifs, et compacité du bâtiment pour limiter les surfaces de façades et donc les pertes thermiques. Une excellente étanchéité à l'air est également indispensable, ainsi que la suppression des ponts thermiques. Le U des fenêtres doit être de 0,85 W/m<sup>2</sup>K, d'où un triple vitrage haute performance (argon et faiblement émissif) et un cadre isolé ; elles doivent être bien orientées.

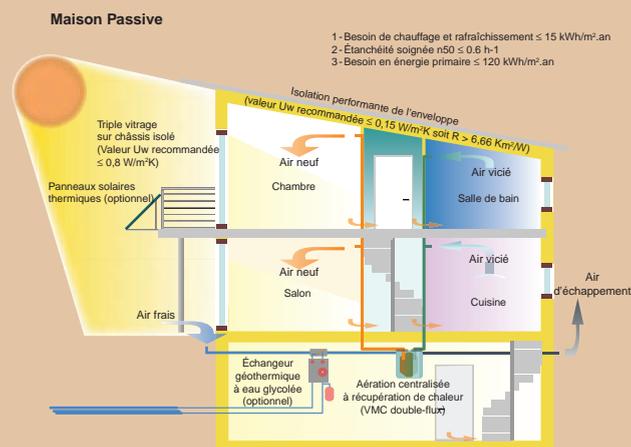
En raison de l'étanchéité des murs et des fenêtres, la ventilation est indispensable pour renouveler l'air. La ventilation double flux apparaît alors comme impérative pour récupérer la chaleur de l'air sortant, avec si possible des ventilateurs à courant continu et faible consommation, et des tuyaux à faible perte de charge.

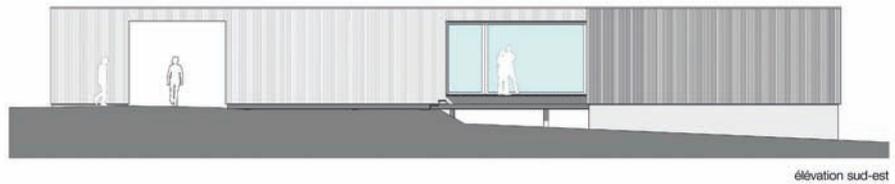
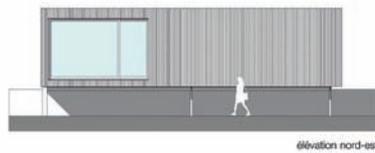
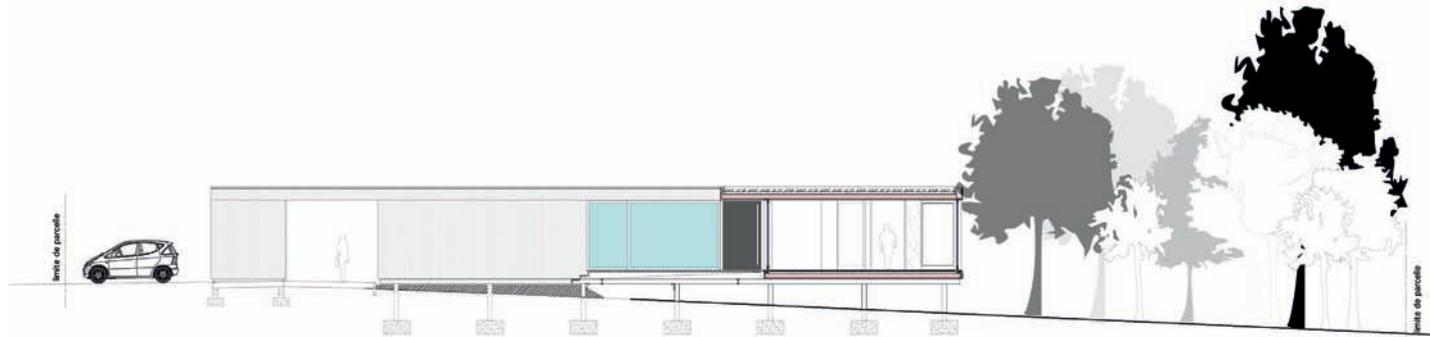
Un chauffage d'appoint est néanmoins nécessaire, contrairement à ce qu'on lit parfois. L'idée développée par l'institut de Darmstadt est que, comme il est indispensable de ventiler artificiellement, l'idéal est de faire d'une pierre deux coups en utilisant cette ventilation pour le chauffage : il s'agit de chauffer l'air entrant. Pour cela, les besoins ne doivent pas excéder 10 W/m<sup>2</sup> habitable. On économise ainsi sur l'installation d'un système de chauffage parallèle à celui de la ventilation, ce qui représenterait un coût très élevé et difficile à amortir. Plusieurs systèmes sophistiqués développés en Allemagne, en Belgique ou en Suisse utilisent par exemple l'eau chaude des panneaux solaires couplés à une pompe à chaleur pour chauffer l'air, mais ils restent marginaux et quasiment inconnus en France.

Ces conditions contribuent au bien-être thermique : il n'y a ni différence de température entre le bas et le haut des pièces, ni mouvements d'air, puisque toutes les parois (murs, sols, plafonds, fenêtres), très bien isolées, sont quasiment à la même température que l'air ambiant. Pourtant, comme on le voit dans ce premier exemple, on peut se poser la question du chauffage d'appoint, insuffisant lorsqu'il n'y a pas de soleil pen-

dant plusieurs jours, et qui fait souvent appel à l'électricité, très consommatrice d'énergie primaire. C'est pourquoi il est important de faire appel aux énergies renouvelables pour l'eau chaude et l'appoint de chauffage, et d'être vigilant quant à la consommation des équipements électriques... et, avant tout, à la sobriété de leur usage. D'autre part, aucune indication n'est donnée quant à l'inertie du bâtiment, question pourtant essentielle pour le confort et les économies d'énergie.

Ce modèle, très poussé d'un point de vue technique, paraît encore difficile à réaliser en France. Même si Jürgen Schnieders, de l'institut Passivhaus, affirme que le surcoût n'est que de 5 à 10% par rapport à une maison standard allemande, cela paraît difficile chez nous : la fédération des promoteurs constructeurs l'estime par exemple à 15% pour les bâtiments à basse consommation ayant une consommation de 50 kWh/m<sup>2</sup>.an ! La maison passive impose également des habitudes de vie différentes, comme de ne pas ouvrir les fenêtres pour ventiler.





Lorsqu'on arrive de la rue, l'angle intérieur s'offre en premier au regard, formant un jardin clos ensoleillé, intime et maîtrisé. Il sera aménagé dans l'esprit des jardins japonais, avec un délicat érable du Japon, un travail sur le sol (pavage et éclats de schiste) et une fontaine d'ablution (tsukubai), et contrastera avec les grands arbres sombres et les fleurs de sous-bois de la forêt que l'on aperçoit à travers la maison. Celle-ci joue un rôle de filtre que l'on doit traverser pour accéder au reste du terrain, créant des effets de transparence et d'interpénétration entre le «dedans» et le «dehors». Une passerelle de bois cheminant entre les arbres est prévue depuis l'ouverture nord. Le toit végétalisé contribue également à favoriser la présence du végétal.



Une construction rapide et saine avec des panneaux de bois





## Les travaux

Jean-Philippe choisit le système constructif mis au point par Lignotrend, un fabricant allemand, dont le procédé alvéolaire permet l'insertion des fluides et des gaines dans les panneaux de paroi. Pour les murs, l'isolant est placé à l'extérieur des panneaux de 9 cm d'épaisseur, puis est protégé par un pare-pluie et un bardage. Ici, ce sont 18 cm de laine de bois qui ont été posés. Les planchers, eux, sont formés de caissons en bois

dans lesquels ont été insufflés 22 cm de cellulose. Sur la toiture sont posés un isolant supplémentaire en polyuréthane de 10 cm, puis une étanchéité et 8 cm de terre. **La toiture végétalisée permet aussi de limiter les chocs thermiques et d'améliorer l'inertie du bâtiment.**

Le bardage est en Douglas raboté sur une face et traité avec un produit déperlant qui lui donne une teinte noire. En définitive, c'est la face brute qui a été posée vers l'extérieur, car Jean-Philippe, en la voyant sur place, l'a trouvée beaucoup plus belle que la face rabotée!

Le système constructif choisi impose néanmoins quelques contraintes : les panneaux sont d'une largeur constante de 65 cm, et, si l'on veut avoir une finition bois apparente, il est impossible de faire des faux plafonds ou des contre-cloisons. Le choix a donc été de faire passer toutes les gaines de ventilation et les évacuations sous le plancher, puisque celui-ci est surélevé par rapport au sol. Pour obtenir le permis de construire, Jean-Philippe a fait un travail indispensable de sensibilisation auprès de la mairie, qui était réticente vis-à-vis de la toiture-terrasse végétalisée

## La construction en panneaux de bois massifs

Ces grands panneaux sont composés de plusieurs épaisseurs de planches de bois (souvent de l'épicéa) contrecollées et croisées pour former des panneaux de murs et de planchers porteurs ayant une très bonne stabilité dimensionnelle, et autorisant de grandes portées et beaucoup de liberté dans les ouvertures. Ces panneaux permettent l'expression d'un langage architectural contemporain et valorisent les qualités du bois. En effet, le bois est doté d'une bonne résistance mécanique, d'une bonne inertie et de capacités isolantes bien supérieures à celles du voile de béton, dont il reprend le principe structurel. Il est également léger, donc facile à transporter et à manipuler. L'avantage est surtout, comme pour la construction à ossature bois, de pouvoir préfabriquer les murs et les cloisons en atelier dans de bonnes conditions : plus de précision et de mécanisation, un travail plus confortable et moins dangereux, une réduction du temps de chantier, avec ses aléas techniques et climatiques, et du coût de transport. Certains fabricants expérimentent même la préfabrication de modules en trois dimensions,

parfois entièrement finis et équipés. Cela implique en revanche une fabrication pointue avec des moyens techniques importants pour découper, assembler et coller, tout en contrôlant l'hygrométrie et la température des locaux.

Les colles utilisées sont à base de mélamine ou de polyuréthane. Elles sont issues de la pétrochimie, mais ne dégagent pas de formol : tous les panneaux sont classés E0, la classe d'émission européenne la plus faible (il y en a cinq). Un fabricant, Massive-Holz-Mauer, propose même des panneaux sans colle, les planches étant assemblées par des tourillons en bois.

Les panneaux permettent également un habitat sain grâce au caractère hygroscopique du bois, qui lui permet de réguler les transferts d'humidité de l'air intérieur vers l'extérieur et de favoriser ainsi une bonne hygrométrie à l'intérieur de la maison.

Ils peuvent même être livrés avec un parement intérieur de finition en sapin, lisse ou rainuré pour une meilleure performance acoustique : les murs et les plafonds sont prêts à être habités une fois assemblés ! On

économise ainsi sur le temps et le budget des finitions. Le bardage extérieur, ou toute autre finition, ainsi que l'isolant peuvent également être assemblés avant le montage sur le site. Ces éléments de parois préfabriqués en usine sont acheminés par camion, assemblés à l'aide d'une grue et mis hors d'eau en quelques jours au plus. Ce système permet également d'obtenir une bonne étanchéité à l'air, ce qui est primordial pour une isolation efficace, car l'assemblage est très précis, et le pare-pluie des murs et planchers est continu.

Six fabricants de systèmes de ce type sont distribués en France, avec chacun leur procédé propre : KLH, Lignotrend, Massive-Holz-Mauer, Binder Holz et Finnforest Merk. Les seuls inconvénients de la construction en panneaux de bois massifs résident dans son coût, plus élevé que celui de l'ossature bois, dans le transport sur de longues distances (il n'y a presque pas de fabricants en France à l'heure actuelle), et dans l'obligation de prévoir tout dans les moindres détails dès la conception (y compris les passages de réseaux, car quasiment aucune adaptation n'est possible a posteriori).





– une exception dans ce village de lotissements aux maisons néo-rurales. Le permis a finalement été accepté sans réserve. Le chantier commence en avril 2007 et trois mois plus tard, le 19 juillet, il est terminé. Le problème principal a été de faire respecter les délais à l'entreprise de structure métallique, car la livraison et la pose de la structure bois ne souffrent aucun retard : ils sont planifiés bien en amont.

Il a fallu deux semaines pour réaliser les réseaux et les fondations et une semaine pour monter la structure métallique. L'assemblage des panneaux de bois à l'aide d'une grue a duré deux jours et demi, avec simultanément la pose de l'étanchéité sur le toit et les murs. Un parement de bois en finition est posé sur les panneaux de plafond, mais il reste ensuite à installer les réseaux (passer les câbles électriques, poser les canalisations et les sanitaires) et à faire les autres finitions (doublages, peintures et pose du parquet).

Le plombier peut travailler indépendamment, puisque tout son réseau passe à l'extérieur sous la dalle de plancher. Les canalisations d'arrivées sont calorifugées

et un traceur électrique est posé le long de l'arrivée d'eau froide pour éviter qu'elle gèle. Les menuiseries sont en chêne de Champagne-Ardenne avec double vitrage faiblement émissif à lame d'argon. Le parquet est collé avec des colles sans dégagement de COV (composés organiques volatils) et protégé par une vitrification à base d'eau (parquet Huot).

## Se chauffer par la ventilation

L'étude thermique menée par le chauffagiste prévoit, en tenant compte des apports solaires passifs et du coefficient de résistance thermique des murs, que la maison consommera 25 kWh/m<sup>2</sup>/an pour le chauffage, soit presque le niveau d'une maison passive (15 kWh/m<sup>2</sup>/an). Le système de chauffage choisi est alors celui d'une ventilation à double flux à laquelle sont ajoutées des résistances électriques. Une des exigences de départ

étant d'avoir un air d'une bonne qualité, ce choix est approprié.

Trois convecteurs électriques sont également prévus dans les chambres et le bureau pour les périodes de froid intenses et prolongées, et pour les jours sans soleil. Les gaines de ventilation étant placées à l'extérieur, elles sont isolées, mais la déperdition est tout de même de 20%. L'étude prévoit en outre un puits canadien pour améliorer le système, mais, en raison de l'investissement élevé (6 000 €), cette solution est abandonnée. Enfin, pour l'eau chaude, un chauffe-eau aérosoilaire est prévu.

### La ventilation double-flux

Un groupe électrique régulé automatiquement par des sondes dans chaque pièce ventile l'habitation continuellement. L'air humide de la cuisine, de la salle de bains et des toilettes est aspiré et rejeté à l'extérieur via un réseau d'extraction. Avant d'être rejeté, cet air chaud transite par un échangeur thermique afin d'en récupérer les calories. De l'air neuf extérieur est aspiré, filtré et réchauffé par cet échangeur placé sous la maison, puis pulsé dans les pièces de vie – salon, chambre, bureau – par un autre réseau. Le rendement calorifique de l'échangeur thermique est de 80%. De plus, une batterie électrique principale consommant 24 W/m<sup>3</sup> est placée à la sortie de l'échangeur et chauffe l'air à 14°C. Des batteries électriques terminales installées juste avant le diffuseur de chaque pièce apportent le complément permettant d'atteindre 20°C. Elles consomment 10 W/m<sup>3</sup>, d'après l'étude thermique.



## Le chauffe-eau aérosolaire

Ce procédé encore confidentiel est prometteur. Il fonctionne comme un réfrigérateur inversé. Un petit capteur extérieur, placé sur un mur ou une toiture, associe le solaire et l'aérien (comme une pompe à chaleur) pour canaliser les calories par une plaque d'aluminium noire de 1,6m<sup>2</sup> dans laquelle circule un gaz comprimé. Ce gaz libère ces calories dans le ballon d'eau de 300 l grâce à un compresseur électrique, qui consomme 390 W/h (soit environ 90 € sur l'année en 2007). Le rendement est intéressant, de 4 à 9 W pour 1 W consommé selon le fabricant.

Ce chauffe-eau aérosolaire présente l'avantage de fonctionner toute l'année, la nuit comme le jour, quelle que soit la météo. Il peut être placé à l'est ou à l'ouest, contrairement aux panneaux solaires thermiques. La consommation du compresseur est beaucoup plus faible que celle de la résistance électrique d'un ballon courant, mais l'investissement de départ est plus de dix fois supérieur ! La rentabilité est donc à très long terme, mais, comme pour le chauffage solaire thermique, ce n'est pas le but premier.



## Bilan instructif pour conception à optimiser

Après un hiver dans la maison, le bilan est très instructif. En termes de qualité de vie, c'est pour les Thomas un réel bonheur de vivre dans le silence et la nature environnante, de profiter de la présence du bois, de la qualité de la lumière et de l'air, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. «C'est un vrai changement de vie», dit Jean-Philippe, élevé à la campagne et pour qui c'est un «retour aux sources, un ailleurs retrouvé». Chez eux, ils se sentent dans une ambiance très apaisante.

Concernant l'aspect thermique en revanche, les prévisions se sont révélées plus optimistes que la réalité. L'hiver ayant connu de longues périodes de froid humide et sans soleil (cinq semaines), le système de ventilation à double flux renforcé fut nettement insuffisant pour

chauffer le séjour – les chambres étant dotées de convecteurs électriques, elles n'ont pas eu ce problème. La température a atteint difficilement les 19°C. Les surfaces vitrées, même performantes, sont quand même importantes (70m<sup>2</sup>), et renforcent la sensation d'inconfort avec l'effet de paroi froide. Ils ont consommé 60 kWh/m<sup>2</sup>/an au lieu des 25 kWh/m<sup>2</sup>/an prévus, ce qui toutefois reste faible. Le système va donc être amélioré par l'installation d'un poêle à bois à haut rendement dans le séjour. Par ailleurs, il a fallu ajouter des pièges à sons dans les caissons de ventilation, trop bruyants.

Si c'était à refaire, avec l'expérience, Jean-Philippe installerait les gaines de ventilation à l'intérieur, dans un coffrage, pour éviter les déperditions importantes liées à leur installation à l'extérieur. Mieux encore, avec un budget plus conséquent, il ajouterait à la ventilation double flux un plancher chauffant alimenté par une pompe à chaleur (il n'y a pas de réseau de gaz), car le chauffage

par l'air est moins confortable. L'idéal serait aussi d'apporter un peu plus d'inertie au bâtiment par un mur en maçonnerie à la place de la cloison de l'entrée, face à la grande baie exposée sud-est, et d'ajouter une isolation supplémentaire de 30 mm au plancher pour homogénéiser et renforcer l'isolation au sol.

Quant à la technique des éléments préfabriqués en bois, si elle est très satisfaisante pour la rapidité et la précision de la mise en œuvre, Jean-Philippe choisirait aujourd'hui un système offrant plus de souplesse dans les dimensions et les portées des panneaux. Cette technique oblige aussi à une grande précision et nécessite donc beaucoup d'études en amont pour la conception, ce qui implique de ne pas changer de système constructif, ni même de fabricant, en cours de route. Désormais, il ne construit plus qu'en bois, mais il a parfois du mal à trouver des entreprises ayant le savoir-faire pour ce type de constructions, qui ne laisse pas de place à l'improvisation.



Une construction rapide et saine avec des panneaux de bois







# Bioclimatique et briques... alvéolaires



*Mots-clés : bioclimatique, solaire passif, briques alvéolaires, laine de chanvre, poêle de masse, récupération des eaux de pluie*

Originaires de Champagne, Virginie et Olivier se sont rencontrés en Afrique, où ils ont vécu quelques années. Rentrés en France, ils ont l'opportunité d'aller vivre en Haute-Savoie. C'est en y rencontrant un charpentier qui démonte de vieux chalets en Suisse et les remonte en France que naît leur envie de construire un foyer pour leur famille. Ils sont également séduits par les maisons en bois contemporaines et lumineuses d'un constructeur à Annecy, mais ils ne sont pas sûrs de vouloir rester dans cette région.

## Fiche technique

Lavannes (Marne)

Maison de 175m<sup>2</sup> habitables (dont une serre de 8m<sup>2</sup>), 78m<sup>2</sup> de sous-sol, abri voiture

**Terrain** : 1823m<sup>2</sup> + 400m<sup>2</sup> plus tard

**Projet** : fin 1999 à juin 2000

**Chantier** : novembre 2000 à octobre 2001

**Coût total** : 264 000 € TTC

**Coût des travaux** : 243 200 € TTC (hors honoraires architecte, terrain et mobilier)

Maison en briques alvéolaires de 37,5 cm d'épaisseur avec enduits intérieurs au plâtre et extérieurs à la chaux; charpente et poutres des planchers en sapin du Nord; couverture en tuiles de terre cuite; isolation thermique sous les combles en laine de chanvre (20 cm); peintures naturelles; parquet en pin des Landes à l'étage et sol en terre cuite au rez-de-chaussée; volets en sapin, portes et menuiseries en pin des Landes avec doubles vitrages; chauffage solaire passif par une verrière au sud; poêle de masse (Tulikivi), radiateurs électriques radiants à l'étage; citerne existante de récupération des eaux pluviales pour le jardin.

### Intervenants

**Architecte** : Yannick Champain

83, rue Saint-Waast

02460 La-Ferté-Million

Tél. : 03 23 72 37 31

**Fumiste** : Cheminée création

SARL Gérard Laforge

21, route de Reims – 02200 Soissons

Tél. : 03 23 75 00 71

**Charpentier** : JLB Charpente

2, chemin des Pierriers

02330 Saint-Aignan

Tél. : 03 23 82 00 98

**Bureau d'études thermiques** : Izuba énergies

Parc technologique et environnemental (écosite)

Route des Salins, BP147 – 34140 Mèze

Tél. : 04 67 18 62 20

www.izuba.fr

### Détail des coûts TTC (19,6%)

Honoraires architecte (mission

complète, y compris BET

thermique)..... 21 000 €

Terrassement, assainissement, sols

extérieurs, réseaux et regards..... 7 900 €

Branchement eau..... 1 219 €

Gros œuvre (fondations, plancher

hourdis, murs en briques alvéolaires,

cloisons et enduits intérieurs

plâtre teinté)..... 7 900 €

Charpente, isolation et habillages

intérieurs..... 41 400 €

– lambris bois sous la charpente

(chambre parents)

– planchers étages (panneaux

agglomérés et poutres)

– cloisons intérieures ossature

bois avec laine de lin

Enduits extérieurs..... 16 700 €

Menuiseries extérieures, portes

et escalier en bois..... 51 800 €

Volets roulants..... 2 140 €

Couverture, zinguerie

et descentes eaux pluviales..... 19 300 €

Poêle de masse..... 9 200 €

Électricité..... 11 400 €

Sanitaires et raccordement

plomberie..... 9 450 €

Carrelage faïence..... 610 €



## Genèse d'un projet écologique...

Ces premiers contacts avec l'architecture en bois, matériau chaleureux et sain, ainsi que leur abonnement à la revue *Les Quatre Saisons du jardinage*, très axée sur l'écologie, les sensibilise dès le début à une démarche respectueuse de l'environnement et de la santé. Cette envie est renforcée par l'attente de leur premier enfant et le souhait de l'accueillir dans de bonnes conditions. Ils décident finalement de s'installer dans leur région d'origine, où ils ont l'opportunité de disposer d'un terrain familial constructible à côté de Reims, dans le village

de Lavannes, où vit la mère de Virginie. Le terrain en question bénéficie d'une situation privilégiée, au cœur de ce petit village entouré de grandes étendues agricoles qui a souffert de nombreuses destructions lors la Première Guerre mondiale. Il s'agit d'anciens terrains maraîchers qui s'étendent de la rue jusqu'au centre d'un îlot de maisons. De belles dimensions (presque 2000 m<sup>2</sup>), la parcelle forme une bande de 10m de large environ qui s'élargit ensuite et bénéficie d'une vue imprenable sur l'église, quasiment le seul bâtiment qui soit resté debout après les bombardements (ou presque, car elle a été en partie reconstruite). C'est encore dans *Les Quatre Saisons du jardinage* qu'ils voient en 1999 une annonce pour le Salon habitat sain et qualité de vie à Château-Thierry, organisé par l'association Vie

et Paysages. On peut y entendre des conférences sur les matériaux, la conception bioclimatique, le traitement naturel des eaux usées... Ils y découvrent le principe des constructions en briques alvéolaires (connues aussi sous le nom de alvéolaire, voir encadré de la page suivante), qu'ils trouvent très intéressant. Ils rencontrent également le représentant des poêles de masse Tulikivi et sont enthousiastes à l'idée de chauffer toute la maison avec ce système très performant, dont l'inertie permet une bonne régulation de la chaleur tout au long de la journée.

### Une rencontre décisive avec l'architecte

C'est lors de cette manifestation qu'ils font la connaissance de Yannick Champain, l'archi-

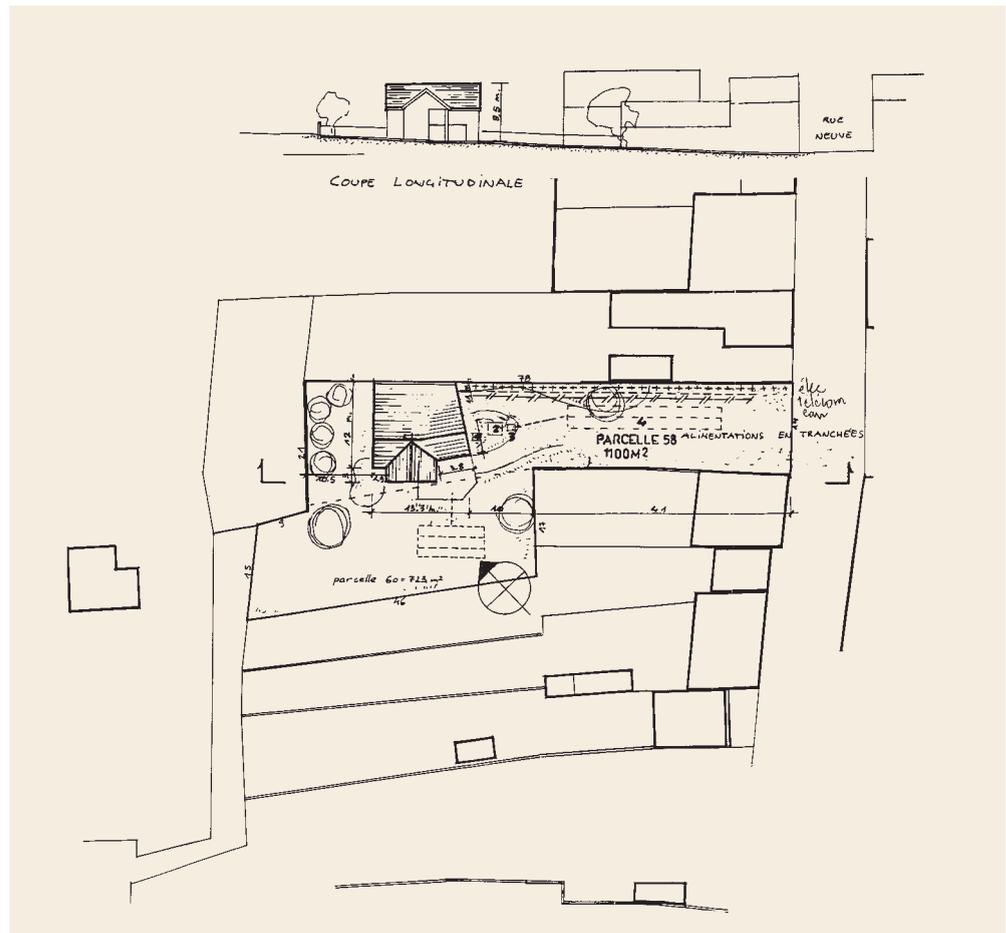


tecte qui va concevoir leur maison. Le courant passe bien entre eux, car Yannick, qui a participé à l'organisation du salon, travaille dans un esprit respectueux de l'environnement, aussi bien naturel qu'historique. Il est proche en effet de l'association Maisons paysannes de France, qui s'est donné pour mission de sauvegarder le patrimoine rural et qui donne des conseils aux particuliers souhaitant restaurer une maison ancienne.

Le programme de Virginie et Olivier est déjà établi avec précision quand ils commencent à exposer à Yannick Champain leur projet de maison. Ils souhaitent de grandes baies vitrées comme dans les maisons en bois vues à Annecy, une vaste pièce à vivre au rez-de-chaussée regroupant le séjour, la salle à manger et la cuisine, avec le réfrigérateur à part (pour des raisons de bruit et parce qu'ils ont lu qu'il était préférable qu'il soit dans une pièce non chauffée), cinq chambres (ils ont aujourd'hui quatre enfants, Alphé, Joaline, Suzanne et Andéol), un bureau, pas de pièces mansardées ni de fenêtres de toit pour éviter les surchauffes en été, un sous-sol pour les vélos et un grenier pour tout ranger. Ils souhaitent également une aspiration centralisée qui évite de déplacer l'aspirateur, et un poêle de masse. Le budget dont ils disposent est alors de 122 000 € (800 000 F à l'époque).

## Une implantation bien étudiée pour une conception bioclimatique

Une fois le programme connu, Yannick commence par réaliser une série d'études afin de déterminer le meilleur emplacement de la maison sur le terrain, en accord avec la



démarche bioclimatique qui est la sienne. En préalable impératif, une courbe d'ensoleillement lui permet de connaître la zone la plus exposée au soleil. En effet, à part un mois à l'ombre de l'imposant clocher (au moment du solstice d'hiver), la maison est ensoleillée toute l'année et à toutes les heures de la journée. Il fait également appel à un géobiologiste pour repérer les rayonnements magnétiques provenant du sol : les perturbations de champs, dues à des cours d'eau souterrains ou à des failles géologiques, et le rayonnement de la structure en réseau formée par la Terre émettent des ondes qui peuvent causer des troubles du sommeil. Il faut donc éviter de se situer au-dessus. Il s'avère après étude avec des baguettes que

l'emplacement choisi est exempt de rayonnement important.

En parallèle à la prise en compte de ces paramètres, liés au milieu naturel, l'implantation de la maison est déterminée par rapport au site et aux bâtiments existants. Nous sommes dans un cœur de village aux maisons de pierres blanches taillées ou enduites et de pierre meulière, face à l'imposante église de style néo-roman. Le caractère patrimonial de cette dernière est d'autant plus précieux qu'il est rare : il faut instaurer un dialogue harmonieux avec elle. Recouverte d'un enduit blanc à la chaux, la maison offre un aspect intemporel en accord avec les matériaux utilisés traditionnellement dans le village. Le toit est en petites

## La brique alvéolaire

La brique, matériau ancestral, est constituée uniquement d'argile cuite. Ses qualités mécaniques et thermiques ne sont plus à démontrer. Son pouvoir isolant est supérieur à celui du bloc béton mais, en raison de son coût, elle ne représente «que» 14% du marché.

Les briques alvéolaires (ou Monomur) sont des briques auto-isolantes dont les alvéoles multiples permettent une isolation thermique répartie et inaltérable, ainsi qu'une isolation phonique. De plus, la brique alvéolaire en terre cuite consomme relativement peu d'énergie durant son cycle de vie et permet d'économiser de l'énergie tant en hiver, en chauffant moins, qu'en été, puisque la température intérieure reste correcte et par conséquent ne nécessite pas de climatisation. En revanche son bilan carbone n'est pas très bon.

La brique a beaucoup évolué ces dernières années pour devenir un matériau technique répondant aux critères de qualité environnementale. Elle est donc constituée en majorité d'argile, ressource naturelle abondante, mais aussi de billes de papier, de bois, etc. Il s'agit d'une brique de terre à laquelle on a ajouté de la sciure de bois, des résidus celluliques de l'industrie papetière papier, qui, lors de la cuisson, vont brûler, créant ainsi des alvéoles qui contribuent la résistance thermique du matériau.

C'est un produit classé A1, donc incombustible, il est garanti coupe-feu pendant une durée de 6 h, est chimiquement neutre (en cas d'incendie il n'y aura pas d'émanations toxiques); composé de terre cuite et d'air, il n'attire pas les rongeurs.

En termes d'isolation thermique, ce matériau permet un très bon confort hygrométrique par sa perméabilité à la vapeur d'eau : il préserve les murs de l'humidité et de la moisissure, favorisant ainsi une bonne qualité de l'air intérieur. Les caractéristiques d'isolation

thermique de la terre cuite, combinées aux alvéoles multiples, étroites et décalées par rapport au flux thermique, ainsi que l'épaisseur du mur, font qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser un isolant spécifique, surtout si on veut lui garder ses propriétés de confort d'été. En effet, le déphasage thermique de ce produit est d'environ 12 h, ce qui lui confère des propriétés de confort d'été importantes si l'on respecte certaines consignes, comme fermer les volets dans la journée et laisser entrer la fraîcheur la nuit. La température intérieure est inférieure d'environ 4 à 6°C à celle générée par une construction parpaing ou béton seul.

L'isolation faisant partie intégrante de la brique garantit la bonne performance énergétique de l'ouvrage même après de longues années.

Le traitement des ponts thermiques d'about de plancher est très performant puisqu'il permet de réduire la valeur du coefficient de déperdition linéique à 0,17 W/K.

La résistance mécanique de ce matériau est de 8 MPa, soit 80 kg/cm<sup>2</sup>. En termes d'isolation phonique  $R_w$  (C; C<sub>tr</sub>) = 43 dB (0;- 2), et sa diffusivité thermique est de 2,10.10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>/s. La diffusivité thermique rend compte de la

variation de température provoquée en un point à l'intérieur du matériau par une variation de la température à la surface. C'est en réalité le rapport entre la conductivité et l'inertie thermiques. La diffusivité représente la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction : plus elle est faible, plus la chaleur met du temps à traverser l'épaisseur du matériau. Plus elle est grande, plus la température à l'intérieur du matériau est affectée par les changements de température à la surface. La diffusivité thermique du bloc de terre cuite est la plus faible des éléments de construction : il sera peu sensible aux variations de la température extérieure.

La technologie des briques alvéolaires permet de faire des économies d'isolation intérieure et de doublage, puisqu'elles peuvent être enduites directement de plâtre ou de chaux.

Il est important de s'adresser à un spécialiste de la technique de pose avec des joints roulés. La résistance thermique obtenue avec ce matériau enduit de plâtre à l'intérieur et à l'extérieur est de  $R = 2,87 \text{ m}^2 \cdot \text{KW}^{-1}$ , pour la brique alvéolaire de 37,5 cm. La valeur donnée par la RT 2005 actuellement en vigueur est de  $U_p = 0,45 \text{ Wm}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .



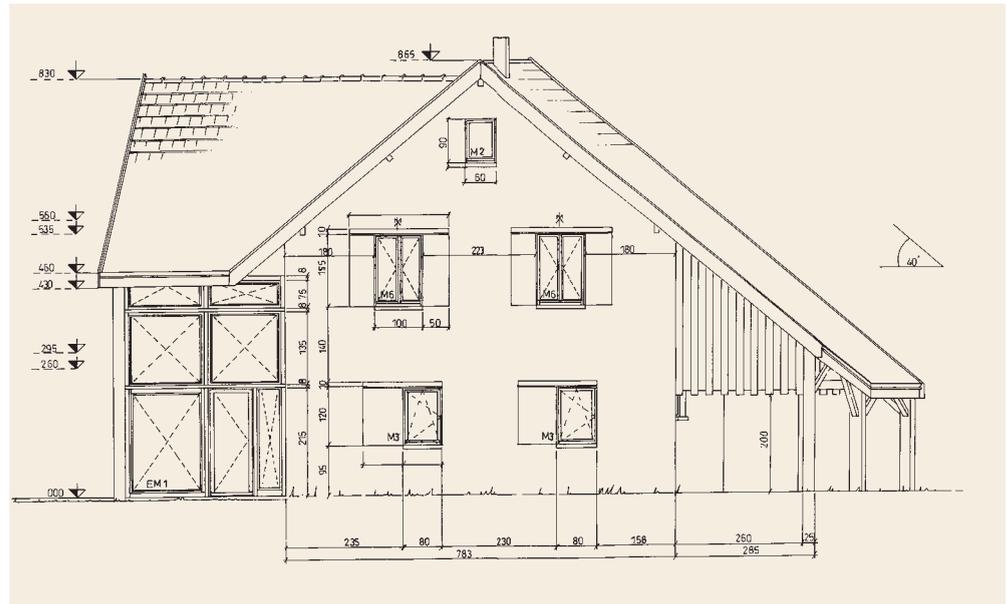
tuiles de terre cuite pour rester également dans ce registre. Les volets de bois, peints en bleu, ainsi que le soubassement et les entourages de fenêtres, en ocre jaune, contribuent à ce langage tout en apportant par la couleur une touche de gaieté.

Yannick choisit donc d'implanter la maison vers l'extrémité du terrain, en retrait de la rue, pour bénéficier d'une largeur plus importante et de la vue privilégiée sur l'église. En outre, la parcelle à cet endroit n'a pas de vis-à-vis avec les voisins, et elle semble donc plus grande; elle est bordée par les murets des jardins mitoyens et du cimetière, qui garantissent à la famille de ne pas avoir de nouvelles constructions à proximité. Il adosse la maison à la limite nord, afin de bénéficier du meilleur ensoleillement possible, l'abri voitures formant une zone tampon protégée par le prolongement de la toiture : la façade est ainsi à l'abri de la pluie et du vent, sources de déperditions thermiques. Le plan de la maison est en T, avec une avancée au sud, face à l'église, qui inclut la serre et le séjour. L'aile ouest a été légèrement désaxée afin d'ouvrir l'angle où se trouve la serre et d'augmenter l'ensoleillement. Le pignon est s'aligne sur la limite du terrain, face à l'allée d'accès depuis la rue.

Bien qu'ils aient d'abord apprécié le bois dans les maisons qu'ils ont visitées, Virginie et Olivier ont été convaincus par les nombreux avantages de la brique alvéolaire, particulièrement compatible avec un poêle de masse. Ils auraient aussi aimé utiliser la pierre meulière, très présente dans la région, mais Yannick leur a conseillé de n'utiliser que les briques alvéolaires pour simplifier la mise en œuvre et optimiser les performances thermiques du matériau.

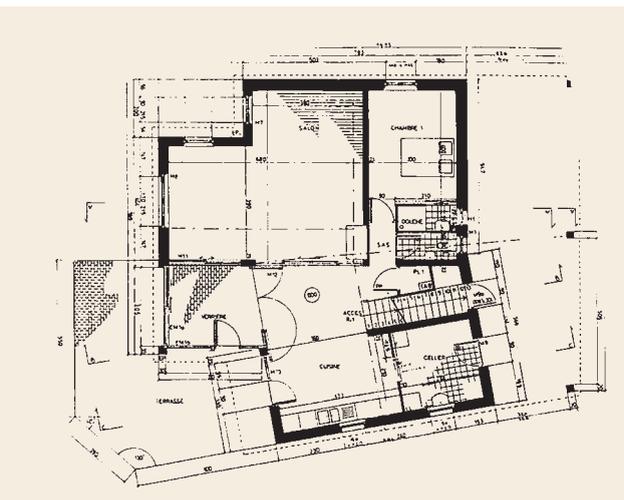
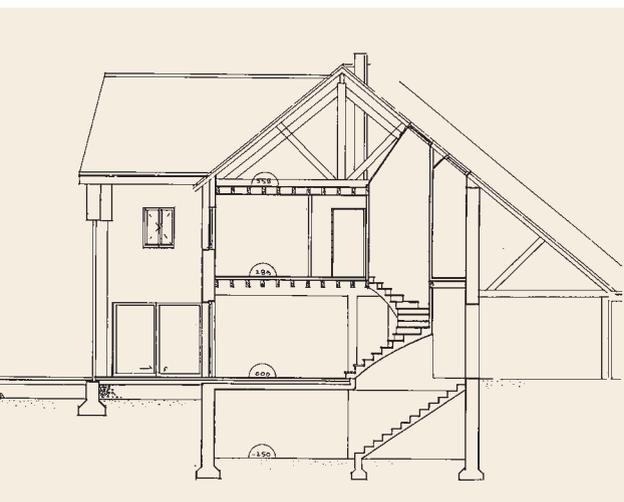
### La serre vitrée

En complément de la combinaison poêle de masse-briques alvéolaires, qui chauffe le grand espace à vivre au rez-de-chaussée par



rayonnement direct, et les chambres à l'étage par convection de l'air chaud montant par la trémie d'escalier, Yannick propose dès sa première esquisse de créer **une serre entièrement vitrée sur deux côtés, au sud et à l'est, et sur deux niveaux. Le soleil produit ainsi gratuitement et directement, sans passer par**

**l'intermédiaire d'une technologie, une partie de la chaleur nécessaire au confort en hiver : c'est ce qu'on appelle un apport solaire passif, intégré au bâtiment dès sa conception.** La serre est adossée à deux murs en briques alvéolaires : la conception bioclimatique du projet est ainsi optimisée pour stocker



la chaleur dans ces murs à forte inertie, de même que dans la dalle en béton. Les rayons du soleil frappent le mur qui se réchauffe et diffuse alors une chaleur douce sur une longue durée, même une fois le soleil couché : c'est tout l'avantage du déphasage des matériaux à forte inertie, qui continuent à diffuser la chaleur plusieurs heures après que la température extérieure soit descendue.

La serre forme donc un espace tampon qui accumule la chaleur et la redistribue avec un décalage dans le temps et selon les besoins (en jouant sur les ouvertures). Grâce à ses grandes parois entièrement vitrées, elle chauffe aussi l'air, redistribué dans toute la maison en hiver : au rez-de-chaussée par une baie vitrée que l'on ouvre dès qu'il y a du soleil, et à l'étage par des fenêtres vers deux chambres et un grand palier central. Ces ouvertures intermédiaires permettent également de laisser passer la lumière naturelle. En revanche, l'été, elles sont fermées pour garder la fraîcheur conservée par les murs à forte inertie, et la serre est ventilée par des ouvrants au rez-de-chaussée et en hauteur afin d'éviter la surchauffe. La partie supérieure de la serre est couverte par la toiture débordante, qui fait office de protection contre le rayonnement d'été.

Un appoint en chauffage est prévu dans les chambres, avec des radiateurs électriques de récupération radiants en céramique.

### L'agencement des espaces

Dans la même logique bioclimatique, les ouvertures sont quasi inexistantes au nord, façade par définition non exposée au rayonnement solaire l'hiver. Les espaces de service ainsi que ceux utilisés par intermittence sont donc placés au nord et jouent également le rôle de tampon thermique : au rez-de-chaussée le cellier, qui fait également office d'entrée, la chambre d'ami et sa salle de douche, les toilettes, un rangement et l'escalier vers la cave; à l'étage, la salle de

douche et la salle de bains. Les pièces de vie bénéficient au contraire de nombreuses ouvertures à l'est, à l'ouest et au sud, apportant du soleil tout au long de la journée et offrant des vues particulièrement agréables sur l'église et le jardin. De même, aucune des chambres n'est ouverte au nord, et trois sur les cinq bénéficient d'une **double orientation**. Les ouvertures sont ainsi étudiées avec attention pour régler harmonieusement les entrées d'air, de lumière et de chaleur, et pour cadrer les vues.

Tous ces principes bioclimatiques sont présents dès le premier projet et validés par une étude thermique réalisée par un bureau d'études spécialisé. À l'aide d'un logiciel de simulation dynamique du confort thermique, on prend en compte de nombreux paramètres : composition et revêtement des parois, masques éventuels devant les ouvertures par la végétation ou des bâtiments proches, mode de chauffage, type de ventilation... Mais, si l'aspect bioclimatique est très satisfaisant, Virginie et Olivier demandent à Yannick de revoir l'aspect esthétique car ils trouvent le bâtiment trop « administratif ».

Yannick propose alors une deuxième version avec des façades plus travaillées, en ajoutant les volets en bois qui égayent la façade vers la rue, celle que l'on découvre en arrivant. Le permis est déposé en mars 2000. Yannick prend soin de montrer au préalable le projet à l'architecte des Bâtiments de France pour s'assurer de son accord. Le permis est accepté en juin 2000. Entre-temps, l'estimation du coût des travaux s'avère plus élevée que le budget annoncé : 152 500 € (soit 1 000 000 F). Mais Virginie et Olivier sont d'accord.

# Les choix écologiques et leur mise en œuvre

## La maçonnerie

Les travaux commencent en novembre 2000, avec un peu de retard. Il est en effet difficile de trouver des entreprises de maçonnerie pour construire en briques alvéolaires, un matériau encore peu répandu qui les oblige à mettre en place des méthodes de travail différentes; Virginie et Olivier ont le sentiment qu'elles facturent plus cher les travaux car elles ne maîtrisent pas la technique. Ils obtiennent finalement deux devis, avec des prix variant presque du simple au double, et choisissent l'entreprise la plus artisanale, celle qui semble avoir le plus d'affinités avec leur démarche non conventionnelle, après avoir visité un de ses chantiers.

C'est le cousin de Virginie, dirigeant d'une entreprise de terrassement, qui creuse le sol en craie pour réaliser les fondations et la cave. Les travaux avancent bien, le maçon commence à couler les semelles et la dalle du sous-sol, mais il est arrêté par le gel, très fort cet hiver-là. Le chantier prend alors du retard, mais reprend sans problème par la suite : les murs en parpaings pour la cave, le sol du rez-de-chaussée en dalles de béton préfabriquées, puis les murs en brique. Malheureusement, le maçon ne termine pas son travail car il dépose le bilan avant, et quelques malfaçons sont constatées dans la découpe des briques. Ils doivent trouver un remplaçant pour appliquer les enduits extérieurs, qui seront réalisés l'hiver suivant.

## La charpente et les menuiseries

Le charpentier prend la suite une fois les murs montés, pour assembler la charpente en sapin du Nord (avec quelques pièces en chêne aux points de compression) et les poutres des planchers. Pendant ce temps, le menuisier commence la pose des fenêtres, mais il rencontre quelques difficultés car il n'a pas l'habitude de commandes aussi importantes et travaille seul. Il réalise également l'escalier, le garde-corps et l'échelle de la mezzanine. Il prend peu à peu du retard et doit trouver de l'aide pour poser les fenêtres à l'étage, mais son travail est de qualité. C'est le menuisier qui réalise aussi **le plancher, composé d'un lambris en pin en sous-face, d'une couche résiliente, de chanvre en vrac entre les lambourdes, et d'un parquet.** Il s'avère que cette configuration n'est pas très performante en termes d'isolation phonique, en raison du manque de masse et de la propriété qu'a le bois de transmettre les sons. L'entreprise de charpente assemble les cloisons en ossature bois remplies de laine



de chanvre et revêtues de plaques de plâtre, et pose l'isolation en chanvre et le lambris sous les combles dans la mezzanine de la chambre des parents.

## Des matériaux naturels

À l'intérieur, les matériaux naturels dominent, favorisant une ambiance chaleureuse : bois pour les poutres en sapin restées apparentes et le parquet en pin du plancher de l'étage, ainsi que pour les menuiseries, carreaux de terre cuite fabriqués artisanalement pour le sol du rez-de-chaussée, et enduit de plâtre teinté sur tous les murs en briques. Le plâtrier doit faire plusieurs essais pour trouver la bonne technique d'application sur les briques alvéolaires, car, même humidifiées au préalable, elles absorbent énormément d'eau : il faut appliquer les enduits en deux couches pour éviter leur faïençage. Le poêle de masse est assemblé sur place.

Une ventilation est installée pour la salle de bain, mais elle s'avère finalement inutile, le filet d'air de la fenêtre de toit étant suffisant pour éviter la condensation. Dans la cuisine, la hotte fait office de ventilation. Les travaux sont terminés en octobre 2001, soit un an après leur démarrage.

Lorsque Virginie et Olivier entrent dans les lieux, il reste quelques finitions à terminer, dont ils se chargent eux-mêmes : lasure extérieure des fenêtres (à refaire tous les ans), traitement des bois à l'huile-cire, peintures des cloisons à l'étage... Les coffres de volets roulants ne sont pas encore posés en raison de problèmes techniques d'isolation difficiles à résoudre.

## Les poêles de masse

Ces poêles à bois sont caractérisés par leur capacité importante à accumuler la chaleur grâce aux matériaux qui les constituent : pierre stéatite ou pierre ollaire, béton ou briques réfractaires, revêtus de faïence ou d'un enduit. Tous ces matériaux ont la propriété d'être très denses et représentent donc une masse importante (de 500 kg à plusieurs tonnes) – d'où l'appellation de «poêle de masse». Le volume de ces poêles maçonnés est également imposant, car plus il y a de matière, plus ils stockent de chaleur.

Un poêle de masse peut inclure un four de cuisson, un banc, une tablette et un âtre, et ainsi jouer un rôle dans l'aménagement d'une pièce. Il restitue la chaleur de manière adoucie et sur une durée importante, par rayonnement infrarouge. Une ou deux flambées vives par jour (deux à quatre heures de feu) avec un combustible bien sec sont suffisantes pour chauffer une maison entière, avec une autonomie de douze à vingt-quatre heures,

et pour obtenir une chaleur agréable, sans mouvements d'air ni température trop élevée par intermittence. Le principe de postcombustion, avec un double foyer fermé pour brûler les gaz dégagés lors de la première combustion, est très efficace et limite les rejets de particules et les cendres. Le poêle est couplé avec un système de conduits qui diffuse la chaleur élevée des fumées de l'intérieur du poêle par conductivité.

C'est sans doute la solution la plus performante en termes de chauffage au bois, mais elle reste coûteuse, et le poêle doit généralement être assemblé sur place. Par ailleurs, comme ces poêles ont vocation à chauffer toute une maison, l'agencement des pièces doit être prévu en conséquence, afin que la chaleur puisse se diffuser partout, en particulier à l'étage. Ils ne sont en outre pas adaptés pour les maisons occupées occasionnellement, car il leur faut quelques heures avant d'être efficaces.



## Un plus grand budget pour un projet optimisé...

Au final, le coût des travaux (243 000 €) est le double du budget de départ (122 000 €), mais Virginie et Olivier ont décidé de faire un emprunt bancaire, alors qu'ils ne l'envisageaient pas au départ. Ils peuvent ainsi réaliser le projet qui correspond vraiment à leurs envies et à leurs besoins. Quasiment aucune concession n'a été faite, hormis l'installation de panneaux solaires thermiques envisagée mais finalement abandonnée. Les branchements sont néanmoins en attente, et ils pensent en installer prochainement.



Ils regrettent en revanche de n'avoir pas prévu un branchement depuis la citerne d'eau existante vers les W-C, et une rampe pour descendre les vélos à la cave.

Après maintenant plusieurs années de vie dans cette maison, ils apprécient chaque jour la vue spectaculaire sur l'église, le soleil qui entre à toute heure, la beauté des matériaux et les odeurs de bois : bref, ils s'y sentent toujours bien. On leur demande souvent s'il s'agit d'une vieille grange restaurée, tant la maison paraît intemporelle. Ils sont très contents de leur poêle de masse, qui apporte une atmosphère chaleureuse à leur foyer. Bien que les chambres soient un peu fraîches parfois, ils n'allument jamais les radiateurs. Ils ont amélioré le système en installant un dais au-dessus de la cage d'escalier pour éviter que l'air chaud soit piégé dans la partie haute, et un rideau en bas pour protéger de l'air froid qui descend dans la salle à manger. Ils font une flambée par jour en hiver, parfois deux, et consomment 15 stères de bois par an (chutes de scierie) pour chauffer les 175 m<sup>2</sup>, sachant que le poêle a une puissance de stockage de 76 kWh pour un poids de 2,2 tonnes. Il est à 50 % de son rendement onze heures plus tard, et à 25 % dix-huit heures plus tard. Leur consommation annuelle est de 5 669 kWh pour l'électricité et de 895 kWh pour le gaz (cinq bouteilles de propane pour la cuisson), soit une consommation de 151 kWh/m<sup>2</sup>/an.

Une scierie leur livre ses chutes de bois trois fois par an, qu'ils stockent dans un entrepôt à proximité, et acheminent jusqu'au garage dans une remorque manuelle deux fois par semaine. Les cendres sont évacuées deux fois par semaine également, tamisées puis utilisées pour le jardin ou apportées à la déchetterie. Leur volume représente trois grandes poubelles par an.



### Améliorations possibles

Si c'était à refaire, Yannick Champain concevrait l'aspect de la maison de façon plus contemporaine, car sa sensibilité a évolué ; cependant, il ne changerait rien au concept bioclimatique global et à l'implantation. Le point à améliorer au niveau thermique serait l'installation des volets roulants, dont l'étanchéité à l'air et l'isolation ne sont pas vraiment satisfaisantes. La brique alvéolaire devrait aujourd'hui contenir une couche d'isolant intérieur pour être en conformité avec la réglementation thermique 2005, mais ses capacités de régulation de la vapeur d'eau et la possibilité de se passer presque entièrement de ventilation, ainsi que son inertie, en font toujours un matériau très intéressant du point de vue du confort – bien que la quantité d'énergie nécessaire à sa production soit un point noir important.





# Un mini-budget pour une mini- maison face à l'océan



*Mots-clés : ossature bois, laine de chanvre, poêle à bois, chauffage solaire passif*

Virginie, Parisienne d'adoption, voguait depuis plusieurs années d'appartement de location en appartement de location, et rêvait d'un chez-soi à elle. Étant résignée à ne pas avoir les moyens d'acheter un logement digne de ce nom à Paris, il lui vient un jour l'idée, en voyant l'annonce d'un terrain à vendre, de se faire construire une petite maison loin de la ville, où se ressourcer pendant les vacances. Une sensibilité toute particulière pour l'art de vivre japonais, renforcée par un voyage au Japon qui lui a laissé une forte impression quant à la fonctionnalité, à la simplicité et à la modernité des habitations, sera le fil conducteur de son inspiration au cours du long parcours qui l'attend. Car, avant de pouvoir admirer paisiblement l'océan et la lande sauvage depuis la grande baie vitrée du séjour, à la pointe de la Bretagne, il lui a fallu surmonter quelques obstacles. Mais quelle récompense ! Aujourd'hui, Virginie se sent tellement bien dans sa petite maison en bois, si lumineuse et reposante, qu'elle envisage d'y vivre et d'y travailler à distance une partie de l'année.

## Fiche technique

Plogoff (Finistère)

Maison de 43 m<sup>2</sup> habitables

Terrain : 1200 m<sup>2</sup>

Projet : juin 2004 à mars 2006

Chantier : octobre 2006 à août 2007

Coût total : 110 000 €

Coût des travaux : 87 000 € (hors honoraires architecte et achat du terrain)

Maison ossature et bardage Douglas; fondations et plancher béton; toiture zinc; isolation laine de chanvre (14 cm murs, 20 cm toiture); doublage intérieur lambris pin et plaques de plâtre et cellulose; parquet pin des Landes; menuiseries chêne; double vitrage faiblement émissif et anti-effraction; chauffage poêle à bois; traitement du parquet Blanchon (en phase aqueuse, moins de 5% de composés organiques volatiles, Écolabel européen); lasure blanche Biopin (à base de matières premières naturelles et renouvelables).

### Intervenants

**Architecte** : Coecilian Sevellec

1, rue de l'Observatoire – 29100 Douarnenez

Tél. : 02 98 92 25 39

**Charpentier** : DBA

Kerandraon – 29100 Douarnenez

Tél. : 06 13 22 38 95 – 02 76 01 33 61

**Menuisier** : Celo mobilier

37-41 rue Louise-Weiss – 75013 Paris

Tél. : 01 58 30 64 11 – 01 48 87 93 40

### Détails des coûts TTC (19,6%)

Achat du terrain

(frais de notaire compris)..... 16 300 €

Honoraires architecte ..... 7 200 €

Débroussaillage ..... 360 €

Terrassement, gros œuvre béton

(fondations et dalle), assainissement

autonome (fosse septique et

épandage) ..... 14 900 €

Ossature bois murs et charpente,

bardage, lambris et parquet ..... 25 000 €

Menuiseries extérieures

en chêne ..... 8 000 €

Porte d'entrée ..... 1 550 €

Poêle ..... 2 630 €

Toiture zinc ..... 6 900 €

Branchement d'eau ..... 1 600 €

Branchement électricité

et tranchées ..... 1 200 €

Doublage plafond en Fermacell ..... 1 900 €

Carrelage salle de douche ..... 750 €

Mobilier sur mesure (meuble-bloc,

meubles cuisine, plan de travail,

salle de douche) ..... 6 700 €

Électricité et plomberie ..... 8 480 €

Terrasse ..... 3 000 €

Travaux réalisés par la propriétaire

Liège et Fermacell cuisine

(fourniture) ..... 790 €

Isolant chanvre (fourniture) ..... 2 675 €

Traitement plancher ..... 900 €



## Un obstacle majeur : le budget

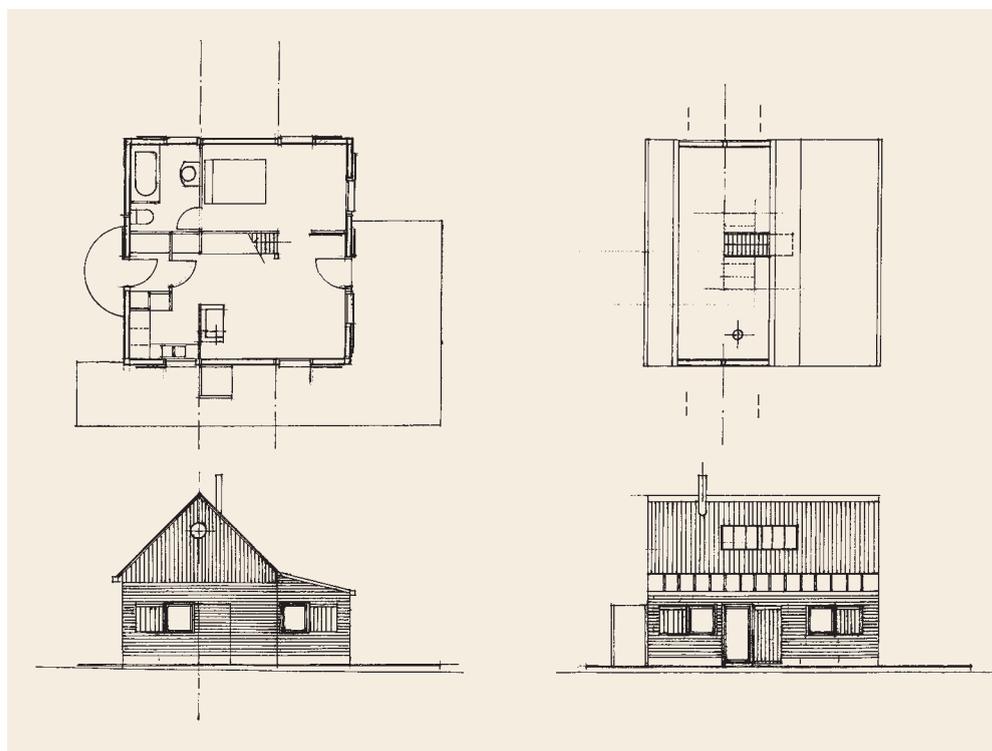
Pour commencer, l'obstacle majeur fut... un budget vraiment « mini ». En effet, Virginie ne disposait au départ que de 50 000 €, somme avec laquelle construire une maison est une gageure ! Son père, architecte de sensibilité écologique, lui assure qu'**en rationalisant la construction par l'utilisation de sections et de longueurs de bois standards et par un plan très simple, et en faisant soi-même les finitions, on peut sensiblement réduire les coûts.** De plus les structures en bois, facilement modulables, permettent d'ajouter une extension plus tard. Un vrai défi d'architecte, que son père accepte de relever.

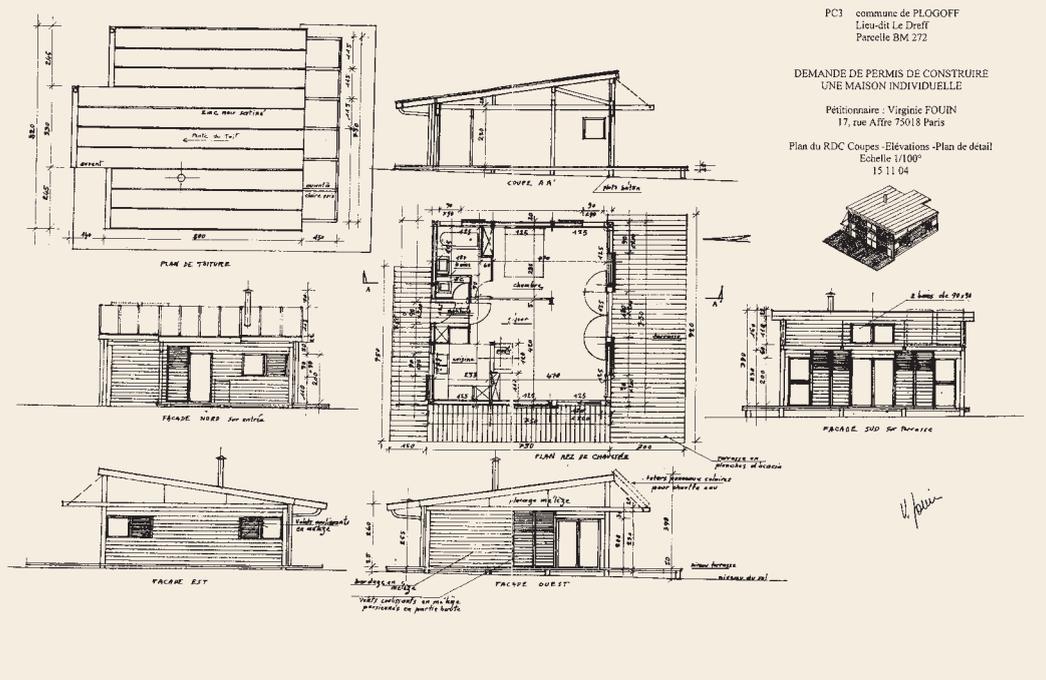
En juin 2004, une annonce propose un terrain non constructible mais très bon marché dans le Finistère. Virginie a déjà des amis dans cette région, à Plogoff ; elle aime l'endroit, et se dit qu'elle pourrait y installer une cabane ou une construction légère et démontable. Mais, en allant visiter le lieu, une connaissance de ses amis lui parle d'un autre terrain à vendre juste à côté.

Par chance, elle peut le visiter et il lui plaît tout de suite : constructible, légèrement en pente vers la côte sauvage et l'océan qui s'étire à quelques centaines de mètres, sans constructions pour gâcher la vue, assez grand pour ne pas être gêné par la promiscuité des voisins (des pavillons sans intérêt), et boisé en bordure. Seul obstacle pour vraiment bien l'appréhender : il est couvert de ronces infranchissables ! Bien qu'elle n'ait pu le parcourir qu'en périphérie, elle est séduite. Dernier avantage : son prix, très abordable. Il ne lui faudra pas longtemps pour se décider à sauter le pas...

## Le bois au cœur de la construction

Virginie est dès le départ convaincue d'utiliser le bois, matériau chaleureux qui correspond aussi à ses préoccupations environnementales, car recyclable, renouvelable, et ne demandant pas beaucoup d'énergie pour sa transformation et son transport (pourvu qu'il soit local). Elle n'a pas d'idée précise quant à la forme de la maison, tout en sachant qu'elle veut un espace fluide, avec un minimum de cloisons, comme dans les maisons traditionnelles japonaises en bois qu'elle a vues en bord de mer : surélevés du sol, les espaces s'ouvrent et se ferment en faisant coulisser des panneaux tendus de papier.





## Première esquisse : une construction classique

Son père dessine une première esquisse, sur la base d'un plan carré de 64m<sup>2</sup> au sol constitué de quatre modules de 4 × 4m. La forme retenue est assez classique pour ne pas risquer de se voir refuser le permis de construire (une construction en bois est souvent réhibitoire pour les maires). Un toit à deux pentes couvre la moitié de la surface, avec un étage sous les combles, éclairés par une lucarne. Un toit-terrasse couvre l'autre moitié.

## Premier dépôt de permis de construire : une construction contemporaine minimale

Après différentes discussions et modifications, le projet évolue vers une construction plus contemporaine et plus épurée, plus petite aussi, qui fait l'objet d'un premier dépôt de permis de construire en septem-

bre 2004. Bien qu'un deuxième permis ait été déposé par la suite, la volumétrie finale et les grandes lignes du projet sont déjà là.

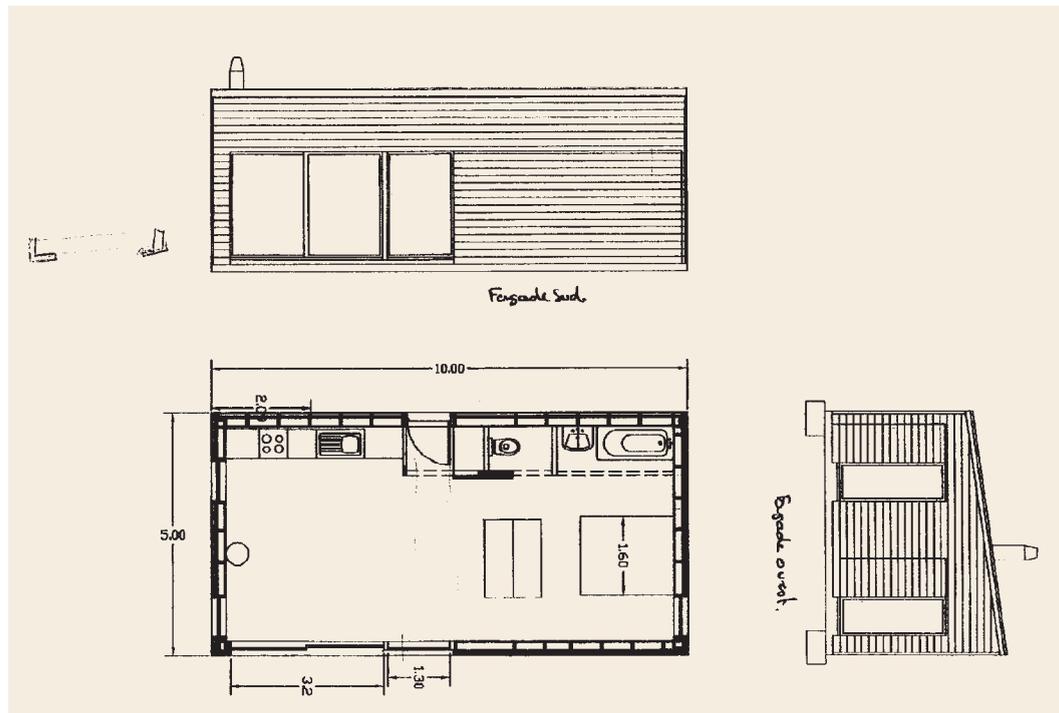
Tout d'abord, le **toit à une pente** s'élevant vers la mer donne de l'ampleur au volume intérieur et évite l'archétype jugé trop classique du toit à deux pentes. Le positionnement de la maison, légèrement surélevée du sol, permet de rattraper la déclivité du terrain sans devoir réaliser d'importants travaux de terrassement et de fondations, de profiter de la vue sur la mer (qui n'est visible que du haut du terrain). Il donne un sentiment agréable d'apesanteur, l'impression de flotter au-dessus du sol.

Les **grandes ouvertures** au sud permettent de profiter de la vue sur la mer, ainsi que de la **chaleur du soleil** comme **appoint passif de chauffage l'hiver**; un **auvent en bois protège des surchauffes l'été**. De **rare ouvertures au nord**, de petite taille, évitent les **dépensements thermiques** aussi bien que les vis-à-vis avec les voisins et la rue. Enfin, des

**ouvertures à l'est et à l'ouest** laissent entrer le **soleil** à toute heure de la journée : un bonheur rare.

La terrasse en bois qui borde toute la façade sud complète le dispositif, offrant un vaste espace dégagé telle une plate-forme dominant le paysage et le jardin, et prolongeant considérablement l'espace intérieur aux beaux jours. Un **poêle à bois** est prévu pour le chauffage, ainsi que des **panneaux solaires** adossés à l'auvent de la terrasse.

D'un accord tacite, pour des raisons pratiques d'organisation du suivi de chantier, le père de Virginie délèguera le projet à un autre architecte.



## Un nouveau plan pour gain d'espace et de rangements

Elle fait alors appel début 2005 à Coecilian Sevellec, un architecte recommandé par une amie et installé dans la région. Ils retravaillent ensemble l'organisation intérieure et les ouvertures, étirent davantage le volume en réduisant légèrement la surface (43m<sup>2</sup>), pour arriver à un plan très simple. Un bloc central regroupe les éléments techniques (cuisine, W-C et salle de bains), et matérialise la séparation entre l'espace de nuit et l'espace de jour, laissant le reste du volume libre.

Deux baies percent chaque pignon latéral et se font face, permettant la transparence et prolongeant le regard de part et d'autre. Une grande baie vitrée coulissante éclaire la pièce à vivre au sud.

Le nouveau plan permet aussi de réduire les coûts. En effet le premier projet se révèle trop cher en raison de la portée de 7,5m, qui nécessite plusieurs points porteurs et empêche le recours au système plus économique et standardisé de l'ossature bois (voir encadré p. 60). **La structure et la volumétrie sont volontairement très simples pour éviter les surcoûts dus aux particularités techniques.**

Cette configuration à l'esthétique séduisante laisse toutefois peu de place pour la cuisine et manque de rangements. D'une discussion avec un ami architecte naît l'idée de déplacer les fluides le long du mur nord, en alignant les éléments techniques (plan de travail de la cuisine, entrée-sas et ballon d'eau chaude, W-C, lavabo et enfin douche), tout en conservant le bloc central comme séparation visuelle et rangements accessible des deux côtés.

Résultat : un volume ouvert et une impression d'espace, malgré des dimensions modestes. On peut circuler librement autour du bloc, sans perte de place. La maison est tout à la fois fonctionnelle et élégante, le regard file d'un bout à l'autre sans entrave pour s'échapper au loin. Baigné dans une lumière blanche et douce, on profite des vues et du soleil dans toutes les directions.

La maison a également été déplacée presque en bordure du terrain, afin de profiter davantage de la vue et d'agrandir le jardin qui s'étend devant, tout en s'éloignant du carrefour voisin. Les maisons de ce petit quartier résidentiel ne sont pas visibles depuis l'habitation. Contrairement à ces dernières, de style néobrettonnes, elle se fond complètement dans le paysage grâce à son toit en zinc, son bardage en bois et les arbres qui l'environnent.

Une deuxième demande de permis de construire est donc déposée en... mars 2006, un an plus tard. Virginie trouve le temps très long et doit relancer son architecte, probablement très occupé, mais qui a accordé toute son attention à l'élaboration des plans de cette petite maison. Elle aurait aimé avoir un planning des différentes étapes – un point indispensable à mettre par écrit pour éviter les malentendus.

## Devis et ajustements de mise

Autre source de déconvenue, une fois les premiers devis reçus : le budget prévu est insuffisant, il va falloir faire des ajustements et davantage d'efforts financiers. Virginie préfère en effet faire le choix de **la qualité, premier principe à suivre pour construire écologique**. La mise en œuvre de matériaux durables, qui en outre s'intègrent plus facilement dans le paysage, est une composante essentielle de la démarche. Ainsi, le **toit** prévu à l'origine en bac acier sera en **zinc, recyclable**, malgré un surcoût de 3000 €, les **menuiseries seront en chêne et non en pin, en bois tropical ou en alu** (presque deux fois moins chères), le **double vitrage** sera faiblement émissif, l'**isolation en chanvre et en liège**, que Virginie posera elle-même.



Elle choisit également de réaliser l'ossature et le **bardage en sapin Douglas, naturellement résistant en extérieur**, plutôt qu'en sapin ou en pin traité, moins chers, et de poser 14 cm d'isolant dans les murs, davantage que ce que préconise la Réglementation thermique 2005. En revanche elle doit renoncer aux volets coulissants en bois, remplacés par du vitrage anti-effraction, aux panneaux solaires et à la terrasse, reportés à plus tard. Et bien qu'elle ait prévu de faire une partie des travaux elle-même, elle s'aperçoit que ce n'est pas toujours possible lorsqu'on travaille et qu'on habite loin, et que l'on veut voir sa maison terminée rapidement...

## Le chantier

En octobre 2006, une fois les entreprises choisies, le chantier peut commencer. Un conseil de la part de Virginie : demander un bornage du terrain lors de la vente, pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté sur les limites et la surface réelle de la parcelle. Après le débroussaillage et le terrassement, viennent la réalisation des fondations et de la dalle en béton. Le plancher était prévu au départ en ossature bois, mais, même si le prix est sensiblement identique (il faut prévoir une isolation au-dessus de la dalle, réalisée en liège en raison de ses qualités hydrofuges, et des lambourdes pour poser le parquet), il sera finalement en béton, par crainte d'arrachement lorsque le vent s'engouffre sous la maison en créant un appel d'air. N'oublions pas que nous sommes à la pointe de la Bretagne, où les tempêtes sont terribles...

Du retard est pris, comme bien souvent, en raison d'un délai supplémentaire dans la fabrication des menuiseries, et du mauvais

temps : l'hiver approche. Le chantier prendra dix mois, une durée finalement normale pour une construction neuve. Car, malheureusement, **une petite surface ne rend pas les délais moins longs : ceux-ci sont souvent incompressibles, tout comme certaines dépenses.**

Quelques problèmes de coordination entre les différents corps d'état retardent également le planning, ainsi qu'un manque de communication parfois, par exemple sur le choix du bardage : le charpentier avait déjà commandé ce dernier alors que le maître d'ouvrage et l'architecte avaient changé d'avis sans qu'il en soit informé. Le plombier a dû s'adapter à la construction en ossature bois, mais s'en est finalement bien sorti.

Autres points qui ont mis du temps à se résoudre : les choix du mode d'isolation et de l'entreprise de pose. Après avoir demandé plusieurs devis pour l'insufflation de cellulose dans les caissons, la proposition du charpentier de commander de la laine de chanvre pour un prix avantageux a finalement clos le débat, et c'est Virginie et deux



amis qui l'ont découpée et posée en deux jours et demi de travail. Elle a aussi traité le parquet et appliqué toute la peinture du lambris.

Bon gré mal gré, à force d'inévitables hésitations, de cruels dilemmes mais aussi de beaucoup de motivation pour faire avancer les choses, elle a pu prendre possession des lieux lors de l'été 2007, pour son plus grand plaisir.



## Le point de vue de l'architecte

«La volumétrie et les dimensions de la maison ont été conçues pour rationaliser au maximum la structure et diminuer les coûts, sans déroger à l'idée de départ : **faire paraître l'espace plus grand qu'il n'est en réalité, grâce à une belle hauteur de plafond et à l'absence de cloisons.** C'est une maison sans difficultés techniques particulières, à base de matériaux que j'ai l'habitude de préconiser puisque je construis beaucoup en bois. J'ai fait appel à des entreprises de charpente en qui j'ai confiance et avec qui je travaille régulièrement. Le coût final est pourtant plus élevé que prévu, car Virginie a choisi



des matériaux durables, de qualité, et n'a pu faire elle-même tous les travaux qu'elle avait prévus (pose du plancher, du lambris, des plaques de Fermacell, mobilier sur mesure non prévu au départ...). **Le prix au mètre carré est finalement assez élevé (presque 2000 €) car il n'y a pas d'économie d'échelle possible pour une petite maison, contrairement à une surface plus grande** : pour un autre projet de maison en cours de réalisation, similaire en prestations mais plus grand, le prix de revient sera probablement un peu supérieur à 1500 €/m<sup>2</sup>.

Autre regret : nous n'avons pas poussé le concept de maison «écologique» jusqu'au bout. Encore faut-il savoir ce qu'on entend par ce mot : une logique d'utilisation des ressources renouvelables par exemple, en récupérant l'eau de pluie, ou bien celle d'une

maison passive, en isolant davantage, en posant du triple vitrage et une ventilation double flux... mais le budget ne le permettait pas, et les compromis, inévitables, ont été les bons, car le résultat est très satisfaisant. Les murs sont bien isolés, le soleil est utilisé de manière passive pour chauffer la maison par la grande baie vitrée, le complément de chauffage est apporté par le bois, une énergie renouvelable, les murs «respirent» puisque les matériaux utilisés sont naturels et perméables à la vapeur d'eau. Une ventilation naturelle est prévue de surcroît, par de simples entrées d'air en bas des murs – également pour le poêle, obligatoire – et par des sorties en toiture au niveau des pièces humides (la cuisine et la salle d'eau). En effet, l'air chaud et humide monte, et s'évacue de cette façon dans un flux naturel,

renforcé par le vent, quasi permanent, qui crée un appel d'air, «tirant» celui-ci vers l'extérieur sans avoir à recourir à une ventilation mécanique. Cette ventilation naturelle est ici possible car le volume est ouvert.

La durée du chantier a été comparable à celle de la plupart des constructions, même non écologiques.»

## L'ossature bois et le système MBOC (maison bois outil concept)

Il existe plusieurs procédés de construction de maisons en bois. Les deux principaux sont les maisons en bois massif, composées de rondins ou de madriers empilés, et plus récemment de panneaux massifs formés de planches de bois collées, et les maisons à ossature bois.

Le principe de la maison à ossature bois, très ancien, est mis en œuvre dans ce que l'on appelle traditionnellement les maisons «à colombage» ou «à pans de bois», que l'on trouve dans plusieurs régions françaises et qui contribue à leur identité : Alsace, Normandie... Il s'agit d'une structure porteuse de montants verticaux et horizontaux en bois, dont les vides sont comblés par des matériaux de remplissage. Autrefois, le contreventement était assuré par des traverses en croix ou en diagonale, et des briques, de la terre mélangée à de la paille ou des pierres assuraient le remplissage, avec souvent un enduit de protection et de finition à la chaux.

Aujourd'hui, le principe a été normalisé : la structure doit respecter la norme NF P 21-204, DTU 31.2 «Construction de maisons et bâtiments à ossature bois». Les murs sont composés de montants verticaux en bois de faible section cloués à intervalles serrés et réguliers (40 ou 60 cm) entre deux lisses de bois horizontales, et contreventés par

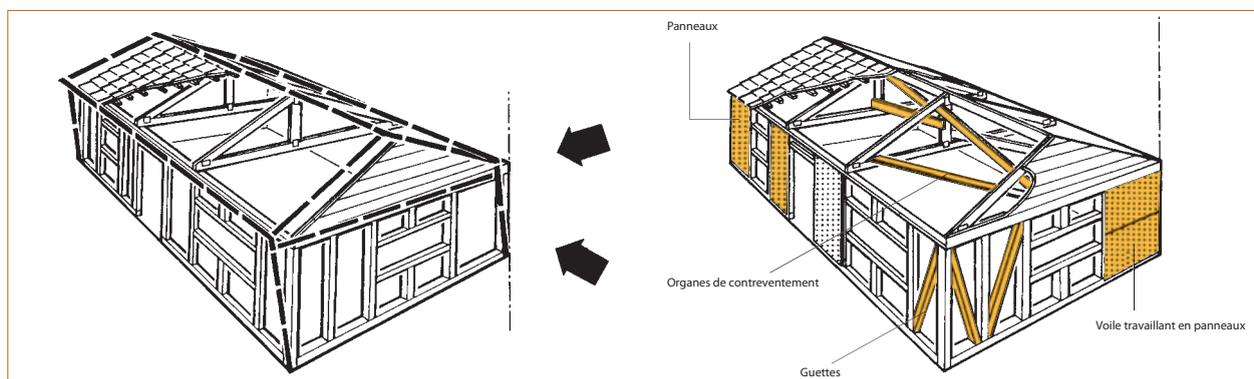
un voile en panneaux dérivés du bois placé du côté extérieur ou intérieur. Le système constitue ainsi des panneaux porteurs formant les murs, sur lesquels viennent reposer les planchers ou la charpente. Les niveaux s'empilent ainsi, les uns sur les autres. Ils sont fabriqués soit au sol sur le chantier, et ensuite levés, soit en atelier puis acheminés par camion et positionnés avec une grue – car le système utilise des sections de petites tailles facilement transportables et assemblables.

Les vides sont remplis par un isolant en rouleau ou en panneaux, protégé côté extérieur par un film pare-pluie devant lequel est appliqué un revêtement de finition (bardage en bois, en matériaux composites, enduit sur isolant extérieur) décollé du mur par des tasseaux permettant une ventilation. À l'intérieur, le panneau est fermé par un pare-vapeur devant lequel est posé un habillage (plaques de plâtre, lambris, panneaux bois...).

Les avantages de ce procédé sont liés à sa facilité et à sa rapidité d'assemblage, ainsi qu'aux possibilités de standardisation et de préfabrication qu'il offre. Cela permet d'optimiser la conception, la fabrication et l'assemblage de la construction d'une maison. En effet, les montants sont de section standardisée et de petite longueur; on peut même

les acheter pré-coupé, en bois résineux (abondants en France), ce qui permet à des petites entreprises de les mettre facilement en œuvre. Ce procédé offre de nombreuses possibilités architecturales, excepté pour les grands volumes et les doubles hauteurs.

Le Centre national du bois a même mis au point un système global, appelé Maison bois outil concept (MBOC), qui fournit un cadre de références unique pour les commerciaux (chiffrage), les concepteurs (architectes) et les constructeurs (charpentiers). Il permet de connaître précisément dès la conception les coûts, les détails de fabrication et d'assemblage, et les délais de construction selon un référentiel commun. Les différents intervenants suivent une formation pratique et théorique, et ont à leur disposition des outils de travail et une assistance technique (logiciels de dessin utilisant les sections prédéterminées, couplés avec un logiciel de gestion et de chiffrage, remorque entièrement équipée pour la construction...). La sécurité, les détails d'étanchéité, les matériaux – sections de bois massives et éléments composites –, les moyens de levage, tout est défini pour optimiser le travail de chacun des acteurs et éviter les interruptions de chantier.



Un mini-budget pour une mini-maison face à l'océan









Un mini-budget pour une mini-maison face à l'océan



# Une maison en symbiose avec son environnement



*Mots-clés : ossature bois, fibrociment, chauffe-eau solaire, poêle à bois, chauffage solaire passif*

Grégoire et Carine, graphistes tous les deux, vivaient à Épinal dans un agréable appartement de 80 m<sup>2</sup>. Mais la naissance de leur première fille approchant, le besoin d'un espace plus grand s'est fait sentir, ainsi que l'envie de construire un foyer à leur image, en accord avec leurs convictions et leur façon de vivre.

Le déclic vient réellement en 2000, le jour où Grégoire, feuilletant un magazine d'architecture, tombe sur un projet de maison de l'agence Lacaton et Vassal. Très novateur, le concept consiste à utiliser des matériaux bon marché comme le polycarbonate, et un système utilisé dans les serres de culture industrielles pour construire une maison individuelle à très bas prix, dans laquelle l'espace prime. La serre permet d'avoir un vaste espace supplémentaire – aussi grand que la maison. Ce lieu, à l'utilisation volontairement indéterminée, peut être ouvert ou fermé selon les besoins, les envies et les saisons... L'idée les séduit immédiatement, ainsi que le côté dépouillé et brut des matériaux, et ils décident de se lancer dans l'aventure.

## Fiche technique

Chantraine (Vosges)

Maison de 138m<sup>2</sup> habitables, 19m<sup>2</sup> d'atelier-garage et 40m<sup>2</sup> de terrasse

**Terrain** : 1933m<sup>2</sup>

**Projet** : 2001 à 2003

**Chantier** : 2003 à 2004

**Coût total** : 191000 € TTC

**Coût des travaux** : 158900 € (hors honoraires architecte et achat du terrain)

Maison à ossature bois (épicéa); fondations en béton; toiture en fibrociment; bardage en châtaignier; isolation en laine de roche (10 cm pour les murs, 20 cm pour le plancher et 26 cm pour la toiture); doublage intérieur en plaques de plâtre; parquet en châtaignier; menuiseries en pin des Vosges; double vitrage Stadip une face; chauffage poêle à bois (14kW); traitement du parquet à l'huile de lin; panneaux solaires thermiques (5m<sup>2</sup>, kit solaire Viessmann composé de deux capteurs Vitosol 100 de type S); assainissement autonome.

### Intervenants

**Architecte** : \*HAHA\* architectures

Claude Valentin

43, rue du centre – 88200 Saint-Nabord

Tél. : 03 29 62 51 88 – 06 30 38 67 57

claude.valentin@haha.fr – www.haha.fr

**Charpentier** : ACMB (atelier construction maison bois Petittdemange)

26, rue de L'Étang-l'Abbé

88600 Grandvillers

Tél. : 03 29 65 93 66

www.acmb88.com

**Menuisier** : menuiserie du Grand Liezey

113, chemin du Grand-Liezey

88400 Gérardmer

Tél. : 03 29 60 83 40

**Fumiste** : David Foliguet

183, rue d'Épinal – 88000 Dogneville

Tél. : 03 29 34 35 57

cheminees-poeles-a-bois-renovations-tubage-dogneville-epinal. poele-a-bois.com

### Détail des coûts TTC (19,6%)

Honoraires architecte

(sans l'option maquettes).....18 513 €

Terrain .....12 892 €

Notaire .....686 €

Assainissement .....400 €

Géomètre.....674 €

Fondations.....37 613 €

Structure bois .....52 000 €

Menuiseries extérieures.....17 986 €

Couvreur.....9 821 €

Lot électricité .....5 657 €

Capteurs solaires .....5 335 €

Isolant .....6 050 €

Raccordements EDF.....1 071 €

Raccordements eau.....783 €

Poêle à bois (Bullerjan version 2)

et conduit céramique laine

de roche et inox.....4 200 €

Plomberie sanitaire et ensemble

salle de bains.....2 697 + 1 400 €

Peinture/fournitures diverses/

plancher en châtaignier.....10 000 €

Bardage.....3 500 €





## Le terrain : choix et compromis

Ils commencent à chercher un terrain à construire dans les environs d'Épinal, avec plusieurs exigences. Ainsi, Grégoire, grand amateur de VTT et de balades à pied, veut un lieu en pleine nature, et Carine, plus pragmatique, souhaite être proche du centre-ville, des commerces, des écoles et d'un transport en commun. Le compromis fixé est d'ailleurs d'être à moins de 5 km du cinéma d'Épinal ! Autre point, leur budget est très serré : 150 000 € au départ. Enfin, la maison sera

en bois, car le grand-père de Grégoire possède un terrain planté d'épicéas et de sapins à proximité et en a offert les arbres, à aller chercher sur place. Plus affective qu'économique, l'idée de Grégoire est de transmettre à ses enfants une maison construite grâce au travail de son grand-père et avec l'aide de son père.

Après la visite de quelques terrains trop chers, plats, dégarnis ou mal situés, Grégoire en repère un en lisière d'une zone résidentielle et d'une forêt, couvert d'arbres. Il se renseigne et apprend que le terrain en question est en réalité constitué de deux parcelles, chacune sur une commune différente,

et que l'une des deux est non constructible. Cette particularité, allée au fait que le domaine est boisé et en pente, fait que le propriétaire, qui ne pensait même pas le vendre, en propose un prix très bas : 12 892 €.

Le compromis est donc idéalement trouvé en 2001 avec ce terrain de presque 2 000 m<sup>2</sup>, dont 800 constructibles, desservi par une route en contrebas qu'emprunte le bus qui mène à Épinal, à 4,5 km. Grâce aux nombreux arbres, les maisons voisines sont peu visibles, mais bien appréciées pour la vie sociale des enfants qui jouent avec les voisins.

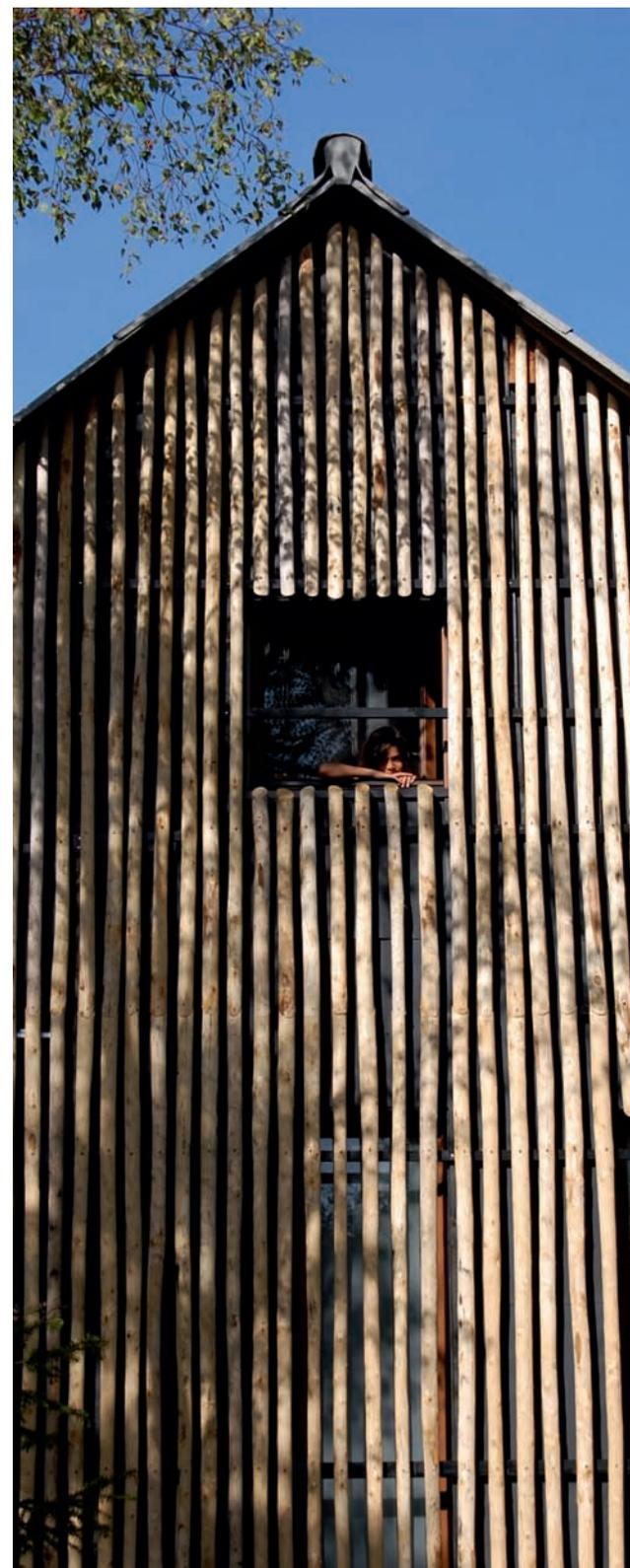
## Une idée originale : les pilotis

Dès le départ, leur ami architecte Claude Valentin est impliqué dans le projet. Claude et Grégoire se sont rencontrés à l'école des Beaux-Arts d'Épinal, où ils enseignent tous deux. Ils avaient déjà travaillé ensemble pour un concours, et une grande connivence s'était installée entre eux. Grégoire, bricoleur surdoué, sensible à l'architecture, aux espaces et aux formes, compte bien s'impliquer énormément dans la conception et la réalisation de la maison, pour laquelle il a beaucoup d'idées. Mais il est également conscient de ses limites et de l'apport indis-

pensable de son ami en termes de connaissances techniques et méthodologiques ; surtout, il compte sur le regard averti de ce dernier, gage d'échanges fructueux.

C'est donc à l'occasion de l'une de leurs discussions animées que germe l'idée d'une maison sur pilotis. Grégoire a déjà fait plusieurs maquettes, mais rien n'en sort de convaincant. Sur l'une d'elles, il met son atelier sur des pilotis au-dessus de la maison, en référence à des souvenirs de maisons de pêcheurs à Narbonne et de cabanes d'enfance. C'est là que survient le deuxième déclic : c'est toute la maison qu'il faut faire sur pilotis !

Tout s'organise alors beaucoup mieux : l'idée s'impose comme une évidence. Les arbres du grand-père fourniront les pilotis. Ceux-ci se confondront avec les arbres du terrain, dont la forêt sera conservée. **La maison sera surélevée, perchée au milieu des branches, sans perturber le sol, qui conservera sa pente naturelle.**



## La conception du projet

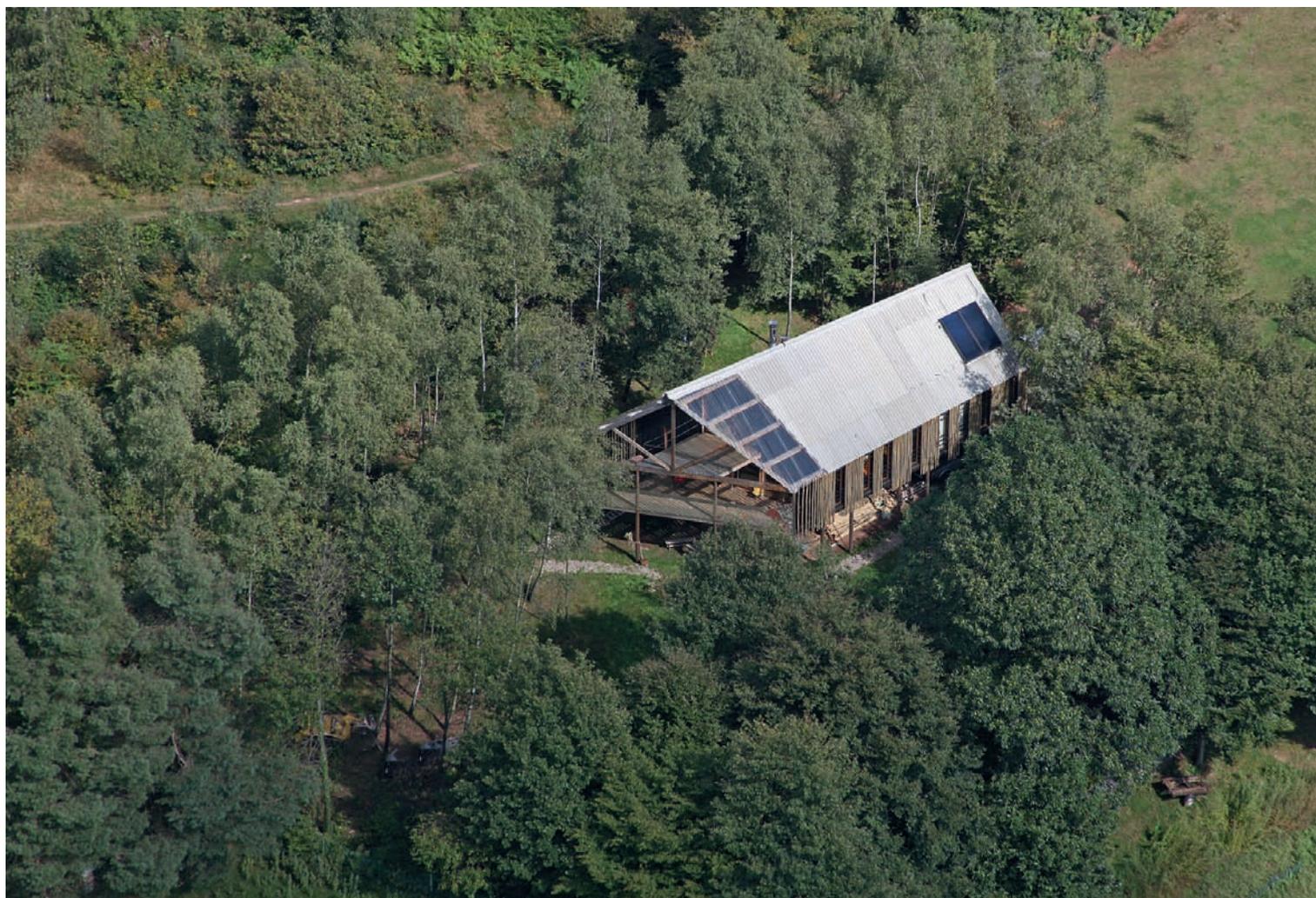
Claude propose alors de transformer le toit à une pente de la maquette en un toit à deux pentes pour gagner du volume. Après avoir étudié minutieusement l'implantation, il choisit d'occuper toute la surface autorisée par les limites de constructibilité, ce qui donne un quadrilatère dont presque aucun côté n'est parallèle ou perpendiculaire. Même le faîtage de la toiture est en pente, car la maison s'élargit d'est en ouest. Au sud-ouest, la maison suit la limite du terrain non constructible. Sur les trois autres côtés, elle est en retrait de 1,5 à 6 m par rapport aux limites, selon les règles imposées par le plan d'occupation des sols.

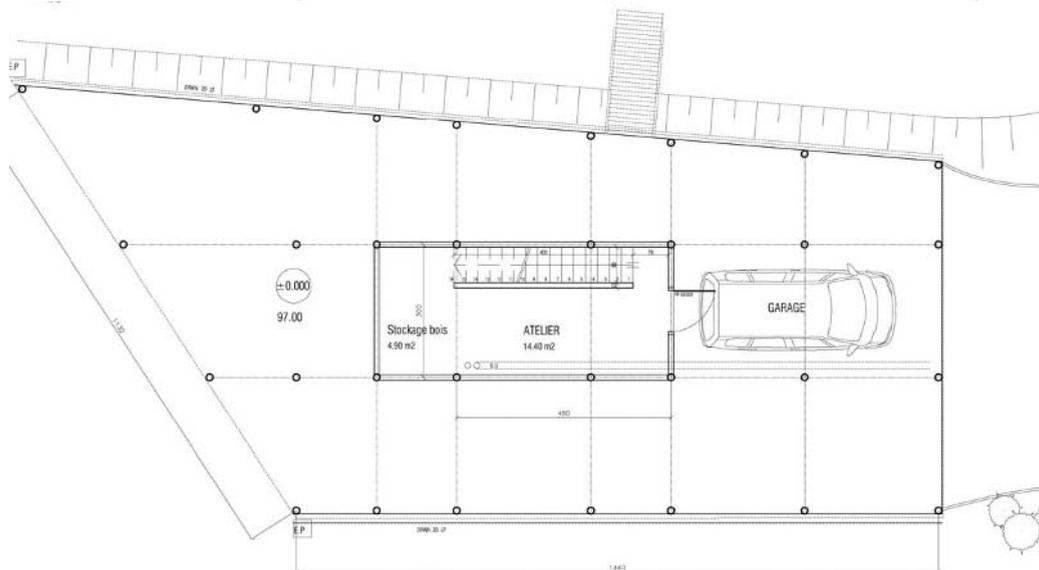
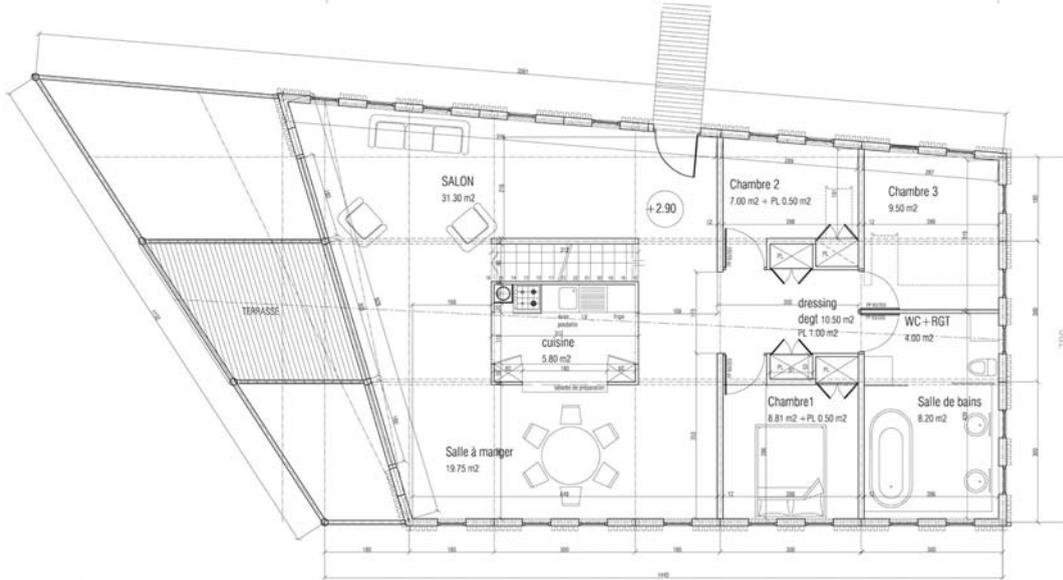
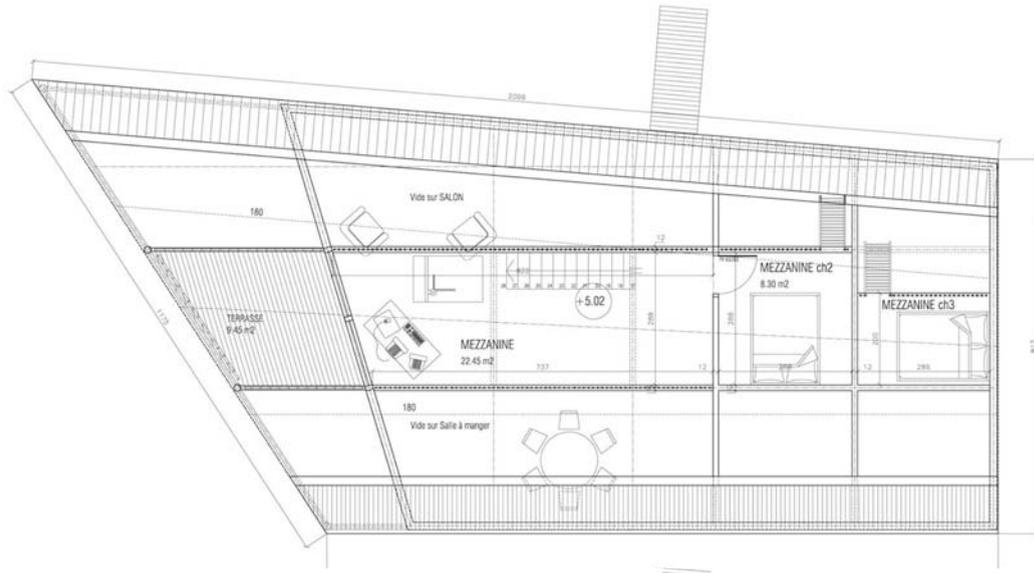
Le pignon nord-est, que l'on voit en arrivant par un court chemin, est plus étroit, signalant la présence de la maison de façon discrète. Au sud-ouest, le pignon s'élargit en biais et accueille une grande terrasse profitant du soleil et de la vue sur la forêt, sans vis-à-vis. L'accès à l'intérieur se fait par une passerelle qui longe la maison, agréable cheminement qui s'élève à travers les arbres. Ceux-ci sont conservés, sauf bien sûr à l'emplacement de la maison, pour rester en continuité avec le paysage.

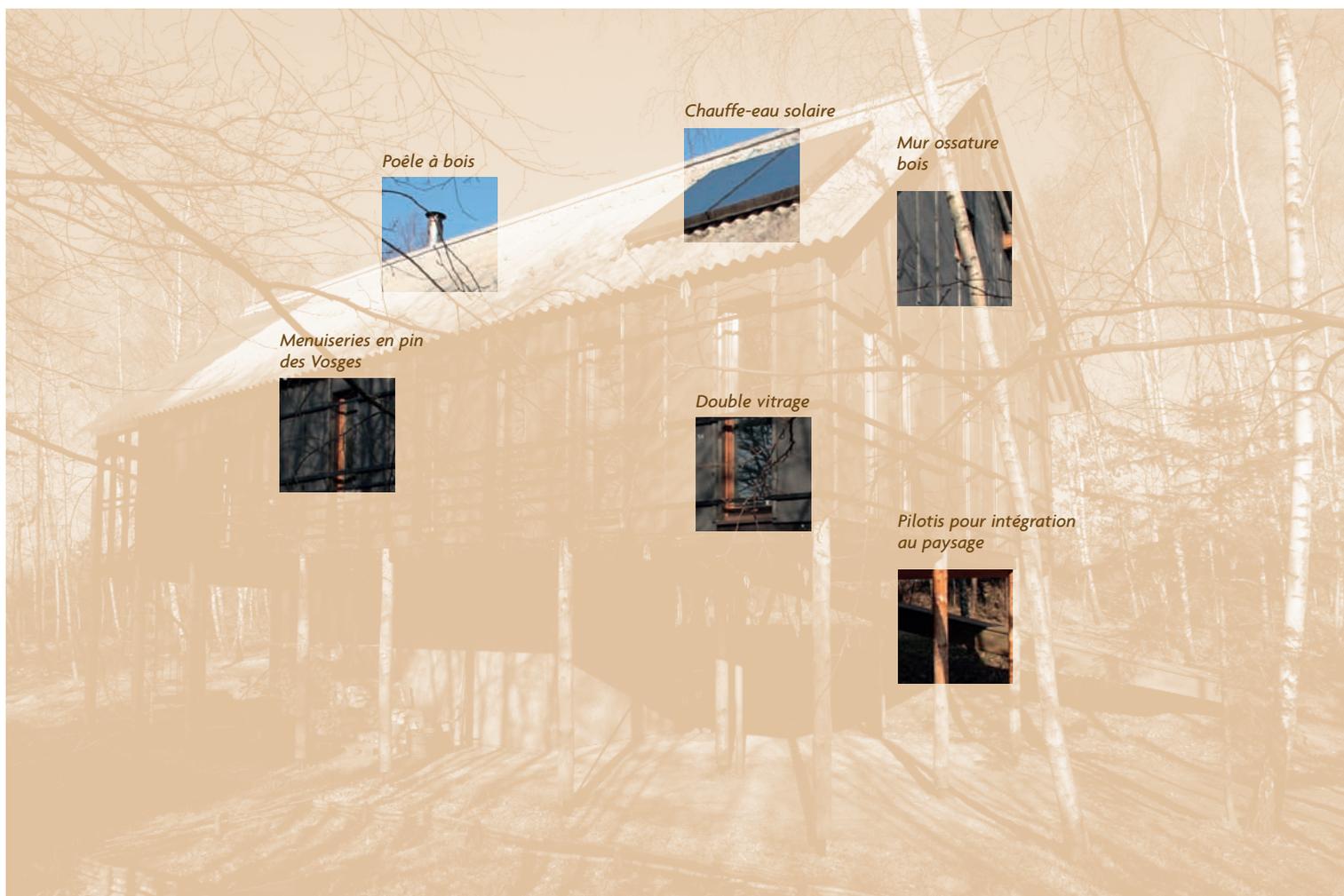
Un travail important de dessin attend Claude. Il établit une trame de 3 x 3 m pour implanter la structure porteuse : les poteaux du rez-de-chaussée, les murs pignons et les deux murs de refend qui servent de contreventement à l'étage, ainsi que les fermes de la charpente. L'insertion d'une trame plus

étroite, de 1,5 m, pour l'entrée, et d'une dernière trame plus large pour la terrasse, casse ensuite ce rythme, qui semble alors aléatoire et permet à l'ensemble de se marier au mieux avec les arbres alentour.

Au rez-de-chaussée, un garage-atelier forme un petit noyau qui sert aussi à contreventer la construction. Le reste de l'espace sous la maison est libre. Ouvert mais protégé des intempéries, il prolonge l'espace intérieur de la maison. Il est destiné, de la même manière que la vaste terrasse, à des occupations variées selon les saisons : jeux, repas, farniente, atelier de menuiserie...







## Le point de vue de l'architecte

Claude Valentin est un architecte un peu à part. Déjà, son agence n'est pas tout à fait comme les autres : il est en effet associé à un entrepreneur d'agencement intérieur en bois avec lequel il partage ses locaux. Cette proximité avec des artisans contribue à son approche pleine de sens du métier d'architecte.

Claude met d'ailleurs l'humain au cœur du projet. Attentif à la qualité des relations entre tous les intervenants, il prend le temps au début de chaque projet d'expliquer en détail, par des maquettes et des projections, sa démarche, ses choix constructifs et environnementaux, le déroulement du chantier, les points clés et le rôle de chacun dans ce travail d'équipe. Un effort de pédagogie qu'il considère comme indispensable et qui valorise les intervenants, lesquels s'impliquent d'autant plus dans ces aventures techniques et humaines souvent expérimentales.

Dans ce projet, en outre, les échanges avec les maîtres d'ouvrage ont été particulièrement enrichissants et ont abouti à une grande qualité de conception. Mais, de façon générale, Claude passe toujours beaucoup de temps à dialoguer avec eux. « C'est pour eux un enjeu majeur, et ils ont besoin d'être rassurés, d'être mis en condition pour aborder avec légèreté cette aventure qui leur paraît au premier abord complexe et très lourde. » Il cherche à installer un cadre débarrassé d'idées toutes faites, qui per-

mette de susciter, dans un mélange d'artisanat, d'entreprise et d'autoconstruction, de nouveaux modes d'habiter.

Claude apporte aussi une attention particulière à la qualité de l'espace, par une étude soignée. Sa conviction : **plutôt que de se focaliser sur le plus grand nombre possible de mètres carrés, il est nettement préférable de soigner la qualité des lieux.** Car la surface coûte cher, elle est consommatrice d'espace et d'énergie (pour être chauffée), et n'est pas systématiquement synonyme de bien-être.

Ainsi, dans la maison de Chantraine, le haut du volume de la pièce de vie est occupé par la mezzanine, pour éviter l'effet imposant d'une grande hauteur sous faîtage – car un séjour de 6 m sous plafond n'est pas vraiment un lieu intime et chaleureux. Il joue ainsi avec les différences de hauteurs : certaines très basses (2,10 m sous plafond dans la cuisine et autour du poêle) et d'autres plus amples, où l'espace s'étire, crée des effets de resserrement, des passages dérobés – tel l'escalier étroit, éclairé par la lumière qui passe entre les marches, débouchant sur un vaste volume lumineux. Le travail sur les biais et les ouvertures permet également des effets de dilatation rendant l'espace plus grand qu'il n'est en réalité.

Enfin, les espaces non définis et non clos, généreux, ont un rôle essentiel dans le projet, en tant que lieux à s'approprier, où inven-

ter de nouveaux usages, de nouveaux modes de vie, hors des conventions et du souci de représentation hérités du passé.

Pour Claude Valentin, les maisons sont des « objets techniques et culturels denses », dans lesquels il investit beaucoup de temps. Ils doivent apporter des réponses à plusieurs problématiques : un usage sur le long terme qui suive l'évolution dans le temps de la famille ; des espaces de jour et de nuit, permettant à la vie en commun de s'épanouir, mais qui doivent aussi répondre au besoin d'intimité. C'est un champ d'expérimentation de nouveaux matériaux, d'étude sur les interfaces, de travail en commun avec les entreprises. Il y engage une dimension environnementale de plus en plus poussée. Pour lui comme pour beaucoup d'architectes, l'avenir est cependant à une forme de logements semi-collectifs qui capitalise les moyens, réduit les coûts et, dans un contexte immobilier tendu, permet des réalisations de qualité à un prix abordable, à l'échelle tant de l'individu que de la ville.

## Une maison confortable et proche de la nature

Le souhait de Grégoire et Carine d'avoir une maison en accord avec leur volonté de respecter l'environnement et d'être proches de la nature prend forme avec cette maison qui, tel un caméléon, se confond avec son milieu. Grégoire a grandi à la campagne, dans une famille ayant des racines agricoles, il a appris à ne pas gaspiller, à respecter et à aimer la nature.

Ils veulent également une maison fonctionnelle, agréable et facile à vivre, évolutive, économe en énergie, où la qualité de l'espace prime sur sa



## Les panneaux solaires thermiques

Dans l'optique d'un recours aux énergies renouvelables pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, les systèmes de chauffe-eau solaires constituent une solution bien au point techniquement et assez facile à installer. Une surface de 4-5m<sup>2</sup> de capteurs thermiques permet de transformer le rayonnement solaire en chaleur, et couvrir en moyenne 50% des besoins en eau chaude d'une famille de quatre personnes sur l'année. Avec une surface de 10 à 20m<sup>2</sup>, les systèmes solaires combinés peuvent aussi contribuer au chauffage pour 20 à 40% des besoins. Certains capteurs, conçus comme des éléments de toiture, s'intègrent visuellement très bien aux constructions.

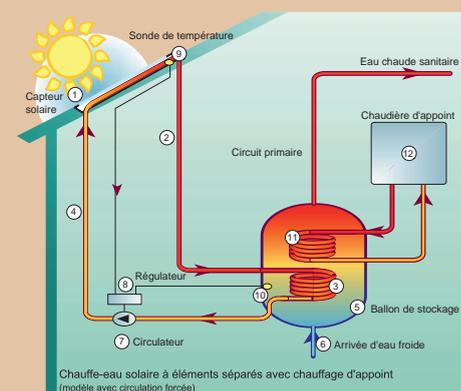
De préférence orientés plein sud et inclinés avec un angle de l'ordre de 45°, ils pourront néanmoins, sans réduction trop importante des performances, avoir une orientation sud-

est ou sud-ouest, et une inclinaison comprise entre 30 et 60°.

Les besoins étant décalés dans le temps par rapport à la production d'eau chaude, il est nécessaire d'avoir un ballon tampon de stockage bien isolé, et une source d'énergie d'appoint (électrique, gaz, bois...). Certains systèmes, appelés planchers solaires directs (PSD), chauffent directement la dalle à l'aide du fluide caloporteur provenant des panneaux.

Les capteurs certifiés CSTB ou Solar Keymark présentent des qualités de fiabilité et de longévité satisfaisant aux critères d'obtention du crédit d'impôt et des subventions. Pour cela, les installateurs doivent être agréés : pour vous procurer la liste des installateurs Qualisol, consultez l'Espace info-énergie le plus proche. Demandez-y une étude détaillée, avec les performances

prévisionnelles du système solaire envisagé en fonction des caractéristiques de votre maison (contribution solaire en kilowatt-heure, pourcentage des besoins thermiques totaux, etc.). La mention des capteurs solaires doit figurer sur la demande de permis de construire ou faire l'objet d'une déclaration de travaux.



quantité. Le bois a été choisi pour ce projet suite à une opportunité (la transmission familiale des arbres), mais aussi parce que c'est un matériau naturel, abondant dans la région, chaleureux et isolant, facile à travailler et modulable.

Les systèmes de chauffage et d'eau chaude ont été choisis dans le souci d'utiliser les énergies renouvelables. **Des panneaux solaires sur le toit fournissent une bonne partie de l'eau chaude sanitaire, et un poêle à bois Bullerjan placé dans le grand volume du séjour-entrée-cuisine-mezzanine chauffe également les chambres.** Un ventilateur situé au plafond de la mezzanine permet de faire redescendre la chaleur vers les espaces de vie du rez-de-chaussée.

**Le soleil est aussi une source de chauffage passif par les baies vitrées, en particulier les**

grandes ouvertures du séjour et de la mezzanine orientées sud-ouest. Seules la salle de bains et la chambre du fond disposent d'un radiateur électrique rayonnant, qui ne fonctionne qu'occasionnellement.

Grégoire et Carine ont en outre bénéficié d'une subvention de 1500 € de l'Ademe pour les panneaux solaires. L'option de la géothermie a été envisagée, mais elle s'est révélée trop coûteuse et non adaptée au terrain. Des volets sont prévus à toutes les fenêtres pour limiter les déperditions thermiques.

Enfin, la maison est bien isolée, avec 10 cm de laine de roche dans les murs, 20 cm dans le plancher et 26 cm sous la toiture, au-delà des recommandations de la réglementation thermique de l'époque.

## Les travaux

Après de nombreuses maquettes de Grégoire et de multiples plans de Claude, le permis est déposé en mai 2003, plus d'un an après la découverte du terrain. Bien que la direction départementale de l'Équipement ait tenté de les dissuader de construire en bordure de forêt à cause du risque de chutes d'arbres (les grands hêtres de la forêt domaniale voisine seront en effet fauchés par une tempête), le permis est accepté.



## Les plaques de toiture ondulées en fibrociment

Dotées d'une mauvaise réputation liée à la présence d'amiante (néanmoins moins dangereuse sous cette forme rigide, tant que le matériau ne se dégrade pas ou qu'il n'y a pas d'intervention a posteriori : dépose, découpe, perçage ou brossage), les plaques de fibrociment sont aujourd'hui sans danger : l'utilisation d'amiante dans les matériaux de construction a été interdite en 1997. Elles sont fabriquées à partir de ciment (88%), de fibres organiques de synthèse (2% – filière PVA [polyvinylalcool], une forme de vinyle utilisée comme liant dans les colles ou, en Asie, pour la fabrication des vêtements par exemple, qui présente peu de risques pour la santé), de cellulose, de polypropylène, feuillards de retenue dans chaque onde, et de silice amorphe (résidus de silice issus des fumées émises par l'industrie du silicium). La plaque ondulée ne manque en outre pas d'atouts : très économique, très facile à poser grâce à un prédécoupage et à un préperçement des trous de fixation en usine, durable, incombustible, sans entre-

tien, avec de bonnes propriétés phoniques (par son profil, sa masse et sa porosité, elle absorbe les bruits – de pluie par exemple – et ne les réfléchit pas) et surtout désormais sans risque (connu) pour la santé. Sa teinte naturelle, gris clair, est discrète; elle prend des tons verdâtres ou grisâtres avec le temps, selon l'exposition. Ce type de plaque a de bonnes propriétés en milieu humide car elle peut absorber jusqu'à 25% de son poids en eau, ce qui en fait un matériau très adapté pour couvrir les bâtiments d'élevage. En revanche, son bilan de cycle de vie n'est pas exemplaire : la fabrication du ciment et du PVA consomme beaucoup d'énergie et d'eau, et ils ne sont pas recyclables. La société Eternit, comme beaucoup d'entreprises industrielles, s'est néanmoins engagée dans une démarche de certification aux normes environnementales ISO 14001, d'utilisation de l'eau en circuit fermé pour sa production, de réutilisation ou de recyclage de ses déchets internes, ainsi que de réhabilitation des carrières de calcaire.

## Des obstacles difficiles à contourner

Première surprise : le terrain est en zone sismique, et la réglementation impose des normes très contraignantes pour les fondations. Sous chaque poteau se trouvent des plots en béton de 1m<sup>3</sup>, reliés entre eux par des tirants. Carine et Grégoire sont étonnés par le coût et la complexité de mise en œuvre de ce procédé. C'est le paradoxe de ce projet : cette maison si légère, portée par de fins pilotis, repose sur d'énormes pieds en béton. Les normes sont en effet prévues pour des constructions en maçonnerie et ne prennent pas en compte ce cas de figure; le bois a pourtant beaucoup de qualités antisismiques.

Les travaux de terrassement, de fondations, d'assainissement autonome et de drainage commencent néanmoins en octobre 2003. Avant cela, durant l'hiver 2002-2003, il faut choisir les arbres sur le terrain familial, les couper, les écorcer et les apporter au charpentier. Celui-ci n'étant pas équipé pour les débiter, les fûts restés entiers serviront pour les pilotis uniquement, et non pour tous les montants de la structure comme prévu initialement. Il les taille à la bonne hauteur, fixe dessus la maison à ossature bois, la charpente, puis la couverture, de janvier à mars 2004. Viennent ensuite les menuiseries en juin 2004, le pare-pluie sur la face extérieure des murs, en attendant le bardage réalisé en 2008. Le pare-pluie, qui revêt les murs d'un noir élégant, est en effet suffisant pour mettre la maison hors d'eau : le bardage en tuteurs de châtaignier ne répond qu'à un souci esthétique.



## Une maison qui se confond avec le paysage

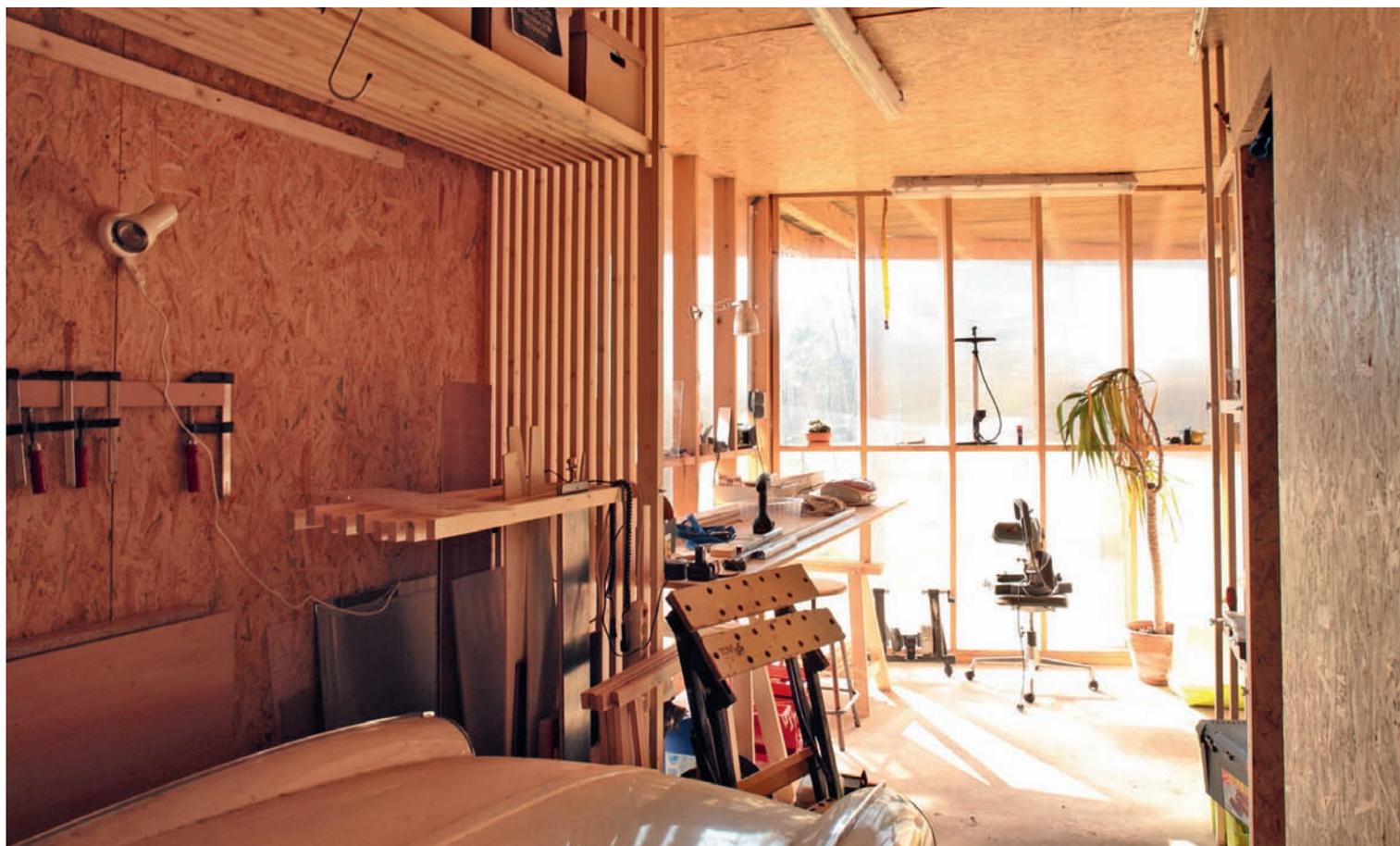
La structure est composée d'une ossature en épicéa pour le plancher, les murs et la charpente; des poteaux massifs d'épicéa constituent les pilotis. Les menuiseries en pin des Vosges (ou pin sylvestre) sont toutes de la même dimension (excepté les grandes baies vitrées de la terrasse) : des baies ouvrantes ou fixes de la hauteur du mur, et de la largeur des montants de l'ossature bois (60cm), afin de les insérer facilement et de simplifier la fabrication et la pose. Le pin des Vosges est naturellement de classe 3, c'est-à-dire d'une bonne durabilité en extérieur. Le toit est en plaques de fibrociment ou de polycarbonate ondulées (au-dessus de la terrasse), matériaux très économiques et dans les mêmes tonalités que le paysage alentour. La maison, avec ses tons gris changeant, noir et bois, perchée sur ses troncs qui se mêlent aux arbres, se fond totalement dans la forêt. Le mimétisme est saisissant.

## Un propriétaire entreprenant

Le budget serré de Grégoire et Carine leur impose parfois des choix difficiles, comme de renoncer à isoler en fibres de bois ou en cellulose et de privilégier la laine minérale, alors trois à quatre fois moins chère. Grégoire la pose lui-même, comme les plaques de plâtre du doublage et le parquet en châtaignier posé sur une feutrine et cloué sur les panneaux d'OSB, traité tout simplement à l'huile de lin, et ciré dans la salle de bains (tous les ans, profitant d'une chaude journée, il repasse une couche d'huile de lin). Plus généralement, il fait tout l'aménagement intérieur, au fur et à mesure de l'avancement des travaux : les rangements de la cuisine et des chambres, les cloisons, les parois de l'atelier du rez-de-chaussée... ce qui permet au couple de réaliser d'importantes économies. En effet, dans le second œuvre, c'est surtout la main-d'œuvre qui coûte cher.

Néanmoins la plomberie et l'électricité sont réalisées par des professionnels... pas toujours à la hauteur. En effet, le plombier-chauffagiste n'a pas su installer correctement les panneaux solaires, et Grégoire et Carine doivent faire intervenir un expert pour prouver la malfaçon – qui sera réparée ensuite. L'appoint en eau chauffée grâce aux panneaux se fait par un ballon électrique placé dans les combles, au-dessus de la salle de bain, juste sous les panneaux.

À la fin de 2004, après plus d'un an de travaux, le poêle est installé. Puis, en janvier 2005, la petite famille, qui compte désormais quatre personnes, s'installe dans les lieux nimbés d'un blanc manteau de neige. Il reste encore beaucoup d'aménagements à faire, comme la mezzanine où Carine et Grégoire travaillent, les garde-corps, les panneaux de bardage noir de la façade sud-ouest de la terrasse, et de multiples autres détails auxquels Grégoire apporte sa touche de créativité.





## Le bilan

Toujours à l'affût de l'actualité en matière de maisons écologiques, Grégoire se dit parfois qu'il a construit sa maison trop tôt. Il y a cinq ans, le consensus actuel quant à la nécessité d'isoler fortement les maisons ne s'imposait pas encore; il existait peu d'informations sur les matériaux sains et naturels, et sur les moyens de se les procurer.

Aujourd'hui il aurait construit sa maison avec une épaisseur plus importante d'isolant; néanmoins l'isolation mise en place est performante : il utilise huit stères de bois par an pour se chauffer, en prenant bien soin de brûler du bois de bonne qualité (du hêtre bien sec ou du bouleau, qui a l'avantage de

pouvoir être brûlé encore vert). Désormais, après une petite période de rodage pour maîtriser le réglage de la combustion par l'arrivée d'air, deux flambées par jour suffisent à chauffer la maison en hiver.

Mis à part ce bémol, la famille Dubuis apprécie avec un bonheur rare la qualité de vie que procure cette maison au cœur de la nature, qui dégage une atmosphère particulièrement chaleureuse, paisible, et incite à un art de vivre différent, plus libre et créatif, à l'image de leurs heureux occupants.

Carine et Grégoire ont de nombreux projets. L'évolution constante de cette maison participe à son attrait et à sa richesse. Fourmillant d'idées, ils viennent de finir le bardage en fûts de châtaignier et les volets qui se glissent derrière, et prévoient d'amé-

nager un atelier au rez-de-chaussée pour s'isoler lorsqu'ils travaillent. Le couple envisage par la suite l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, d'une citerne de récupération d'eau de pluie (pour les toilettes et le lave-linge) et d'une éolienne.

C'est l'avantage de cette jolie maison en bois, moderne et chaleureuse : il est facile de la faire évoluer pour la rendre encore plus écologique, au fil du temps, selon les moyens dont on dispose.

Il faut aller voir le site Internet fait par Grégoire et Carine sur la construction de leur maison, [www.journaldunemaison.com](http://www.journaldunemaison.com). Un diaporama montre le déroulement du projet jusqu'à aujourd'hui. On visualise bien le processus d'élaboration et les étapes de la construction, dans toute leur complexité technique.







# 100 % bioclimatique



*Mots-clés : bioclimatique, briques alvéolaires, ossature bois, solaire passif, panneaux solaires thermiques, toit végétalisé, chaudière gaz à condensation*

Laurent et Sylvie Bonne ont tour à tour vécu dans la ferme familiale de Gérardmer, à Nancy, en Guinée-Conakry, puis en Polynésie française, avant de se décider à construire leur maison à Gérardmer, lieu qu'ils apprécient pour sa qualité de vie. Lors de leur séjour en Polynésie, l'idée s'est précisée à la suite de la donation d'un terrain familial sur le coteau sud de la ville, en lisière de pâturage.

À Tahiti, Laurent et Sylvie commencent à réfléchir à leur future maison aussi bien en termes d'espace et de fonctionnalité que d'économie d'énergie et de qualité des matériaux. Au cours de cette phase de gestation, fondamentale pour la réussite du projet, leur réflexion parvient petit à petit à maturation.

## Fiche technique

Gérardmer (Vosges)  
Maison de 250 m<sup>2</sup> de plancher (SHOB), 170 m<sup>2</sup> habitables (SHON)

**Terrain** : 2 096 m<sup>2</sup>

**Projet** : septembre 2002 à septembre 2003

**Chantier** : septembre 2003 à mars 2005

**Coût total** : 160 000 € TTC

**Coût des travaux** : 160 000 € TTC (hors d'honoraires d'architecte et achat du terrain)

Maison en briques alvéolaires enduites à la chaux; fondations et plancher du rez-de-chaussée en béton; mur à ossature bois, plancher étage et charpente en épicéa; couverture membrane sans PVC et toit partiellement végétalisé; isolation en laine de bois (ossature bois 12 cm et toiture 22 cm), en chanvre (10 cm murs semi-enterrés) et en cellulose en vrac (20 cm toiture végétalisée); doublage intérieur avec des plaques de cellulose et de gypse (Fermacell); parquet en bambou; menuiseries en pin des Vosges, double vitrage avec lame d'argon, anti-effraction au rez-de-chaussée; chauffage solaire passif par la serre orientée au sud-est; plancher chauffant basse température et chaudière à gaz à condensation; cuisinière à bois; panneaux solaires thermiques.

### Intervenants

**Architecte** : Laurent Bonne  
3, chemin des Oiseaux – 88400 Gérardmer  
Tél. : 03 29 42 02 34

**Terrassement** : Derexel

88400 Gérardmer

Tél. : 03 29 63 10 46

**Gros œuvre** : Aubry frères

88120 Rochesson

Tél. : 03 29 61 78 38

**Charpentier** : Martin frères

88400 Xonrupt-Longemer

Tél. : 03 29 63 07 38

**Couvreur-zingueur** : TAE

88100 Sainte-Marguerite

Tél. : 03 29 56 52 58

**Menuisier** : MC Couval

88360 Rupt-sur-Moselle

Tél. : 03 29 24 34 27

**Plombier-chauffagiste** : Eurochauff

88640 Granges-sur-Vologne

Tél. : 03 29 57 58 10

### Détail des coûts TTC (19,6%)

Achat du terrain (donation familiale) .....	0 €
Honoraires architecte (l'architecte est aussi le maître d'ouvrage) .....	0 €
Bureau d'études charpente .....	1 300 €
Taxe équipement CAUE .....	900 €
Terrassement .....	7 500 €
Gros œuvre béton (fondations et dalles) .....	40 800 €
Enduits extérieurs .....	4 100 €
Structure bois murs et charpente, bardage, lambris et parquet .....	6 900 €

Menuiseries extérieures en pin

des Vosges (fourniture seule, sans la pose) .....
 10 300 € |

Couverture, étanchéité et zinguerie .....
 7 900 € |

Mobilier sur mesure (escalier, meuble-bloc, meubles cuisine) .....
 3 100 € |

Électricité .....
 4 900 € |

Chauffage et réseau plomberie (y compris panneaux solaires : .....
 4 130 € |

hors subventions 1 500 € et crédit d'impôt) .....
 16 900 € |

Raccordements réseaux EDF, GDF, égout et gaz .....
 2 800 € |

### Travaux réalisés par les propriétaires

Menuiseries extérieures (vitrages fixes) .....
 1 700 € |

Matériel pour ossature bois (visserie, panneaux) .....
 2 600 € |

Serrurerie (fixations et poutres métal pour escaliers extérieurs et mezzanine) .....
 1 300 € |

Isolation .....
 7 600 € |

Doublage murs en Fermacell (plaques de plâtre et cellulose) .....
 4 800 € |

Menuiserie intérieure (aménagement) .....
 2 380 € |

Peintures .....
 3 100 € |

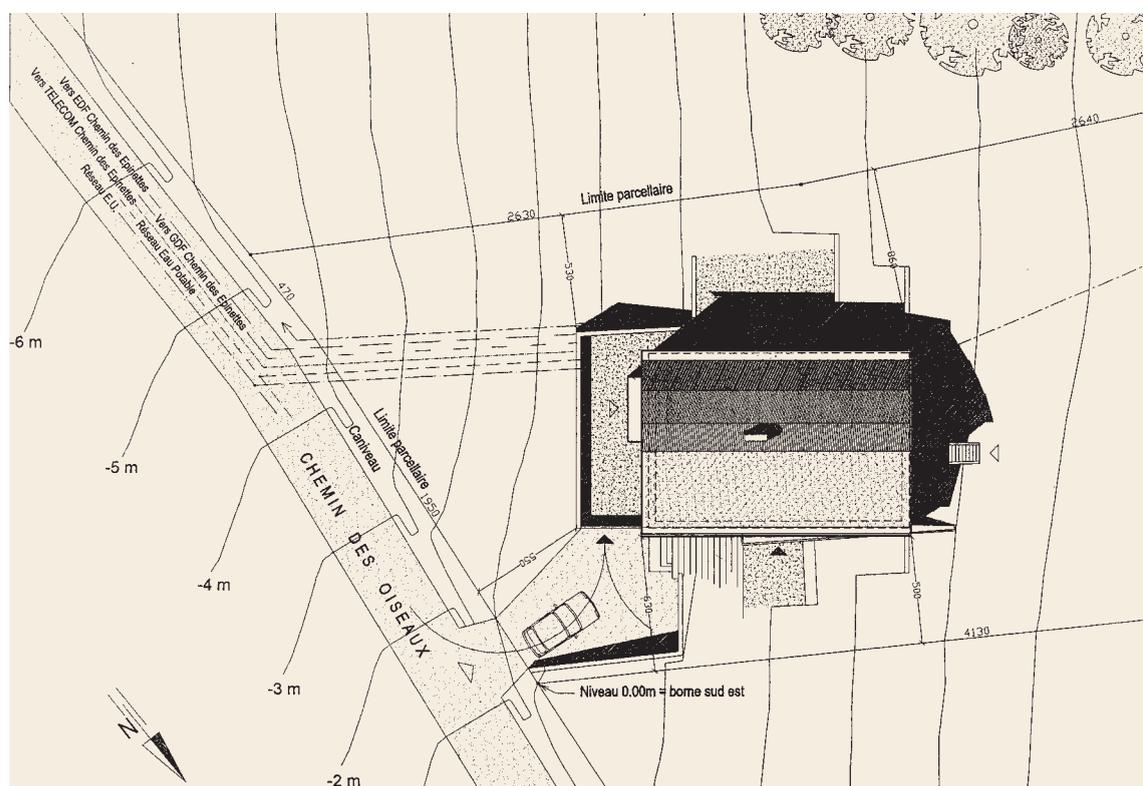
Sanitaires et raccordement plomberie (fournitures) .....
 2 900 € |



## Une étude minutieuse du site

Laurent étant architecte, il commence à griffonner des plans. Cependant, le couple entend bien concevoir ce projet ensemble, en tenant compte des souhaits de chacun. Et c'est peut-être la première réussite de cette belle œuvre, quand on sait la difficulté de ce genre d'exercice : il s'agit d'un vrai projet commun, mené jusqu'à son terme avec méthode; mais aussi avec l'aide de toute la famille, des amis et des entreprises qui ont accepté de jouer le jeu et de s'impliquer dans la construction d'une maison peu commune. Le programme est fixé : trois chambres (ils ont eu entre-temps deux enfants, Ariane et Arthur), un bureau, un séjour-salle à manger, une cuisine, un garage fermé, une cave, une buanderie et un sauna (non réalisé à ce

jour). Ils veulent des rangements partout et imaginent des placards «thématiques» : un pour les enfants et un pour les parents dans l'entrée, un pour les chaussures, un autre pour les vêtements de ski... Même chose dans la cuisine, où tout est dissimulé dans des placards sur mesure : le réfrigérateur, les fours, les aliments, les ustensiles.





### Le choix du terrain

Les parents de Sylvie ont plusieurs parcelles à distribuer à leurs enfants. Sylvie et Laurent les étudient toutes en détail et choisissent... la plus difficile à aménager, mais aussi la plus intéressante à leurs yeux : un terrain très en pente, étroit et de 200m de long, partiellement inconstructible. Malgré ces défauts apparents, il offre plusieurs avantages. C'est la parcelle la plus haute, et donc également la plus éloignée des autres maisons de cette rue. Elle bénéficie d'un beau point de vue sur la ville en contrebas, face aux pistes de ski et avec, vers l'est, la ligne bleue des Vosges; au sud-ouest, elle donne sur un grand pré non

constructible, pâturé par les vaches, bordé d'une belle haie d'arbres et d'un petit muret de pierres. Autre avantage, non négligeable, les vaches font office de tondeuses à gazon en venant brouter sur leur terrain de temps en temps.

Le parti pris est donc de s'inscrire harmonieusement dans ce paysage proche, en reprenant les éléments les plus pertinents des constructions traditionnelles de montagne.

L'étude de l'implantation commence par le relevé topographique du terrain. La route étant située en contrebas, la première difficulté est de ménager un accès qui ne soit pas

trop raide jusqu'au garage, afin de ne pas être bloqué lors des chutes de neige. Pour cette raison, le garage est placé le plus bas possible et partiellement creusé dans la pente, avec une allée suffisamment longue devant pour pouvoir s'y garer.

L'étroitesse du terrain constitue une autre contrainte : les 5m de retrait réglementaires laissent une bande constructible de 10m de large seulement. La maison, un peu plus étroite (9m de large), est placée légèrement en biais dans cette bande, afin d'être alignée avec la haie champêtre, le pignon faisant face à la vallée.



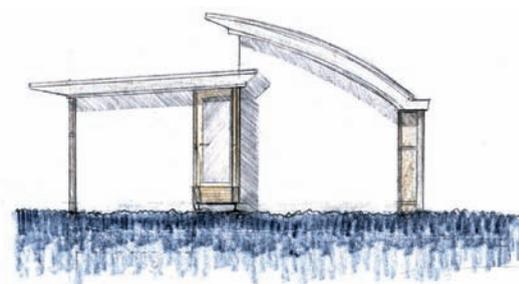
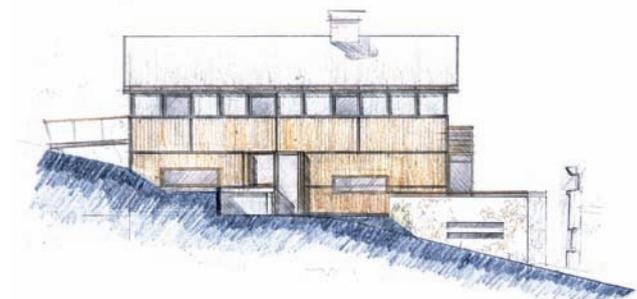
### S'inspirer des fermes traditionnelles

L'implantation reprend donc celle des fermes traditionnelles, partiellement insérées dans la pente pour être accessibles par différents points : par le haut du terrain pour rentrer le foin dans le grenier, par le milieu pour accéder à l'habitation, et par le bas pour rentrer dans l'étable semi-enterrée. Leurs murs étaient construits en moellons de granit. Au sud et à l'est, ils étaient enduits à la chaux. À l'ouest, un bardage en sapin (essis en vosgien) était cloué pour protéger la façade des intempéries. Au sud et au nord, le grenier était fermé par un bardage ajouré pour permettre la ventilation naturelle du foin.

La maison est ici perpendiculaire à la pente en raison de la configuration de la parcelle. Deux niveaux sont ainsi partiellement enterrés : le plus bas abrite le garage et la cave, et celui du dessus les pièces de jour et la buanderie-chaufferie, adossée au terrain. Le toit du garage forme une terrasse pour le séjour, dominant la vallée. Les dalles du sous-sol et du rez-de-jardin, ainsi que les murs enterrés,

sont construits en béton, matériau imperméable et offrant une bonne résistance à la pression. Le sol étant très humide en raison du ruissellement important et de résurgences, les murs enterrés sont recouverts d'un enduit hydrofuge, protégés par un revêtement rigide alvéolaire et dotés d'un double drain. Par son inertie, le béton a également une fonction de stockage des calories en hiver ; en été, les parties enterrées absorbent la fraîcheur du sol (15 °C en moyenne), contribuant ainsi à tempérer la maison.

Les murs se prolongent au rez-de-jardin par des briques alvéolaires de 37 cm – des briques de terre cuite épaisses formées de centaines d'alvéoles leur conférant un très bon pouvoir isolant (voir encadré p. 13). Les parois extérieures sont simplement enduites à la chaux, matériau qui, comme les briques, laisse passer la vapeur d'eau et permet aux murs de « respirer ». La partie la plus exposée, en briques de 30 cm, est recouverte d'un isolant et d'un bardage en bois. À l'intérieur, les parois sont simplement habillées d'une plaque de cellulose et de gypse (Fermacell).



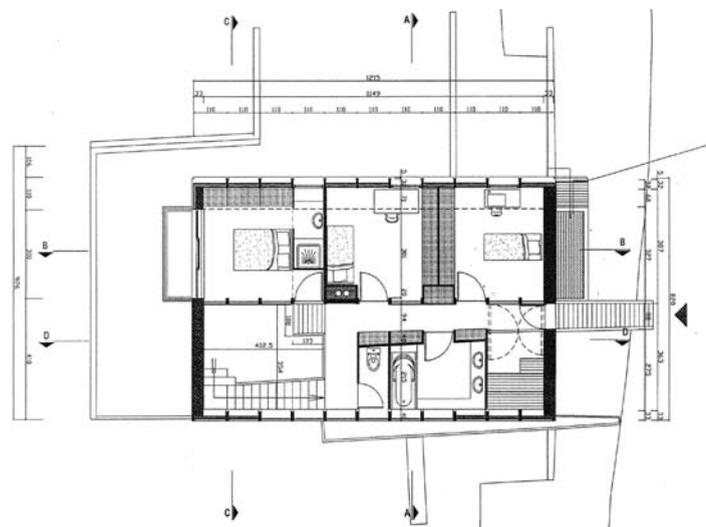
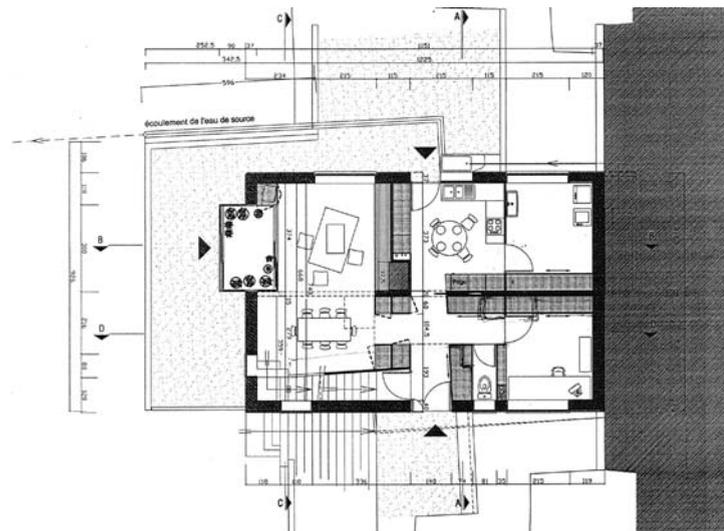
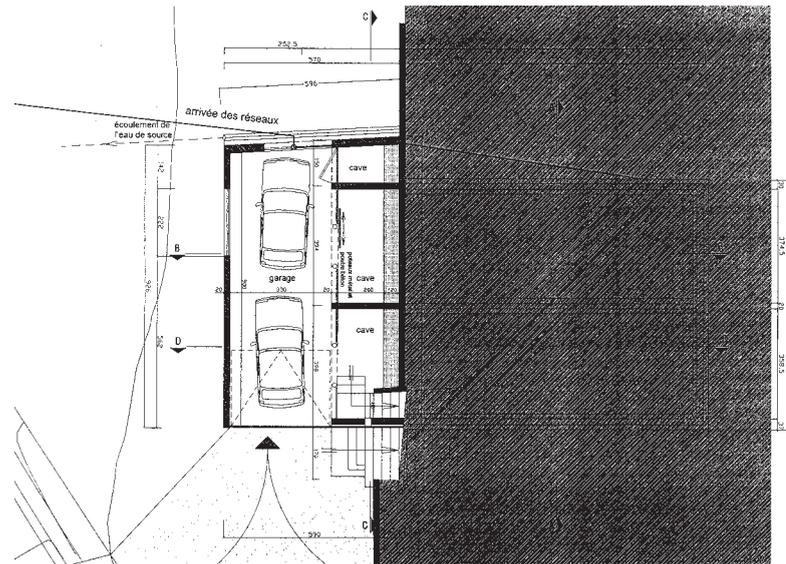
Le principe des murs supérieurs et de la charpente en bois sont également repris des anciennes constructions – car le bois est une autre ressource locale abondante, d'autant plus que la famille met à disposition une plantation d'épicéas.

À l'extérieur, la façade ouest est recouverte de bardage en mélèze, naturellement résistant aux intempéries. En revanche, les petites fenêtres traditionnelles, qui limitaient les déperditions thermiques mais apportaient peu de lumière à l'intérieur, sont bannies. Grâce aux progrès techniques apportés aux menuiseries, il est possible désormais d'ouvrir de grandes baies pour profiter de la lumière et de la vue, ainsi que de la chaleur du soleil... quand il se présente.

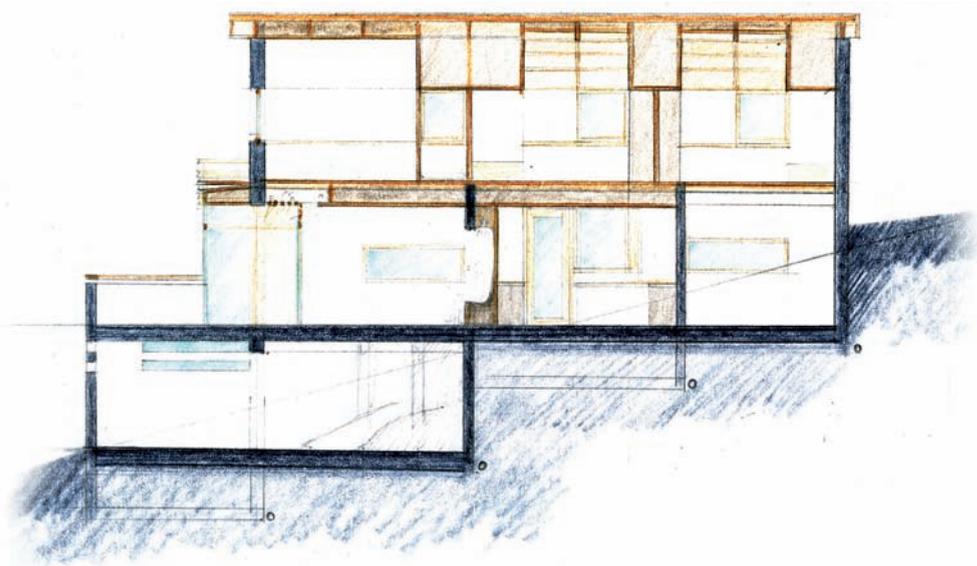
Pour articuler les façades avec le terrain très en pente sur lequel s'ouvrent les pièces de vie, Laurent a donné des « coups de ciseaux » dans le relief, ménageant des plates-formes en retenant la terre par une succession de murets construits avec les pierres du terrassement. Cet aménagement ouvre la vue sur le paysage et le pré tout en évitant le recours au talus.

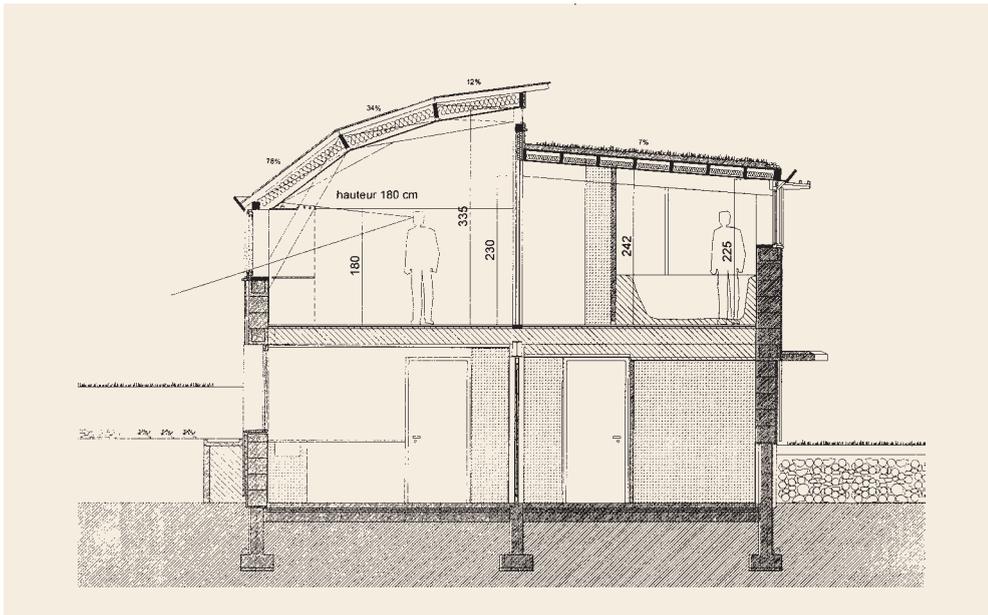
## Une démarche globale

Le respect de l'environnement au sens le plus large possible constitue, avec le respect du paysage, l'axe majeur du projet. Sylvie et Laurent poussent en effet cette démarche très loin, l'appliquant aussi bien aux économies d'énergies et aux réductions des émissions de gaz à effet de serre – conception bioclimatique du bâtiment, isolation renforcée et utilisation d'énergies renouvelables – qu'à l'utilisation de matériaux naturels, recyclables et d'origine locale. Le concept de maison basse consommation (voir introduction, p. 4) n'est pas encore très répandu en



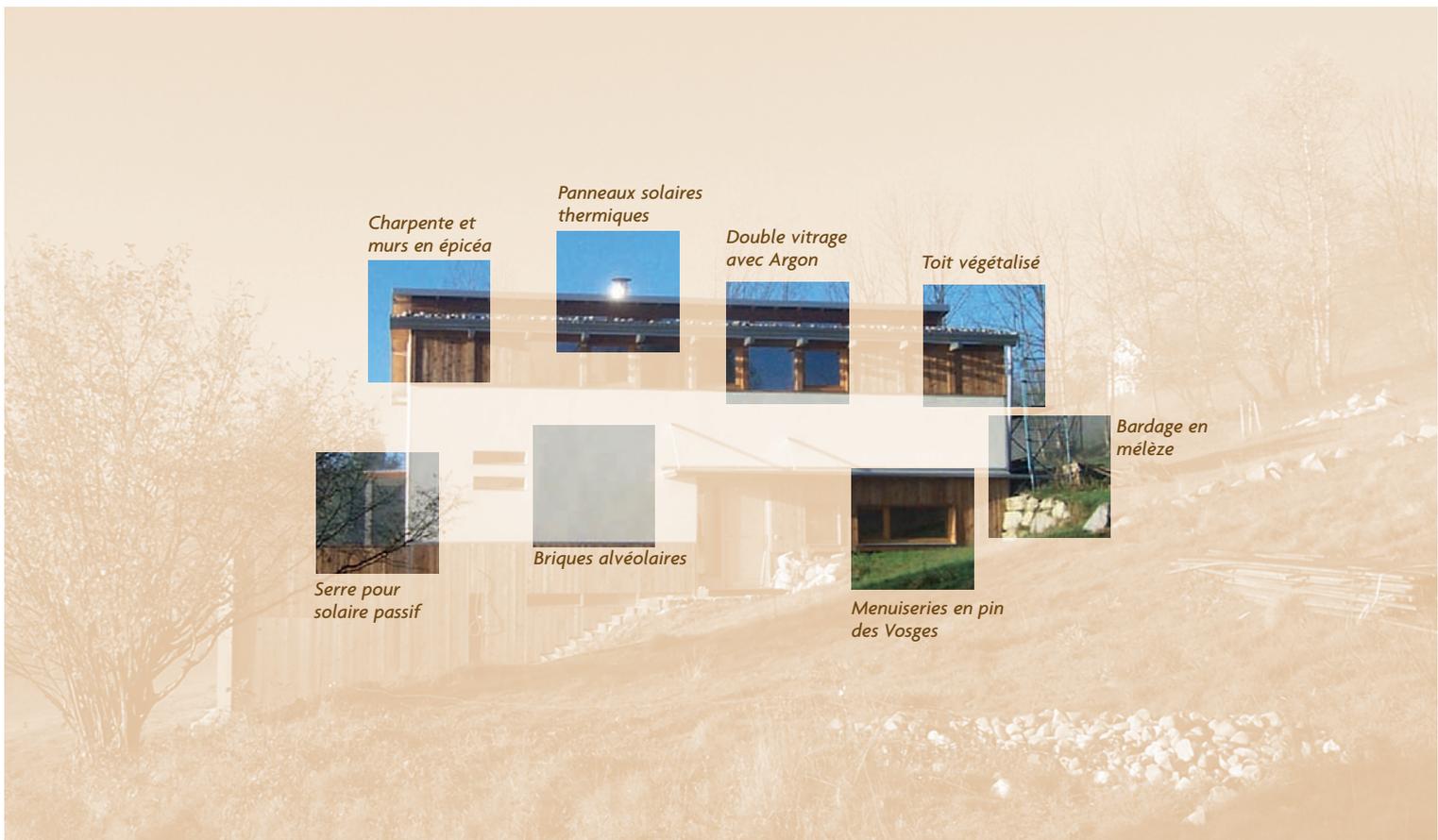
France en 2003, bien qu'il soit déjà courant chez les proches voisins allemands. Ici, l'effort n'est pas centré uniquement sur la performance énergétique, avec des équipements techniques sophistiqués (et consommateurs d'électricité) : l'aspect «santé» et la remise au goût du jour de procédés traditionnels sont également très présents. Concernant l'orientation, la démarche bioclimatique coïncide ainsi avec la démarche paysagère : sur le pignon sud-est est aménagé un jardin d'hiver permettant de bénéficier des apports solaires passifs. Ouvert côté intérieur en hiver, il permet de récupérer l'air chauffé par le soleil durant la journée à travers la baie extérieure en double





vitrage. La chape du sol, en béton, absorbe également les calories. L'été, à l'inverse, si le rayonnement solaire est trop important, on ouvre les deux baies pour ventiler. Un toit opaque fait office de pare-soleil l'été, mais n'empêche pas les rayons d'entrer en hiver. Pour compléter le dispositif, les ouvertures orientées au sud-ouest sont protégées des surchauffes par des pare-soleil horizontaux ou des persiennes, intégrés au bardage (en cours de réalisation).

Ce dispositif de chauffage passif est complété par une bonne isolation. Le garage non chauffé fait office de zone tampon au rez-de-chaussée : il limite le rayonnement froid venant du sol. Les pièces à l'ouest sont semi-enterrées, ce qui diminue les déperditions thermiques. Les murs en



## L'inertie, le confort thermique et la réglementation

L'inertie thermique d'un matériau est sa capacité à accumuler les calories. Plus un matériau est lourd et dense, plus sa capacité à le faire est grande.

Dans la conception d'une maison, il est donc important de tenir compte de cette caractéristique, qui permet de «capitaliser» en quelque sorte les calories produites par les systèmes de chauffage, par rayonnement en particulier : poêles, radiateurs en fonte, planchers chauffants... Le principe vaut bien sûr aussi pour les calories apportées par le soleil. Le chauffage solaire passif fonctionne en effet selon ce principe : les rayons du soleil chauffent directement des surfaces composées de matériaux denses (dalle en béton ou en chaux, murs en terre cuite ou en terre crue...), ou indirectement par convection de l'air chaud.

Ces matériaux accumulent la chaleur et la diffusent lentement, bien après que le soleil soit couché. Ils évitent les variations de température trop importantes au cours d'une journée, et en particulier les surchauffes en été. C'est pourquoi les bâtiments anciens, même non isolés, ont des performances thermiques assez bonnes : leurs murs sont généralement épais et denses (en pierre, en terre crue ou cuite), ils sont parfois partiellement enterrés (le sol est le plus grand gisement d'inertie : sa température est quasi constante à 1m de profondeur). Leurs ouvertures sont bien orientées, et conçues de façon à être protégées du vent et des

intempéries... En revanche, leurs murs peuvent mettre longtemps à se réchauffer – c'est pourquoi on les recouvrait d'un enduit à la chaux.

Les avantages de l'inertie peuvent également être mis à profit dans les maisons neuves, en particulier dans les maisons à ossature bois. Le problème est que les montants en bois et les isolants sont légers, ce qui implique que ces maisons surchauffent vite. C'est pourquoi on cherche généralement à améliorer leur inertie par des dalles de béton, couplées à un plancher chauffant si possible, par des isolants plus denses (certaines laines de bois en particulier), par des revêtements épais qui maintiennent une température de paroi plus élevée que l'air (plaques de plâtre renforcées, enduits de terre, carreaux de terre cuite...) ou par un toit végétalisé. On peut également créer des murs capteurs, au fond d'une serre par exemple, ou directement derrière une vitre, pour créer un effet de serre (principe des murs Trombe). Cette inertie de transmission permet un déphasage plus court et donc une diffusion de la chaleur plus rapide, en quatre à six heures – soit en fin de journée.

Pour les maisons construites récemment avec des murs en ciment et sans isolation, il est intéressant d'isoler par l'extérieur pour profiter de l'inertie du béton, s'il n'y a pas de dalle, de mur de refend ou de cloisons denses qui jouent ce rôle.

Cette inertie est essentielle pour le confort thermique de l'habitation : dans une maison à forte inertie, les parois sont chaudes, elles émettent de la chaleur par rayonnement infrarouge. Ce n'est pas seulement l'air qui est chauffé, et il n'y donc pas de sentiment d'inconfort provoqué par les mouvements d'air ou par les parois froides – car si un corps humain est plus chaud qu'une paroi, par un phénomène d'échange thermique il va émettre des calories vers celle-ci, et donc avoir un sentiment de froid. C'est donc aussi la capacité du matériau à absorber rapidement la chaleur qui est recherchée, ainsi que son effusivité, soit la vitesse du changement de sa température en surface : le liège par exemple se réchauffe beaucoup plus vite que la faïence.

Pourtant, cette capacité n'est pas prise en compte dans la réglementation thermique, qui ne s'attache qu'à la résistance thermique d'une paroi  $R$  (sa capacité isolante), en additionnant les coefficients de conductivité thermique ( $\lambda$ ) de chaque matériau. Elle ne mentionne pas l'effusivité d'un matériau, ou sa capacité thermique ( $S$ ) – laquelle, bien qu'il puisse y avoir un mauvais coefficient d'isolation thermique (c'est le cas des briques de terre cuite), permet néanmoins d'accumuler les calories. C'est pourquoi l'idéal est d'avoir des murs (ou à défaut un plancher) qui à la fois isolent bien et soient dotés d'une réelle inertie, comme les murs en briques alvéolaires.



**briques alvéolaires apportent une bonne inertie thermique dans des pièces de vie, dispositif complété par un chauffage par le sol à eau chaude basse température posé sur des plaques d'isolant en laine de bois.** Cette combinaison produit une chaleur homogène très agréable. Les murs à ossa-

ture bois et la toiture courbe sont remplis d'isolant : respectivement 12 cm et 22 cm. Le pan de toit orienté au nord-est, plus plat, est doté d'une **couverture végétalisée pour une meilleure inertie thermique.** Enfin les menuiseries sont équipées de double vitrage avec lame d'argon (coefficient de déperdi-

tion thermique [K] = 1,1), feuilleté au rez-de-jardin pour empêcher les effractions. Les besoins en chauffage, importants dans cette région de montagne, sont ainsi nettement réduits. Le choix de la source d'énergie est délicat, comme souvent lorsqu'on veut recourir à une énergie renouvelable. La solution de la géothermie, envisagée au départ, s'est révélée inapplicable en raison du sol rocheux. Le réseau de gaz étant proche, c'est finalement une chaudière à gaz à condensation qui alimente le plancher chauffant et les radiateurs de l'étage.

### Réduire sa consommation énergétique

Les énergies renouvelables n'ont pas été oubliées : une cuisinière à bois fonctionne tous les soirs en hiver dans le séjour. Elle sert pour la cuisine et apporte un complément non négligeable de chauffage, ainsi qu'une certaine convivialité. Les 5 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques fournissent également la moitié de l'eau chaude sanitaire. Ils alimentent un ballon de 300l qui peut garder l'eau chaude pendant cinq jours : ce dispositif est suffisant l'été, et la chaudière est éteinte d'avril à octobre.

Le lave-linge et le lave-vaisselle sont également branchés sur le réseau solaire (souvent en sur-production l'été). D'habitude, ces appareils sont alimentés en eau froide. Un programma-

teur AlphaMix trouvé en Allemagne leurre le thermostat de la machine – car les machines françaises n'ont qu'une entrée d'eau froide –, permettant ainsi d'économiser l'électricité nécessaire à chauffer l'eau.

La question également complexe de la ventilation a été traitée par une **ventilation mécanique à simple flux hygroréglable** pour la buanderie, la salle de bains et les W-C, réglée sur la vitesse la plus basse, et complétée par une ventilation naturelle cinq minutes par jour. Elle est éteinte en été, et remplacée par une **surventilation naturelle**.

Des ampoules basse consommation ont été posées partout, sauf dans les espaces de circulations. En raison de leur temps d'allumage et de leur consommation importante les premières secondes, elles ne sont pas adaptées aux courtes durées d'utilisation.

Résultat de ces mesures : la consommation annuelle de gaz est de 8600kW (en 2006 : chauffage, eau chaude en hiver, cuisine en été), soit un budget de 600 €, et de 240 € pour l'électricité (ventilation, éclairage, ordinateur) – soit une moyenne de 70 € par mois, auxquels il faut ajouter 5 stères de bois par an (gratuit, car issu de la forêt de Sylvie et Laurent).

### Utiliser les ressources locales

La question de l'eau est elle aussi pensée en fonction des ressources disponibles à proximité. **Une des sources présentes sur le terrain est canalisée vers un réservoir en polyéthylène enterré derrière la maison.** Grâce à une pompe, elle alimente toute la maison. Bien qu'une arrivée d'eau du réseau soit branchée, elle n'a jamais servi. Sylvie et Laurent ne payent que l'abonnement au compteur et l'assainissement... L'eau de pluie du toit est également récupérée, et son trop-plein alimente une pierre d'eau (évier en granit dont le couple a hérité) placée dehors, en contrebas, qui sert à faire tremper le linge et à amuser les enfants. La maison est entourée de platelage en bois, d'herbe et d'un pavage en galets afin de laisser l'eau s'infiltrer dans le sol.

Un puits drainant récupère les eaux de ruissellement et les envoie plus bas dans le sous-sol. Néanmoins, Laurent voudrait drainer les zones trop humides du pré voisin, où poussent des joncs – qui ne sont pas mangés par les vaches. Difficile équilibre à trouver entre vie sauvage et domestiquée...

Enfin, au niveau architectural, Laurent accorde une attention particulière à tous les détails. Les ouvertures sont dessinées avec soin, pour cadrer les vues, laisser le regard s'échapper ou faire entrer judicieusement la lumière. Le séjour bénéficie de plusieurs orientations : côté rue, de fines bandes horizontales offrent une échappée vers les sommets tout en préservant l'intimité depuis la rue. Au sud-est, les grandes baies du jardin d'hiver s'ouvrent face à la montagne, dont la partie basse, urbanisée, est masquée par le garde-corps plein de la terrasse. Au sud-ouest, la cuisine donne sur le jardin par une porte-fenêtre, et l'espace repas bénéficie d'une large ouverture horizontale placée à hauteur des yeux lorsqu'on est assis. À l'étage, un des pans du toit a été incurvé et rehaussé de façon à ménager un bandeau vitré sous la toiture, afin que le soleil du matin entre en douceur dans les chambres. Enfin, dans la salle de bain, les ouvertures à 1,30m de hauteur préservent l'intimité tout en faisant entrer généreusement la lumière et en offrant une vue sur les sommets depuis la douche...





## Les travaux

Le permis est déposé en février 2003. La commune de Gérardmer leur demande de ne pas utiliser de bois non traité et de faire des enduits colorés. Sylvie et Laurent, qui tiennent à ce que leur maison garde l'aspect harmonieux du bois brut et des enduits traditionnels, détournent cette prescription en cherchant du sable le plus clair possible pour les enduits, trouvé à peu de distance de chez eux, et un traitement du bois sans arsenic, qui le laisse griser naturellement.

Après un an d'études, y compris l'obtention du permis, les travaux commencent en septembre 2003. Le terrassement réserve des surprises : le sol est rocheux et il faut faire venir un brise-roche, non prévu au devis. Le surcoût est de 1000 €. Viennent ensuite la maçonnerie en béton, en briques alvéolaires, et deux murs porteurs intérieurs en parpaings de ciment, là où un mur respirant n'aurait pas d'utilité. Les autres travaux faits par des entreprises sont les enduits extérieurs, les menuiseries en pin sylvestre, la plomberie, le chauffage, l'électricité, la couverture et la charpente.

### Un travail d'équipe

Parallèlement, le gros travail de Sylvie, Laurent et de leur entourage est de s'occuper de l'approvisionnement en bois. Le grand-père de Sylvie met à leur disposition des épicéas qu'il a plantés après la Seconde Guerre. En décembre 2002, période hors sève, ils les choisissent sur site, les abattent, les délignent et les débardent sur un terrain dégagé en contrebas. Il faut ensuite trouver un scieur équipé d'une scie mobile pour découper les «tronces» sur place : un moment collectif qui a laissé de beaux souvenirs. Laurent fait au préalable un travail de préparation en dessinant toutes les pièces de bois de l'ossature et de la charpente. La découpe est réalisée «à cœur scié» – pour éviter que le

cœur soit dans une seule pièce – dans chaque tronce préalablement mesurée. La charpente est dessinée «à facettes» pour éviter le lamellé-collé. Les chutes («dosseaux») et la sciure sont récupérées pour le poêle.

Les amis et la famille sont également réquisitionnés pour d'autres travaux, en raison de la difficulté à trouver des entreprises compétentes et motivées pour la pose de matériaux non conventionnels comme l'isolation en cellulose ou la couverture végétalisée. Celle-ci est composée d'une couche de billes d'argile, puis d'une autre constituée d'un mélange de terre et de sable qu'ils ont eux-mêmes réalisé. La plantation «brouette de quartier» est le résultat d'une collecte de plantes résistantes, en famille et avec les enfants du quartier, au bord des routes, des trottoirs et des murets. Pour des raisons d'économie également, Laurent et Sylvie réalisent eux-mêmes les cloisons et une partie de la menuiserie, la pose des sanitaires et du carrelage, les finitions, et le mobilier avec l'aide du beau-frère ébéniste. De même, le bardage est choisi brut de sciage : plus économique, il vieillit mieux, surtout quand il est posé verticalement (dans le sens d'écoulement de l'eau).

### Des finitions soignées

L'espace de vie commune du rez-de-jardin restent volontairement dépouillés, avec des revêtements lisses et clairs : dalle de béton blanc sur le plancher chauffant, plaques de plâtre-cellulose peintes en blanc, et rangements en bois pour tout dissimuler. À l'étage, en revanche, la structure est laissée apparente car, pour Laurent, c'est ce qui donne de l'âme à une maison : les poteaux en bois de l'ossature apportent du rythme et de la profondeur. Dans la circulation centrale, la perspective met en valeur le paysage par une porte vitrée.

Les matériaux choisis sont tous naturels, sans traitements chimiques ni colles dégageant



des composés organiques volatils (COV), néfastes pour la santé. Un travail important a été fait pour trouver des matériaux sains et écologiques, encore peu présents dans le commerce. Les peintures sont à base de craie; les isolants sont en chanvre, laine de bois ou cellulose (toiture), matériaux naturels qui laissent l'humidité s'évacuer; les câbles électriques sont blindés pour éviter les champs électromagnétiques.

Avec l'appréhension physique des lieux, les plans sont légèrement modifiés en cours de route. La cloison séparant la cuisine du séjour-salle à manger est supprimée, au bénéfice d'un espace ouvert, plus fluide. Le principe des placards « thématiques » – un bonheur pour tout ranger – s'étend également au séjour, où même la chaîne hi-fi est dissimulée. Une des cham-

bres de l'étage devient finalement un bureau ouvert, en mezzanine au-dessus du séjour, avec des fenêtres très agréables dans les trois directions.

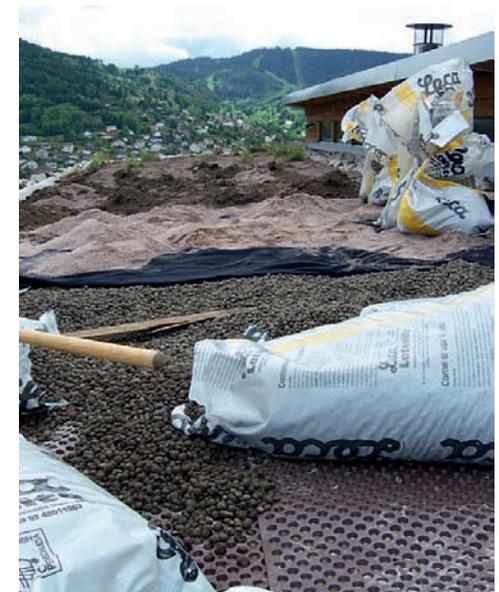
## Une réalisation exemplaire, sans concession

Sylvie et Laurent sont conscients qu'il leur serait impossible aujourd'hui de construire cette maison s'ils devaient acheter le terrain, d'autant plus que les prix ont beaucoup augmenté. Leur budget modeste – 160 000 € – correspondait à l'époque à celui d'une maison standard de promoteur. Leur projet a pu voir le jour parce qu'ils ont réalisé eux-

mêmes une grande partie des travaux, que le bois était fourni, et que Laurent a apporté sa compétence d'architecte. Ils ont obtenu une subvention de 800 € pour les panneaux solaires ainsi qu'un crédit d'impôt.

Dans les améliorations apportées, une correction phonique dans le séjour s'est avérée nécessaire, car le son résonne en raison des surfaces lisses et de la double hauteur. Laurent a mis au point un système de panneaux composés de lattes de bois en venelles et d'une couche d'isolant en laine de bois, recouverts d'un tissu.

Ils se félicitent aujourd'hui d'avoir trouvé un « équilibre budgétaire et poétique » sans avoir eu à renoncer à leurs exigences, et apprécient que ce projet soit « ouvert », permettant d'apporter des améliorations au fur et à mesure. Ils prévoient en effet d'installer une salle de douche dans la chambre d'amis, des panneaux photovoltaïques sur le toit, et une cuisinière solaire. « Nous habitons comme nous pensons, comme nous voulons; notre mode de vie est en accord avec nos convictions : en priorité, penser et agir localement. Désormais, nous appliquons cette philosophie à d'autres domaines, comme l'alimentation (ils ont contribué à la création d'une Amap locale) et les transports : nous avons deux voitures, dont une en partage, mais le but est à terme de ne plus avoir à les utiliser pour aller travailler » – ce qui signifie travailler chez soi ou à proximité.



## Les panneaux solaires photovoltaïques

Sylvie et Laurent ont commencé à étudier l'installation de panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité : avec un investissement de 7000 € pour l'installation (après déduction des subventions), ils récupéreraient d'après leurs calculs 1000 € pas an en revendant l'électricité. EDF s'est engagée à la racheter à un prix avantageux (57 centimes par kilowattheure) depuis la mesure gouvernementale de 2006 pour favoriser le développement de cette énergie renouvelable. Le principe est simple : plutôt que de stocker l'électricité que l'on produit dans des batteries chères, difficiles à recycler et avec une durée de vie limitée, on la réinjecte dans le réseau, et on achète au prix normal celle qu'on utilise. Un système de double compteur permet de faire la différence entre l'électricité qui entre et celle qui sort. Beaucoup ont fait le calcul et y ont vu l'intérêt financier, qui donne un coup de fouet certain à l'essor de cette énergie renouvelable – pourvu que l'on soit prêt à réaliser un investissement lourd au départ.

Le solaire a en effet le vent en poupe : le marché a explosé depuis 2000, avec une augmentation de 40 % par an des capacités dans le monde. « EDF est dépassée par le succès, observe Jean-Louis Balle de l'Ademe. Elle traite 800 raccordements d'installations solaires au réseau chaque mois. »

Le gisement potentiel de cette ressource est immense, « dix mille fois supérieur à la consommation électrique actuelle de l'humanité » d'après le chercheur Jean-François Guillemoles<sup>1</sup>.

Même si les technologies font de gros progrès, avec l'arrivée des couches minces par exemple (ces cellules insérées dans des membranes souples, ou dans du métal), et que le développement de l'industrie fait baisser les prix par économie d'échelle, il n'est pas possible d'installer des capteurs partout. Il faut bien sûr une bonne orientation (au sud en France), un bon ensoleillement (mais des panneaux sont intéressants même au nord de la Loire), une surface suffisante (10 m<sup>2</sup> minimum), ainsi qu'une bonne intégration

dans le bâtiment. C'est d'ailleurs la condition pour pouvoir bénéficier du tarif de rachat préférentiel. On peut maintenant intégrer les panneaux aux façades, dans les toitures, sur les tuiles, voire dans les vitrages. Ils peuvent même assurer une fonction de toiture, de pare-soleil ou de garde-corps.

Les équipements les plus performants donnent droit à un crédit d'impôt et à des subventions régionales. Ainsi, à défaut d'être rentable, l'installation peut au moins être assez vite amortissable. Mais n'oublions pas qu'elle nécessite d'avoir recours à de bons professionnels, ou d'être un passionné de technique, car elle est complexe. Et que, pour que le solaire soit vraiment intéressant, il faut en parallèle réduire sa consommation d'électricité grâce à des équipements économes, réduits en nombre et utilisés avec sobriété.

1. *Le Monde* du 6 septembre 2008 : « L'énergie solaire est en phase de décollage ».













# Une rénovation écologique



*Mots-clés : rénovation, isolant en liège, plancher chauffant, enduits terre et chaux, chaudière à copeaux de bois, mini-station d'épuration*

Dans cette belle vallée préservée du Cantal, au pied du puy Mary, il n'est pas toujours facile pour un enfant du pays de trouver une activité qui lui permette de rester dans sa région. Stéphane, amoureux de la nature aussi bien que des arts et des traditions populaires, et grand voyageur, a choisi de jeter l'ancre à quelques kilomètres de son village natal en rénovant un ancien hôtel avec sa femme, Virginie, originaire de Suisse et amoureuse des montagnes elle aussi. Ils en ont fait un lieu de vie et d'activité original, avec le souci de respecter l'identité du bâtiment, tout en lui apportant du confort et une ambiance chaleureuse. Ils ont pour cela utilisé des matériaux naturels, le plus souvent locaux, et amélioré les performances thermiques et phoniques du bâtiment.

## Fiche technique

Lavigerie (Cantal)

Maison chambres d'hôte de 330m<sup>2</sup> habitables, 90m<sup>2</sup> de locaux techniques (dont 50m<sup>2</sup> pour un sauna-hammam), 40m<sup>2</sup> d'extensions (locaux de stockage pour les copeaux de bois et le matériel)

**Terrain** : 638m<sup>2</sup>

**Projet** : 2003 à 2005

**Chantier** : mai 2005 à mai 2007

**Coût total** : 350 000 € TTC

**Coût des travaux** : 314 000 € TTC (hors honoraires d'architecte, terrain et mobilier)

Maison de 1923 en pierre (basalte et trachyandésite) avec enduits intérieurs et extérieurs à la chaux; poutres des planchers et charpente en sapin; couverture en ardoise; isolation phonique en plume (planchers et cloisons intérieurs) et isolation thermique en liège (12 cm sous les rampants de toiture); enduits de terre et de chaux; peintures sans solvants à base de matières premières naturelles (Biofa); parquet en sapin et en châtaignier (salles de bains); volets en sapin; caillebotis de la terrasse, portes et menuiseries en mélèze local traité à l'huile de lin; chauffage solaire passif par une baie vitrée orientée au sud; plancher chauffant basse température; radiateurs de récupéra-

tion en fonte alimentée par une chaudière à copeaux de bois.

Mini-station de traitement des eaux usées par bacs de décantation et boues activées.

Extensions : fondations, murs de soutènement et dalles de plancher en béton; murs en parpaings de ciment et bardage Douglas local; membrane couverture d'étanchéité et toit végétalisé; isolation en laine de bois (10 cm dans les murs); doublage intérieur en plaques de plâtre.

### Intervenants

**Architecte** : Heidrun Plank  
Brugiroux – 15300 Chastel-sur-Murat  
Tél. : 04 71 20 23 42

**Maçon** : Gouze  
15300 Murat

**Menuisier** : Brunel  
15170 Neussargues

**Electricien** : Tuphé  
15300 Murat

**Terrassier** : Larribe  
15300 Dienne

**Couverture** : Nailler  
15300 Murat

### Détail des coûts TTC (5,5%)

Achat de la maison .....	36 600 €
Honoraires architecte (pour la conception du projet et le permis de construire) .....	3 000 €
Bureau d'études béton.....	2 800 €
Terrassement .....	10 000 €
Gros œuvre béton (fondations et dalles).....	90 000 €
Menuiseries extérieures mélèze et volets sapin .....	14 000 €
Couverture, étanchéité et zinguerie ..	15 500 €
Menuiserie intérieure.....	50 000 €
Chaudière à copeaux de bois Sommerauer Lindner + raccordement plomberie.....	27 100 €
Électricité.....	32 000 €
Sanitaires et raccordement plomberie.....	24 000 €
Assainissement autonome .....	15 800 €
<b>Travaux réalisés par les propriétaires</b>	
Démolition .....	500 €
Matériel pour planchers int. et ext., et bardages ext. (visserie, planches) ..	7 000 €
Isolation plume et liège .....	11 600 €
Peintures .....	700 €
Hammam .....	5 600 €
Aménagements extérieurs .....	3 000 €



## La sauvegarde du patrimoine

Au départ, Stéphane voulait sauver un des derniers burons, ces fermes d'altitude où l'on gardait les vaches l'été, ou bien une vieille grange à l'abandon comme il y en a tant. En effet, dans cette région comme dans beaucoup d'autres, le patrimoine bâti – en particulier agricole – est menacé de ruine car il n'est plus utilisé. Mais ces beaux bâtiments séculaires en pierre couverts de lauze se sont révélés trop chers, pas à vendre ou trop difficiles d'accès.

Il entend un jour parler d'un ancien hôtel à vendre. Bien qu'il n'ait pas de projet précis en tête, Stéphane va le visiter rapidement et le trouve bien situé : il est certes en bord de route, mais celle-ci est fréquentée surtout l'été par des touristes qui se rendent au puy Mary, un sommet célèbre du Cantal. Le bâtiment est au cœur d'un hameau préservé. La grande baie vitrée de la salle de restaurant et les fenêtres des chambres ouvrent au sud avec une belle vue sur la vallée, les petits hameaux de basalte, les pâturages bordés de haies champêtres et les crêtes adoucies de cette vallée glaciaire qui semble être restée la même depuis des siècles.

### Une construction riche de souvenirs

La bâtisse est grande, les épais murs de pierre volcanique, les planchers portés par des poutres massives et la charpente en sapin couverte d'ardoise de pays, typique de la région, sont en bon état. Elle est adossée au nord à un talus, dans lequel elle est partiellement enterrée au rez-de-chaussée ; à l'ouest, elle est mitoyenne avec l'ancienne ferme familiale. Elle dispose d'une petite bande de terrain à l'est, qui peut faire office de jardin, et au nord, au niveau du premier étage. Avec

ses boiseries, son mobilier et son décor restés « dans leur jus », elle a le charme désuet d'un petit hôtel début de siècle, à l'époque du tourisme naissant.

Stéphane est rapidement en accord sur un prix, très raisonnable, avec la vendeuse, qui est ravie qu'un enfant du pays reprenne l'affaire après des décennies de sommeil. S'étant décidé sur un coup de tête, il est un peu pris de court, et trouve alors un ami pour l'acheter avec lui, car il n'a pas tous les fonds ni toutes les garanties pour faire un emprunt. Mais des désaccords entre les enfants de la propriétaire remettent la vente en cause, et, au bout d'un an de procédure, Stéphane est sur le point d'abandonner ce projet d'acquisition.

### Installer son activité et aménager son lieu de vie

En 2003, un an après avoir signé la promesse de vente, il obtient finalement gain de cause. Entre-temps, Virginie est arrivée dans sa vie, et ils commencent à réfléchir ensemble à un projet autour de ce lieu, qui inclurait leur logement et leur activité. Stéphane est accompagnateur en montagne, il veut faire de ce bâtiment la vitrine de ses activités, et Virginie se voit bien s'occuper d'un salon de thé. Ils imaginent également créer des chambres d'hôte à la place des chambres d'hôtel. Et comme la maison est grande – elle offre trois niveaux de 110 m<sup>2</sup> chacun –, ils prévoient de faire leur habitation sous les grands pans de la toiture, qui montent à plus de 6 m de haut.



Ils commencent alors à se renseigner sur les aides possibles, et réfléchissent à l'agencement du plan pour optimiser l'espace existant. Bien qu'ils aient beaucoup d'idées et souhaitent s'investir pleinement dans leur projet, ils s'aperçoivent assez vite qu'il leur faut un architecte. Il leur permettrait de bénéficier des subventions et de mettre le lieu aux normes concernant les équipements, d'aménager une accessibilité handicapés ou d'installer un système de sécurité incendie. Une amie parisienne leur parle d'une architecte qui vient de s'installer à quelques kilomètres de là. Ils contactent donc Heidrun Plank, une jeune femme d'origine allemande, qui est rapidement enthousiasmée par le projet; une collaboration fructueuse s'engage alors. Pour des raisons de budget, sa mission est limitée à l'obtention du permis de construire.

### Des aspects techniques contraignants

Ils commencent par établir le programme ensemble. Celui-ci entraîne des aménagements techniques complexes. En effet, il est difficile d'intégrer ces aménagements au bâtiment sans le dénaturer. Y aura-t-il une activité de restauration? Le lieu étant un ancien hôtel pourvu d'une belle salle de restaurant donnant sur la rue, il est décidé de lui conserver sa destination conviviale d'origine, sous la forme d'un «café gourmand» la journée et d'une table d'hôte le soir. L'aspect réglementaire est assez contraignant pour une structure accueillant du public. La préparation des repas impose ainsi des normes strictes en termes d'hygiène. Il faut aussi prévoir un accès handicapés au rez-de-chaussée.

### Un projet qui se précise

Petit à petit, au gré des discussions et des voyages, naît l'idée de créer un espace de

détente où se délasser après les activités de plein-air, et où se réchauffer par mauvais temps. Ils prévoient alors d'installer un sauna, comme dans les pays nordiques, aux climats proches de celui du Cantal, puis un hammam, et même un bain nordique : un grand bac en bois à l'extérieur, dont l'eau est chauffée par un poêle à bûches intégré, où l'on se baigne à plusieurs par tout temps – de préférence le plus rude! La corrélation entre les souhaits et les besoins d'un côté, et l'agencement de l'espace de l'autre, se précise. Heidrun s'adapte à l'évolution du programme à travers ses esquisses.

## L'ancienne bâtisse retrouve une nouvelle vie

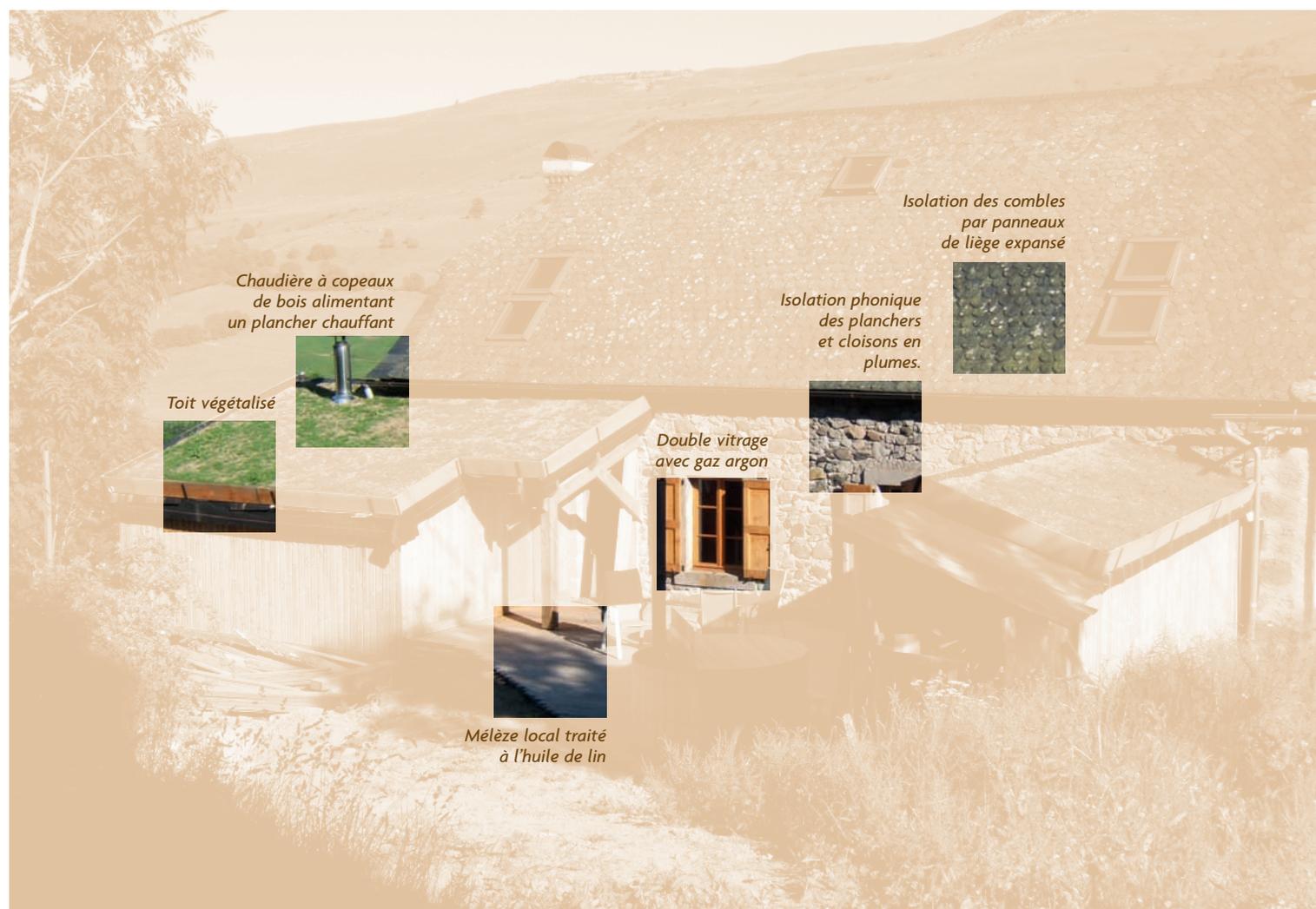
L'hôtel n'a pas de sous-sol, mais une cave et un local insérés dans le talus côté nord. Il est décidé de creuser davantage le talus, pour ainsi bénéficier des propriétés isolantes de la terre, et d'y installer le hammam et le sauna, qui ne nécessitent pas de fenêtres. Les autres locaux techniques et les réserves trouvent également leur place à l'arrière, dans la partie aveugle.

À l'étage se trouvent les sept chambres de l'hôtel, qui, malgré le charme de leurs papiers peints d'époque Art déco, sont assez petites et dépourvues de salle de bain individuelle. Desservies par un long couloir monotone et sombre, leurs cloisons sont en simples planches et mettent tout désir d'intimité à rude épreuve. Virginie et Stéphane, aidés de leur architecte, décident rapidement de revoir la distribution. Ils définissent quatre chambres plus grandes et équipées de sanitaires et d'une antichambre pour certaines. Elles sont desservies par un noyau central de distribution éclairé par les fenêtres nord. Cette



organisation entraîne une nouvelle disposition plus rationnelle de l'escalier : autrefois dans l'angle nord-est, il est déplacé au centre et dessert maintenant les trois niveaux.

En effet, le dernier étage était à l'origine un simple grenier accessible par une échelle. Encore rempli de meubles et de babioles quand Virginie et Stéphane ont acheté la maison, il servait de débarras. Ils y trouvent quelques trésors, mais aussi beaucoup de vieilleries à évacuer. Cet espace offre néanmoins un beau volume sous la grande charpente. Ils prévoient rapidement d'y aménager leur habitation, en créant une mezzanine sur une partie de la surface et des ouvertures sous forme de fenêtres de toit superposées. Celles-ci sont installées principalement au sud pour faire entrer la lumière et bénéficier de la chaleur du soleil sans avoir à modifier la toiture.



## Le confort au cœur de la construction

L'isolation phonique et thermique, point faible du bâtiment, doit également être améliorée. Les maisons anciennes sont en effet constituées d'épais murs de pierres liées entre elles par un mortier. Elles ont l'avantage d'avoir une forte inertie, mais mettent très longtemps à se réchauffer et peuvent

donc provoquer un rayonnement froid augmentant la sensation d'inconfort – même si l'air de la pièce est chaud. C'est pourquoi il est nécessaire dans ce cas de privilégier un système de chauffage par rayonnement : les rayons infrarouges émis par la source de chaleur chauffent les solides, corps humains ou murs. C'est le cas des équipements dont les matériaux accumulent la chaleur, tels que les planchers chauffants, les radiateurs avec une grande surface de chauffe ou les poêles recouverts de matériaux réfractaires (faïence ou pierre). Au contraire, un chauffe-

fage par convection (convecteurs électriques par exemple) chauffe l'air.

### L'isolation des murs et des combles

La question se pose ensuite d'isoler les murs ou non, et comment. Avec un isolant posé sur la paroi intérieure, la pièce se réchauffe certes plus vite, mais les murs perdent de leur capacité à accumuler les calories. L'idéal est donc d'isoler par l'extérieur, pour bénéficier de l'inertie des murs sans avoir de déper-

ditions thermiques. Mais le risque est alors de dénaturer le bâtiment en modifiant son aspect, ce qui est dommage pour des édifices anciens dont les façades contribuent à l'identité d'une région. Par ailleurs, les murs sont si épais (60 à 80 cm) qu'ils sont très longs à chauffer.

Stéphane et Virginie décident donc de garder les façades d'origine, enduites à la chaux, en les lessivant et en ravivant simplement les couleurs avec un lait de chaux teinté. Il n'y a pas non plus d'isolation à l'intérieur, mais un enduit, également à la chaux, pour limiter le rayonnement froid des murs tout en gardant leur capacité d'inertie et en permettant les échanges hygroscopiques. La chaux est en effet un revêtement microporeux qui, comme le mortier des murs, permet à la vapeur d'eau produite à l'intérieur du logement d'être évacuée vers l'extérieur.

Sous les combles, l'isolation est en revanche indispensable : il n'y a ici aucune inertie, et toute la chaleur s'échappe rapidement à travers les minces planches du voligeage qui sert à clouer les ardoises. Elle est réalisée en panneaux de liège expansé insérés entre les fermes, posés en deux couches croisées de 12 cm d'épaisseur au total. C'est un matériau particulièrement résistant dans le temps, très facile à découper et à poser, et qui ne craint pas l'humidité, car il est hydrofuge. Les éventuelles fuites ne le dégraderont donc pas, ce qui est précieux car la toiture, que Stéphane et Virginie n'envisagent pas de refaire pour l'instant, est dépourvue de pare-pluie.

### Le chauffage au bois : peu polluant et économique

Le système de chauffage choisi, un plancher chauffant au rez-de-chaussée, est ici la solution idéale. Sa grande inertie et son rayonnement contribuent à chauffer aussi les murs et offrent un confort optimal; il évite en outre le rayonnement froid venant du sol, d'autant que celui-ci est sur terre-plein.

Il est alimenté par une chaudière à copeaux de bois, une ressource intéressante car abondante dans cette région où l'on trouve d'importantes exploitations forestières. Le bois comme combustible est également renouvelable et peu polluant : ce type de chaudière rejette très peu de gaz carbonique en raison de son système performant de combustion régulée automatiquement. Son alimentation se fait par une vis sans fin apportant les copeaux selon les besoins depuis la réserve à côté. La chaudière alimente les deux réseaux de chauffage, l'un à basse température pour le plancher chauffant, l'autre à haute température pour les radiateurs, et fournit l'eau chaude sanitaire. L'approvisionnement se fait par un camion qui déverse les copeaux directement dans le local de réserve de 20 m<sup>3</sup>, tous les mois et demi environ en hiver.

### Des améliorations essentielles

Aux niveaux supérieurs, le chauffage se fait par des radiateurs en fonte de récupération. Il serait trop coûteux de remplacer entièrement les planchers d'origine en bois par une dalle et des planchers chauffants, et Stéphane et Virginie souhaitent conserver les poutres apparentes en sous-face de la salle de restaurant.

Néanmoins, le plancher d'origine était constitué de simples lames de parquet clouées sur les lambourdes, elles-mêmes posées sur les poutres qui enjambent le bâtiment d'une façade à l'autre. Il fallait donc y apporter quelques améliorations: une dalle pour le plancher de la moitié nord du bâtiment afin de remplacer les poutres affaissées et attachées par les champignons au-dessus du local technique. Un nouveau mur de refend en parpaings de ciment est prévu sur deux niveaux, pour porter la dalle et soutenir le nouvel escalier. Par sa masse, la dalle permet également d'améliorer l'isolation phonique des salles de bains situées au-dessus.





Les locaux techniques (réserves, chaufferie, buanderie), le hammam et le sauna sont situés à l'arrière du bâtiment, au nord, contre le talus, formant une zone de tampon thermique. Les murs ne sont pas isolés, sauf pour le hammam et le sauna (avec du béton cellulaire). Les pièces de vie se situent au sud, et bénéficient ainsi de la lumière, de la chaleur du soleil et de la vue sur la vallée. Deux extensions en parpaings sont ajoutées à l'arrière : l'une pour la réserve de copeaux de bois, avec au-dessus un local de stockage pour le matériel de montagne, l'autre pour l'escalier permettant d'accéder directement de la salle du rez-de-chaussée à la terrasse nord en mélèze. Ainsi, on rejoint le bain nordique dans une ambiance de cabane en bois avec vue sur les montagnes environnantes. Un toit avec une pente végétalisée est réalisé par Stéphane.

### L'isolation phonique

L'isolation phonique intérieure est également améliorée dans les nouveaux planchers et cloisons. Les planchers se composent du voligeage d'origine en sous-face, puis de deux couches croisées de 10 cm de plumes en rouleaux entre les lambourdes, elles-mêmes posées sur une couche mince d'isolant phonique en laine de bois. Enfin, le revêtement

de sol est un parquet de sapin, et de châtaignier dans les salles de bains, car cette essence est naturellement durable et résistante à l'humidité.

Les planches de finition en sapin des cloisons sont étuvées et brossées pour faire ressortir les veines du bois, et clouées de chaque côté d'une ossature bois et sur un isolant phonique mince en laine de bois, avec de la plume entre les montants. Les montants de l'ossature sont, quant à eux, posés au sol sur cet isolant pour éviter la transmission des bruits. Ce système très léger présente l'inconvénient, par son absence de matériau dense, de ne pas bloquer totalement la propagation des sons. Virginie et Stéphane l'ont choisi malgré tout pour l'ambiance chaleureuse et authentique que génère la présence du bois.

Pour le plancher du deuxième étage, l'isolation phonique est renforcée avec du bois en sous-face, une chape allégée en béton et pouzzolane (une roche volcanique isolante très poreuse et légère), une couche de fibres de bois, une plaque d'aggloméré de bois et des plaques de liège collées en finition. Ce système se révèle très performant phoniquement.



### Le traitement de l'eau

La commune ne disposant pas de tout-à-l'égout, Stéphane et Virginie doivent prévoir une mini-station d'épuration. Celle-ci traite les eaux usées par décantation dans quatre bacs successifs très compacts en polypropylène, car le terrain trop petit et rocheux ne permet pas de réaliser un épandage. Un **système de boues activées** aère l'eau et accélère la décomposition des matières organiques. Une petite pompe régule automatiquement le débit, permettant d'obtenir un très bon rendement épuratoire : l'eau est utilisable pour l'arrosage, conformément à la réglementation.

Le couple souhaitait également récupérer l'eau de pluie dans une citerne, mais a renoncé pour des raisons financières.

## Les travaux

La finalisation du projet dure presque deux ans. En parallèle, Stéphane et Virginie montent leur plan de financement et leurs dossiers de subventions.

Après l'obtention du permis de construire au début de 2005, ils peuvent enfin passer à l'action et commencent les travaux de démolition en mai. Ils font eux-mêmes une grande partie du travail, aidés parfois de quelques amis ou membres de la famille. Il faut d'abord vider la maison de tout son mobilier, supprimer les cloisons intérieures, le plancher du deuxième étage et les poutres affaiblies dans la partie nord, et traiter les poutres attaquées par les vrillettes. Ils piochent également les murs intérieurs pour enlever les vieux enduits en mauvais état.

## Assainissement par boues activées et autres assainissements écologiques des eaux usées



Les systèmes classiques d'assainissement autonome nécessitent une fosse septique toutes eaux, servant à liquéfier les matiè-

res polluantes grâce aux bactéries et à retenir les matières solides, sans les épurer, puis d'un épandage dans un réseau de drains qui assure l'épuration et l'évacuation des eaux par infiltration dans une couche de terre superficielle.

Lorsque le terrain est trop petit ou rocheux, l'assainissement par boues activées traite les eaux usées et vannes par décantation dans plusieurs bacs successifs comme c'est le cas dans cet exemple. Inconvénient du système, elle requiert un contrat d'entretien et comporte des risques de panne.

Il existe un autre système qui ne fait pas appel à la motorisation : l'épuration par les plantes ou lagunage. Les effluents circulent par gravitation dans des bassins successifs aménagés en palier, remplis de galets et de pouzzolane, et plantés de végétaux aquatiques (roseaux, joncs, massettes, etc.). Autour de leurs racines souterraines (les rizhomes) vivent en effet des micro-organismes capables de dégrader les résidus dont sont chargées les eaux usées.



### Des tâches inhabituelles

Pour des raisons budgétaires, Stéphane et Virginie s'occupent eux-mêmes de trouver les entreprises et de diriger les travaux, mais ils ont du mal à trouver des artisans acceptant des tâches un peu inhabituelles : enduits à la chaux grasse, murs et linteaux arrondis du hammam... Le gros œuvre en maçonnerie commence presque un an plus tard, en mars 2006, en partie en raison de modifications apportées pour simplifier le projet : les murs courbes du hammam étaient facturés si chers qu'il a fallu les redessiner !

### Une rénovation d'envergure

Les travaux sont importants. Il faut d'abord creuser le talus pour agrandir la surface à l'arrière, mais, surprise, le sol est constitué de roche. On fait donc faire venir un brise-roche, qui engendre un coût supplémentaire de 4 000 €. Viennent ensuite les fondations en béton, le mur de soutènement du talus en parpaings creux à bancher, et les murs en parpaings de l'extension. À l'intérieur est créé le mur de refend au centre de la maison, sur lequel s'appuie l'escalier et la nouvelle dalle en béton. Deux nouvelles ouvertures

pour le séjour au deuxième étage sont percées et, sur la façade est, une fenêtre est agrandie en porte.

Le plombier-chauffagiste intervient ensuite pour installer les deux réseaux de chauffage et le réseau de plomberie. La chaudière à bois est installée et réglée par l'importateur ; il forme parallèlement l'installateur, qui ne connaissait pas ces chaudières encore rarissimes en France. Les belles fenêtres en mélèze du Lioran et les volets en sapin (une essence locale elle aussi, moins résistante à l'extérieur, mais plus économique, et qu'il faut

## Les peintures naturelles

Depuis quelques années, on s'est aperçu que les peintures que l'on trouve habituellement dans le commerce émettent de nombreuses substances pendant et après leur application, dont certaines peuvent être nocives pour la santé. Ces «composés organiques volatils», ou COV, dont on entend de plus en plus parler contiennent des solvants chimiques ou dérivés de produits pétroliers : éthers de glycol pour les peintures à l'eau (acrylique, vinylique, epoxydique...), hydrocarbures pour les peintures avec solvants, qui entraînent des risques de troubles neurologiques. Les additifs peuvent contenir des métaux lourds. Ces composants sont progressivement interdits par la réglementation européenne. Le label NF environnement offre des garanties concernant l'absence de métaux lourds et de la plupart des éthers de glycol, la teneur en hydrocarbures et en COV, mais n'impose pas de donner la composition du produit.

Les peintures dites «naturelles» utilisent des produits naturels minéraux ou végétaux qui n'émettent pas de COV et sont exempts de solvants. Elles sont dites «écologiques» car leur fabrication demande moins d'énergie et ne génère pas de pollutions. Elles sont également biodégradables après leur durée de vie. Certains de leurs composants sont renouvelables. Cela n'exclut pas néanmoins des risques d'allergies, il faut donc bien regarder leur composition, qui varie beaucoup selon le type de produit : laques, vernis, lasures, badigeons... Elles sont perméables à la vapeur d'eau, ne sont pas électrostatiques,

et ont une durée de vie et un vieillissement excellentes.

On différencie selon leur liant, qui assurent le lien entre toutes les substances. Pour les peintures en phase aqueuse (dites «à l'eau»), le liant peut être une résine vinylique ou acrylique, qui présente peu de risque. Les charges, qui donnent du corps, sont faites de chaux, de silicates (kaolin, ardoise, talc) ou de carbonates (craie, dolomite). Ces composés inorganiques ne présentent aucun risque. Les peintures minérales sont très utilisées en Allemagne, en Suisse et dans les pays scandinaves. Néanmoins, comme elles sont très alcalines, il est indispensable de bien se protéger lors de leur application pour éviter les irritations oculaires et cutanées.

Pour les peintures naturelles en phase solvant ou dites «à l'huile», le liant est l'huile de lin ou l'huile de noix. Utilisées sur les bois extérieurs, elles lui permettent de respirer, ce qui est indispensable pour éviter le pourrissement. Ce sont les pigments qu'elles contiennent qui protègent les peintures et les menuiseries des rayons ultra-violettes, responsables du vieillissement du bois. À base de terres traditionnelles ou d'oxydes métalliques, ces pigments sont très stables. Il est préférable d'éviter les couleurs sombres, qui absorbent plus la chaleur, faisant alors travailler davantage le bois. L'évacuation de l'eau permet également de supprimer le cloquage des peintures extérieures. Les peintures à base de résines acryliques ou glycérophthaliques, en revanche, sont presque imperméables.



donc protéger par une peinture, de l'huile de lin ou autre produit de finition) sont refaits à l'identique et posés par un menuisier de la région. Les fenêtres sont équipées d'un double vitrage très performant avec gaz argon. L'électricien installe son câblage avant la pose des enduits, puis ses appareillages. Dans une deuxième phase le maçon coule la chape liquide au-dessus du plancher chauffant, ainsi que la dalle allégée du deuxième étage, et applique les nouveaux enduits intérieurs à la chaux.

### L'engagement des propriétaires

De leur côté, Virginie et Stéphane participent plus que prévu aux travaux, car ils ont du mal à trouver des entreprises compétentes et disponibles, et leur budget est très serré. Ils avaient en effet envisagé d'ouvrir à



Noël 2006, mais doivent finalement repousser l'accueil des premiers clients à mai 2007. Ils s'occupent de la plupart des finitions : enduits de terre sur le mur de refend, peintures naturelles dans les salles de bain, cloisons du rez-de-chaussée, carrelage du hammam, terrasse et bardage des extensions en lames de mélèze, installation du sauna en kit, luminaires, toit végétalisé. Ils rencontrent quelques problèmes avec les peintures naturelles teintées avec des pigments dans les salles de bains, qui font des coulures lorsqu'il y a des éclaboussures.

### Le bilan

Les efforts de Virginie et Stéphane n'ont pas été vains car le résultat est réussi : l'ambiance authentique du petit hôtel a été conservée, et ils ont su apporter une note de modernité ainsi qu'un réel confort. L'utilisation de matériaux nobles, en accord avec le lieu, se lit en particulier dans l'omniprésence du bois, sous différentes formes. La terre colorée des enduits sur les murs donne une atmosphère orientale au hammam. Les enduits à la chaux ont des effets de matière sur les murs de l'habitation. Le chauffage au sol est particulièrement agréable dans la grande pièce, largement vitrée, où l'on peut regarder la neige tomber alors que l'on est pieds nus sur le carrelage ! Ils regrettent seulement l'insuffisance de l'isolation phonique et se disent après-coup qu'il aurait été préférable de faire trois chambres d'hôtes au lieu de quatre. Ils viennent de terminer le toit végétalisé des extensions, avec de la terre allégée et des plantes de rochers ramassées alentour, et continuent d'aménager leur habitation. Ils ne manquent pas d'énergie : il en faut pour faire vivre ce lieu très chaleureux !

### Le point de vue de l'architecte

Pour Heidrun Plank, « ce fut très agréable de travailler avec Stéphane et Virginie car ils sont ouverts : nous étions sur la même longueur d'ondes concernant le parti de construire en respectant le caractère du bâtiment et en mettant en valeur l'existant, l'usage de matériaux naturels, l'utilisation d'une ressource renouvelable pour le chauffage... Le programme est intéressant et original, et le résultat très satisfaisant.

Avec le recul, j'aurais cependant fait un autre choix pour le système de chauffage, pour des raisons de coût et d'espace : un poêle de masse au rez-de-chaussée aurait évité la lourde construction de l'espace de stockage pour les copeaux et permis un report de fonds sur la maçonnerie et l'étanchéité de la terrasse, qui ont posé problème lors de la réalisation.

Une mission un peu plus étendue, au moins au dossier de consultation des entreprises et à l'appel d'offres, aurait permis d'anticiper certains détails techniques qui ont été compliqués à résoudre après coup (étanchéité de la terrasse, isolation phonique...), et d'alerter les maîtres d'ouvrage sur les manques du devis, la compétence des artisans, afin de mieux évaluer le budget et d'éviter certaines déconvenues. Ce qui aurait pu, au final, leur éviter une situation stressante en termes de temps et d'argent. »









# Un entrepôt aménagé en loft



*Mots-clés : structure bois, plancher chauffant, liège, enduits, bois*

Depuis plusieurs années, Julien travaillait et était locataire à Paris. Il souhaitait acquérir un logement plutôt que de continuer à payer un loyer. Associée au projet dès l'origine, nous<sup>1</sup> cherchions en priorité un local brut, sans aménagements ni cloisons, qui laisse une grande liberté d'agencement de l'espace, et qui permette de mettre en application nos convictions communes en matière d'architecture écologique.

Après quelques mois de recherche, une annonce propose, à 500 m de Paris, un ancien entrepôt à vendre. Divisé en trois lots par un marchand de biens, cet entrepôt fait partie d'un ensemble de bâtiments construits probablement dans l'entre-deux-guerres, et disposés de part et d'autre d'une allée privée. Il s'agit de grands volumes qui abritaient autrefois des ateliers de fabrication et des stocks de marchandises, ainsi que des bureaux et deux maisons. Assez hétéroclites en termes de volume et de matériaux (des structures en bois avec un remplissage de brique, de la pierre ou du béton enduits), l'ensemble a du charme. L'allée est calme et à l'écart de la rue. Elle est un peu trop minérale et bétonnée à notre goût, mais on imagine sans peine qu'avec quelques plantes en pots, tables et chaises, elle peut devenir plus «naturalisée» et conviviale.

## Fiche technique

Pantin (Seine-Saint-Denis)  
Loft de 108 m<sup>2</sup> habitables, et 8 m<sup>2</sup> de terrasse

**Projet** : février 2005 à avril 2005

**Chantier** : mai 2005 à novembre 2005

**Coût total** : 279 000 € TTC

**Coût des travaux** : 117 000 € TTC

Aménagement d'un ancien entrepôt en habitation et lieu de travail : charpente existante et plancher neuf en bois (épicéa, sapin du Nord); couverture tuiles mécaniques; isolation thermique en liège (6 cm pour les murs, 16 cm pour la toiture); doublage en plaques de plâtre et cellulose; peintures naturelles et enduits en terre crue et paille; dalle en béton au rez-de-chaussée; parquet chêne massif et bambou à l'étage; menuiseries pin ou aluminium; caillebotis terrasse en acacia; chaudière gaz à condensation et plancher chauffant au rez-de-chaussée, radiateurs à l'étage.

### Intervenants

Architecte : Louise Ranck  
61, rue des Vignoles – 75020 Paris  
Tél./fax : 01 43 73 59 07  
www.latitude48.net

**Entreprise générale** : Bâti bel

164, bd Davout – 75020 Paris  
Tél. : 06 23 05 90 13

**Charpentier** : La bonne charpente

3, rue Émile Combres – 95560 Montsoulst  
Tél. : 01 34 08 71 24  
labonnecharpente@yahoo.fr

**Menuiseries bois** : RC Eco

146 bis, boulevard de Chanzy  
93100 Montreuil  
Tél. : 01 48 57 89 28  
info@rceco.fr – www.rceco.fr

### Détail des coûts (TTC 5,5 ou 19,6%)

Honoraires architecte .....	12 000 €
Maçonnerie (dalle de rattrapage du niveau, agrandissement des ouvertures et de la porte, plan de travail cuisine) .....	5 010 €
Plancher de l'étage (panneaux agglomérés MFP, poutres Kerto et poteaux bois massif – TVA 19,6%) .....	6 220 €
Menuiseries extérieures bois .....	7 900 €
Menuiseries extérieures aluminium .....	5 300 €

Verrière aluminium

et châssis de toiture .....	8 300 €
Doubles vitrages dans menuiseries et porte existantes .....	2 400 €
Ouverture et réfection toiture, zinguerie .....	4 000 €
Escalier bois et métal .....	3 200 €
Chauffage (chaudière Viessmann, plancher chauffant et radiateurs) ..	10 900 €
Cheminée .....	7 000 €
Électricité .....	9 700 €
Sanitaires, robinetterie, plomberie et VMC .....	7 850 €
Carrelage .....	1 400 €
Étanchéité, isolation et caillebotis terrasse .....	1 920 €
Isolation liège murs et toiture .....	7 400 €
Doublage et cloisons .....	4 200 €
Peinture .....	8 500 €
Parquet chêne et bambou .....	1 500 €
Produit traitement sol et bois .....	660 €
Menuiserie intérieure (meubles cuisine, bibliothèque – TVA 19,6%) .....	4 380 €
Couverture neuve (en 2007) .....	9 300 €

1. Ce projet a été mené par l'auteur de cet ouvrage, Louise Ranck.



## Local brut et aménagement écologique...

Parmi les lots restant à vendre, l'un correspond à la surface recherchée et au budget. Il s'agit d'un carré de 84m<sup>2</sup> au sol, avec une grande hauteur sous plafond : plus de 6m au faitage. C'est donc un beau volume, couvert d'une impressionnante charpente en bois reposant sur une trame de solides poteaux, en bois eux aussi. À part cette charpente, sa toiture en tuiles mécaniques et des murs de remplissage en parpaings, en brique creuse ou en pierre, le local est vide, avec une arrivée d'eau et d'électricité. Le gaz est prévu dans les travaux de viabilisation.



### Espace vert obligatoire !

Malgré ces atouts, le lieu présente plusieurs inconvénients : il offre peu d'ouvertures, et toutes donnent à l'est, sur l'allée centrale, avec en vis-à-vis un bâtiment très proche – hormis une ouverture au nord donnant sur le jardin de la maison mitoyenne, donc sans vue autorisée. Il n'y a pas d'espace extérieur, et le soleil ne pénètre pas à l'intérieur : l'immeuble à l'est est trop proche pour laisser passer les rayons du matin, un mur mitoyen délimite un autre lot au sud, et un haut mur aveugle à l'ouest cache également le soleil. Seul le toit permet par conséquent de créer des ouvertures pour apporter soleil et lumière.

Pour pallier ces défauts et tirer parti des avantages du lieu (volume, surface), le projet prévoit de créer un niveau supplémentaire sur une petite moitié de la surface, en s'accrochant aux poteaux existants (qui sont en retrait de la façade). Ce niveau permet d'augmenter la surface habitable, de conserver le volume toute hauteur sur l'autre partie, et d'avoir des espaces plus bas de plafond et

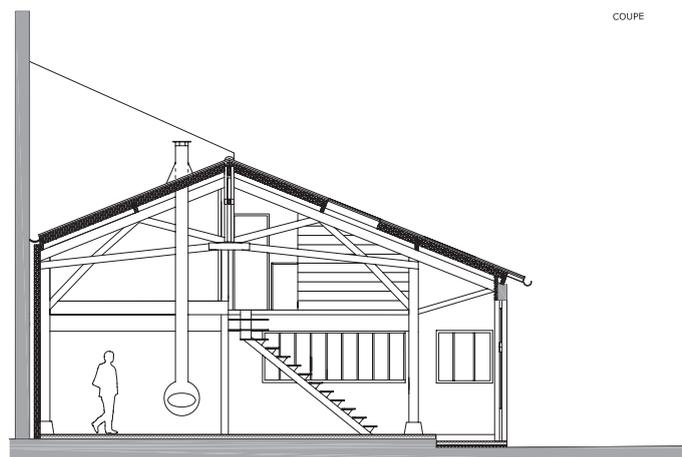
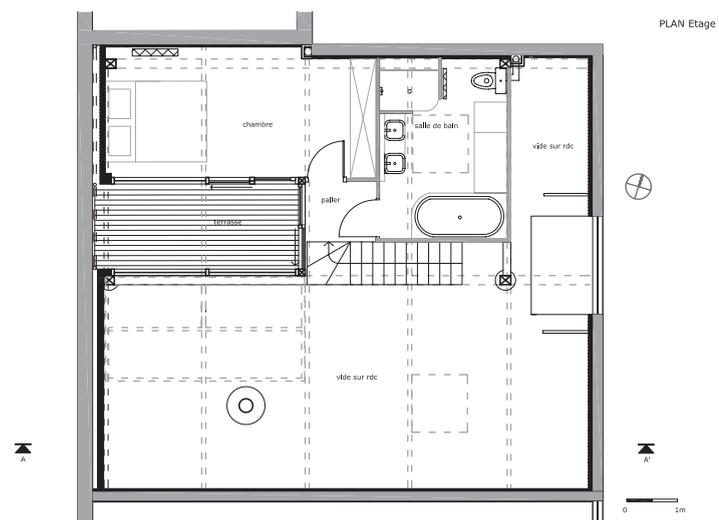
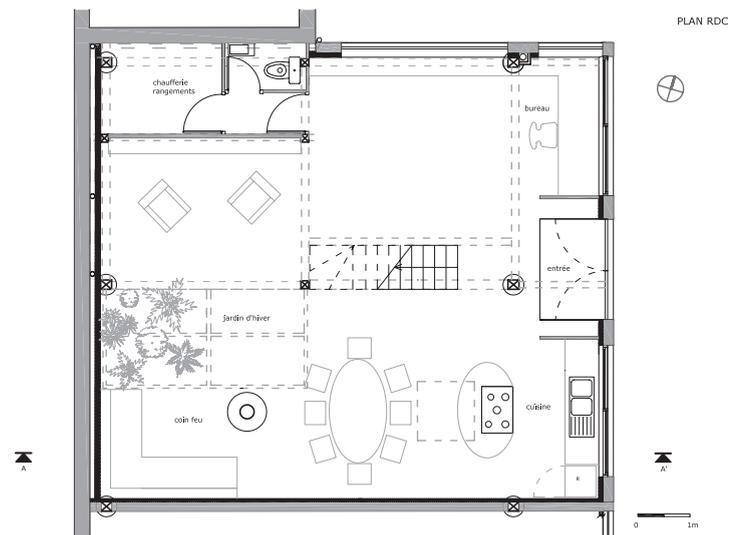
plus intimes au rez-de-chaussée sous le plancher, et à l'étage sous le toit.

Mais, surtout, il rend possible la création d'une terrasse-patio qui, ainsi placée en hauteur et face au sud, est bien ensoleillée. D'une surface de 8m<sup>2</sup>, elle est de taille suffisante pour manger dehors l'été, mettre son transat et faire pousser des plantes. Cette «boîte vitrée» creusée dans la toiture a aussi pour fonction, comme tout patio, d'éclairer le cœur du volume, la chambre et le palier à l'étage, et le séjour en contrebas. Une salle de bains est également placée sous les toits, éclairée par un grand châssis de toiture. La chambre et le patio se situent à l'ouest, pour éviter un vis-à-vis avec l'immeuble très proche à l'est.

### Mettre en valeur l'espace

Au rez-de-chaussée se trouvent les pièces de jour, où l'espace est laissé entièrement ouvert : lorsque l'on entre par l'ancienne grande porte d'atelier à quatre battants, l'entrée est signalée par une différence de niveau et deux petites cloisons à mi-hauteur, de part et d'autre. On trouve à gauche, dans le volume double hauteur, la cuisine éclairée par une baie donnant sur l'allée, et le séjour dans le fond. Celui-ci n'ayant pas d'ouvertures, il est éclairé par une verrière en toiture, placée en miroir du patio, et par la paroi vitrée de ce dernier. Cette ouverture zénithale éclaire d'une lumière douce un jardin d'hiver, qui fait pendant au jardin d'été du patio.

En face de l'entrée commence l'escalier, et sous le plancher de l'étage se trouvent un espace bibliothèque et les pièces techniques, les seules qui soient fermées : un W-C et un rangement-chaufferie. Dans l'espace à droite resté double-hauteur et éclairé par une baie donnant sur l'allée, se situe le bureau destiné à une activité professionnelle. Il peut être cloisonné et accessible directement depuis l'entrée pour être indépendant.

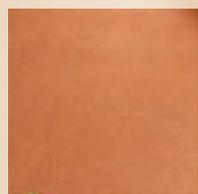




Liège



Structure bois



Enduits



Finitions naturelles



Plancher chauffant

La belle ferme centrale de la charpente industrielle, avec son assemblage complexe lui permettant de couvrir une portée de 8 m, reste ainsi visible; l'ampleur du volume est mise en valeur. Le propre des lofts est en effet d'être aménagés dans d'anciens locaux industriels dont on cherche à conserver les vastes volumes tout en les rendant plus fonctionnels et évolutifs pour des usages nouveaux, souvent mixtes. Ici, le rez-de-chaussée peut ainsi être cloisonné pour créer deux pièces supplémentaires (chambre, deuxième bureau, atelier...) selon les besoins : l'une sous la terrasse, éclairée en second jour par la verrière, l'autre sous la salle de bains, éclairée par la fenêtre nord.

La présence de végétation et d'un espace extérieur sont des points impératifs du programme, dès l'origine. Ils contribuent à améliorer la qualité de vie en ville, en adoucissant un environnement trop minéral, dense et souvent ressenti comme hostile. Un peu de nature apporte ainsi une touche de vie et de gaieté, et rappelle le passage des saisons. Un balcon, une terrasse ou un jardin, même de petite dimension, agrandissent l'espace intérieur, et offrent une surface à s'approprier pour de multiples usages, inenvisageables dans un appartement : jardinage, stockage, animaux domestiques, bricolage... et sans compter bien sûr le plaisir de profiter du beau temps.

### **Le bois au cœur de la rénovation**

L'utilisation de bois pour construire le niveau supplémentaire est une autre des exigences de départ, pour plusieurs raisons. Il s'agit tout d'abord de rechercher une cohérence avec la charpente existante, sur laquelle le plancher s'accroche, et d'alléger son poids (les poteaux existants reprennent la moitié des charges, mais trois nouveaux poteaux en bois ont été ajoutés au centre pour reprendre l'autre moitié). Le bois est surtout le matériau écologique par excellence : renou-



velable, recyclable, il nécessite peu d'énergie pour sa transformation, pousse abondamment, et stocke le CO<sub>2</sub> qu'il a absorbé pour atteindre l'âge adulte. Enfin c'est un matériau chaleureux, qui contribue à créer une atmosphère agréable dans la maison. Les poutres porteuses en lamibois (composées de placage de feuilles d'épicéa de

3mm collées avec une résine phénolique, elles sont très stables et très solides), les solives en sapin massif et la sous-face du plancher en aggloméré MFP (*Multi Fonction Panel*, à faible teneur en formaldéhyde, labellisé PEFC) ont ainsi été laissées apparentes. L'idée, toujours dans l'esprit «loft», est de donner à voir la structure du bâti-

ment et de laisser les matériaux bruts – lesquels donnent davantage de caractère qu'un doublage dissimulant tout derrière une surface banale.

Hormis la création du plancher, les modifications du gros œuvre ont consisté à abaisser l'appui des baies, qui à l'origine se trouvaient à 1,80 m du sol, à 1,20 m, pour apporter



davantage de lumière et permettre au regard de s'échapper à l'extérieur sans être vu. Il a fallu également rattraper une différence de niveau par une dalle en béton. Enfin le mur du fond, mitoyen avec un immeuble, était en mauvais état et humide; il a été doublé par un nouveau mur en ossature bois séparé du mur existant par un vide de 15 cm. Cet espace, qui permet à l'humidité du mur de s'évacuer, est également mis à profit pour faire passer les deux descentes d'eaux pluviales du patio.

### Du liège pour isoler

La démarche environnementale a porté ensuite sur les économies d'énergie. Pour cela, il fallait évidemment commencer par bien isoler ce local aux murs bruts, en matériaux de médiocre qualité et minces pour la plupart (parpaings de 20 cm). La mitoyenneté des murs sur trois côtés est en revanche un atout, car les surfaces en contact avec l'extérieur se trouvent ainsi limitées. L'objectif étant également d'utiliser des matériaux respectueux des ressources naturelles et non néfastes pour la santé, le choix s'est porté sur une isolation en liège expansé.

Celui-ci présente l'avantage d'une excellente longévité, même en milieu humide. Les murs n'étant pas respirants, la condensation éventuelle entre l'isolant et le mur extérieur froid peut créer des dommages et diminuer les performances de l'isolation : un mur humide augmente les besoins en chauffage et crée de l'inconfort. Les plaques de liège, très faciles à découper, ont donc été collées par des plots de colle pour plaques de plâtre afin de ménager une lame d'air entre le mur de parpaings et la plaque.

Les forêts de liège sont gérées durablement par leurs exploitants mais la demande est en baisse et elles sont menacées de disparition.

Comme il n'était pas prévu de refaire la toiture tout de suite, il était impossible de met-

tre un pare-pluie. L'isolation en liège est là aussi judicieuse : les éventuelles fuites ne dégradent pas ce matériau hydrophobe, et le vent s'infiltré moins facilement puisque les deux plaques de liège posées croisées sont semi-rigides et présentent des cavités très petites et fermées. Le liège a donc permis de se passer de pare-vapeur intérieur, difficile à faire appliquer de façon rigoureuse par une entreprise non spécialisée. Sur les murs, les plaques de liège font 6 cm d'épaisseur, avec un vide d'air de 2 cm; elles sont doubles en toiture (10 et 6 cm). Ces épaisseurs sont faibles au regard des exigences thermiques d'aujourd'hui, mais ce sont pourtant celles préconisées par le fabricant – qui assure que le liège, bien qu'ayant le même coefficient de conductivité thermique que les autres isolants, est plus performant en raison de sa résistance à l'humidité, et plus durable.

Des plaques de liège ont aussi été utilisées comme isolant phonique pour le sol de l'étage, entre deux couches d'agglomérés MFP. L'affaiblissement acoustique est

satisfaisant, mais il aurait pu être encore meilleur en traitant avec davantage de soin les ponts phoniques au niveau du passage des canalisations.

L'amélioration de l'isolation thermique est également passée par le choix de menuiseries et de vitrages performants. Le règlement de copropriété imposant des menuiseries similaires à celles d'origine, les deux grands châssis neufs sur l'allée sont en aluminium à rupture de pont thermique avec des montants verticaux, dans une teinte brun foncé mat qui rappelle les anciennes menuiseries d'atelier en acier brut. La verrière est en aluminium également, indispensable dans ce type de situation très exposée aux intempéries.

Pour le patio intérieur en revanche, le choix était plus libre, et les menuiseries sont en pin sylvestre. Ce bois résiste naturellement bien en extérieur et présente un faible coefficient de conductivité thermique; il est plus économique et isolant que le chêne, celui-ci étant néanmoins le champion de la lon-



gévité. Le bois est en effet, avec le PVC, le matériau le plus isolant pour les menuiseries. Il a l'inconvénient de demander plus d'entretien, mais, contrairement au PVC, il est renouvelable, non toxique en cas d'incendie, et demande beaucoup moins d'énergie pour sa transformation que l'aluminium. Les doubles vitrages sont faiblement émissifs, avec lame d'argon, et feuilletés.

### Le gaz, un compromis pour le chauffage

Toujours dans l'optique d'économiser l'énergie, le choix du mode de chauffage fut un point crucial et complexe. Le souhait initial d'utiliser des énergies renouvelables s'est révélé quasi impossible pour des raisons techniques et pratiques. En effet, l'orientation est-ouest du toit et les masques importants formés par les bâtiments environnants ont condamné la solution des panneaux solaires. Un chauffage au bois a été envisagé, mais le manque d'espace extérieur pour le stockage et l'élimination des cendres, et la contrainte de devoir l'alimenter une à deux fois par jour n'étaient pas compatibles avec l'emploi du temps de deux personnes absentes toute la journée.

La solution finalement choisie est celle d'une très bonne **chaudière à condensation couplée à un plancher chauffant**. Ce type de plancher constitue la solution de loin la plus satisfaisante en termes de confort pour chauffer un grand volume comme celui-là. La chape en béton est traversée de tuyaux dans lesquels circule une eau à 40°C maximum, et diffuse une chaleur douce et homogène très agréable. C'est aussi le système le plus adapté à une chaudière à condensation, dont le rendement est optimal à basse température. La chaudière alimente également un radiateur et un sèche-serviette à l'étage. **Une cheminée à foyer ouvert** apporte tout de même une source de chaleur d'origine renouvelable, mais elle est utilisée surtout pour l'agrément.

Son rendement n'est pas excellent (60%, puissance 5 kW), même si le foyer et le conduit en acier, long de plus de 4 mètres, sont de bons conducteurs de chaleur.

### Des finitions saines et naturelles

Comme pour la structure et l'isolant, les matériaux de finitions ont été choisis avec soin pour leurs qualités écologiques, mais aussi plastiques. **Les matériaux naturels et bruts ont été privilégiés, avec le moins de transformations possible.** La part belle est faite au bois, d'origine le plus souvent européenne : parquet en chêne à l'étage, sauf dans la salle de bains où le bambou résiste mieux à l'humidité, marches et lambris des cloisons de l'étage en pin, dans un esprit «cabane perchée». **Le caillebotis de la terrasse est en acacia du Perche**, un bois naturellement résistant en extérieur – ce qui a évité d'avoir recours aux bois tropicaux.

Pour les revêtements des murs en plaques de plâtre et cellulose, **les enduits en terre crue** ont été privilégiés : ils donnent une ambiance chaleureuse et apaisante, offrent une belle texture et des tons doux, régulent l'humidité de l'air tout en apportant un supplément d'inertie et d'isolation. De composition très simple (terre crue de couleur naturelle, sable et un peu de fibres végétales), sans produits chimiques ou toxiques, ils sont aussi très faciles à appliquer : on les mélange avec de l'eau et les applique avec une spatule. Leur réparation est également un jeu d'enfant, il suffit de les humidifier pour boucher un trou ou une fissure.

Les autres murs sont peints avec des **peintures à l'eau à base de matières naturelles**, composées entre autres de silicates d'aluminium ou de quartz, de craie, de poudre de marbre, de caséine et d'huile de lin. Sans solvants chimiques, elles sont très respirantes et certaines ont des propriétés bactéricides. De même que pour les produits de traitement du bois, les peintures lavables contiennent



## La solution alternative aux bois tropicaux

Pour fournir en France et dans les autres pays industrialisés les bois tropicaux servant à faire des menuiseries, des lames pour terrasses ou des meubles à des prix défiant toute concurrence, les forêts anciennes d'Afrique et d'Asie sont pour la plupart pillées. Selon Greenpeace, «près de 23% des produits importés – y compris le papier – sont issus de zones où les activités forestières illégales sont largement répandues. La déforestation et la dégradation de forêts contribuent à 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, soit plus que l'ensemble du secteur des transports au niveau mondial. Elles contribuent aussi à la perte de biodiversité et à l'appauvrissement des populations locales». D'après la Banque mondiale, 350 millions de personnes dépendent directement ou indirectement des forêts pour leur subsistance. Or, ces forêts sont souvent exploitées par des sociétés occidentales qui entretiennent des liens douteux avec les dictatures en place dans ces pays. Par ailleurs, le marché du bois est l'un des moins réglementé au monde néanmoins, le Parlement européen a repris, début 2009, les discussions sur une législation permettant de refuser l'importation des bois issus de la destruction des forêts tropicales.

Pour Sylvain Angerand, chargé de campagne «forêt» aux Amis de la Terre, «l'exploitation forestière au Cameroun profite toujours aux mêmes : les forêts se vident de leurs bois

précieux, les animaux disparaissent sous la pression des braconniers et les populations locales se retrouvent au bout du compte encore plus pauvres, dans un environnement dégradé, dont elles ne pourront plus tirer de bénéfice». Selon cette association, plusieurs études montrent que les forêts tropicales sont plus efficaces que les forêts tempérées pour lutter contre le réchauffement climatique. Leur sauvegarde est donc une «nécessité absolue pour notre planète».

Pourtant, l'Europe et l'Amérique du Nord ne manquent pas de cette ressource abondante (la surface occupée par les forêts augmente en Europe) et généralement bien gérée. Il est donc de notre devoir d'éco-citoyen d'utiliser de préférence des bois locaux, dont certains résistent aussi bien à l'humidité que les bois tropicaux : chêne, acacia, châtaignier, mélèze, douglas.

À défaut, il est primordial de choisir des bois tropicaux labélisés. Le label FSC (pour *Forest Stewardship Council*) est l'éco-certification la plus sérieuse selon Greenpeace : elle garantit que le bois provient de forêts gérées durablement et qu'il respecte les droits des populations indigènes. 7% de la consommation industrielle de bois sont certifiés FSC. Le label PEFC (programme de reconnaissance de certification forestière) garantit également une gestion durable de la forêt.

nent des solvants naturels à base de résine d'agrumes par exemple, qui rendent leur odeur plutôt agréable, bien qu'inévitablement forte. Pour la finition du parquet brut, une huile-cire très résistante, sans solvant, et agréablement sans odeur, a été appliquée en une seule couche, puis une monobrosse a fait pénétrer le produit dans le bois.



## Des matériaux non conventionnels pour un chantier plus délicat...

Le chantier a duré huit mois, avec quelques aléas bien sûr. L'entreprise générale maîtrisait la maçonnerie et les finitions conventionnelles, mais s'est bien adaptée aux nouveaux produits demandés : isolation en liège, enduits à la terre, peintures naturelles... Les problèmes sont venus surtout des sous-traitants. L'entreprise a fait appel à un menuisier pour réaliser le plancher de l'étage, et il n'avait aucune connaissance en charpente ! Le responsable a fini par reconnaître qu'il n'était pas compétent et que sa responsabilité était engagée, et il a finalement accepté de faire appel au charpentier proposé. Le plombier-chauffagiste ne connaissait pas la chaudière préconisée, assez complexe et peu diffusée en Île-de-France, et il ne maîtrisait pas bien l'installation du plancher chauffant, dont la mise en route a posé beaucoup de problèmes.

L'autre difficulté majeure a été l'approvisionnement des matériaux non conventionnels, introuvables chez les distributeurs auprès desquels se fournissent habituellement les entreprises, et qu'il a fallu aller chercher (acacia dans le Perche, plaques de sol en Champagne...) ou faire livrer, parfois de loin et avec des coûts ou des délais non négligeables (du Portugal pour le liège).

En amont à cela, il y a eu un important travail de recherche et d'étude sur les matériaux pour choisir les plus écologiques possible, tout en respectant les impératifs économiques. La mise en œuvre de ces matériaux pose également de nombreuses questions auxquelles on ne trouve pas de réponse toute faite, surtout en rénovation.

Les revendeurs ou les fabricants eux-mêmes ne sont pas toujours très précis dans leurs recommandations de pose. Il a donc fallu avoir recours à des solutions n'offrant pas de garantie décennale. Seul le bon sens et le partage des connaissances avec d'autres utilisateurs sont garants de la réussite.

Au final, le résultat est pourtant très satisfaisant, tant du point de vue du confort et de la qualité de vie, que du coût total. L'ampleur des volumes, la fluidité de l'espace ouvert, l'atmosphère chaleureuse des pièces plus intimes et des matières naturelles, la présence de la végétation en font un lieu reposant et harmonieux, si éloigné de l'agitation fatigante de la capitale, et pourtant aux portes de celle-ci. Si c'était à refaire aujourd'hui, je préconiserais bien sûr plus d'épaisseur d'isolant, et serais très exigeante sur la compétence et les références du chauffagiste, sans hésiter à mettre le prix.

À l'avenir, il est envisagé de mettre en place un système pour récupérer l'eau de pluie dans une citerne placée dans le local technique, en vue d'une utilisation pour les W-C, voire pour la douche. Cela avait été envisagé au début, puis finalement abandonné faute de temps et en raison du manque de compétence du plombier. Julien réfléchit à l'aménagement d'une nouvelle pièce, pourquoi pas suspendue au-dessus du séjour...









# Les aides publiques et les ressources documentaires

## Les aides publiques

Les textes officiels sont parfois indigestes et il est difficile de s'y retrouver dans l'empilement chronologique des mesures.

Pour une présentation très complète des différents dispositifs, avec les liens vers les textes de référence : [www.service-public.fr](http://www.service-public.fr) (rubrique Logement, puis Aides financières).

### Les crédits d'impôt

Le crédit d'impôt s'applique aux dépenses d'acquisition de certaines chaudières, d'isolation thermique (parois et fenêtres), d'appareils de régulation de chauffage, pour la rénovation d'un logement de plus de deux ans.

Dans une construction neuve, il s'applique à l'achat d'équipements utilisant les énergies renouvelables et les pompes à chaleur.

Les équipements répondent à des caractéristiques techniques et des critères de performance particuliers :

- équipements de chauffage ou de fourniture d'eau chaude fonctionnant à l'énergie solaire;

- systèmes de fourniture d'électricité à partir de l'énergie solaire, éolienne, hydraulique ou de biomasse;
- équipements de chauffage ou de production d'eau chaude fonctionnant au bois ou autres biomasses;
- pompes à chaleur spécifiques.

Pour plus d'informations : [www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm](http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm). De nombreux sites proposent également des synthèses sur ce dispositif.

### Les subventions

Elles dépendent souvent des revenus et de la situation familiale (voir le site cité plus haut).

Il existe également des subventions régionales et départementales sur les équipements fonctionnant avec des énergies renouvelables.

## Anah (Agence nationale de l'habitat)

Avec un budget de 500 millions d'euros, l'Anah a pour but de financer des travaux d'amélioration de l'habitat des propriétaires particuliers occupants à revenus modestes, et de logements locatifs s'engageant à respecter des règles de loyer et d'occupation. Elle est structurée en 12 délégations régionales.

## S'informer : les ressources documentaires

### Les organismes publics d'information et de conseil

#### Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)

Cet organisme public est chargé d'informer, de sensibiliser et de conseiller le public sur les questions environnementales. Concernant le bâtiment, l'Ademe promeut les économies d'énergie et les énergies renouvelables. Elle informe le public à travers son réseau régional d'Espaces Info-Énergie.

Elle dispose de ressources documentaires accessibles au public : [www2.ademe.fr](http://www2.ademe.fr).

#### CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment)

Le CSTB est un organisme public destiné à l'information et à la formation des professionnels, aux études scientifiques et techniques concernant la qualité et la performance des bâtiments, et à la certification des produits et matériaux (avis techniques, certifications, marquage CE, etc.) : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr).

#### CNDB (Comité national pour le développement du bois)

Cet organisme est chargé de la promotion de la construction en bois auprès des professionnels et des particuliers. Il édite sur son site et à travers la revue *Séquences bois* de beaux exemples de réalisations contemporaines en France, ainsi qu'un carnet d'adresses, une base documentaire très fournie et des formations théoriques et pratiques : [www.cndb.org](http://www.cndb.org) ou [www.bois-construction.org](http://www.bois-construction.org).

#### CTBA (Centre technique du bois et de l'ameublement)

Ce centre technique de certification et de recherche a été créé pour et par les professionnels de la filière bois.

Le CTBA est aussi un centre documentaire qui propose une information détaillée sur tous les produits du bois :

[www.fcba.fr/accueil.php](http://www.fcba.fr/accueil.php).

#### Les CAUE (Conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement)

Il s'agit d'un réseau départemental d'organismes qui conseillent et informent les particuliers ayant un projet de construction ou de rénovation, plus spécifiquement sur la qualité architecturale et les spécificités de la rénovation du patrimoine local :

[www.caeu.org](http://www.caeu.org).

### Les associations et groupements professionnels

#### Association négaWatt

Prônant la sobriété énergétique avant toute chose, le réseau d'experts de l'association négaWatt entreprend des études et travaille à l'élaboration de propositions et de mesures innovantes. L'association a édité un rapport très bien fait sur l'urgence de la rénovation massive des bâtiments pour atteindre une consommation de 50 kW/m<sup>2</sup>/an, en préconisant la « solution technique universelle », une méthode simple à appliquer à grande échelle : [www.negawatt.org](http://www.negawatt.org).

#### Association Bâtir sain

Elle propose un répertoire de professionnels, édite un *Guide raisonné de la construction écologique* actualisé tous les deux ans, avec des renseignements très détaillés sur plus de 1600 produits et leur mise en œuvre,

conseille les particuliers, et propose des formations et des voyages d'études : [batirsain.free.fr/index.html](http://batirsain.free.fr/index.html).

### **Association Effnergie**

Rassemblant les acteurs de l'optimisation énergétique de la construction, elle promeut les bâtiments à basse consommation d'énergie en neuf et rénovation, et met en place la démarche de labellisation Effnergie, appuyée par un référentiel : [www.effnergie.org](http://www.effnergie.org).

### **Association Terre vivante**

L'association est pourvue d'un centre d'information sur l'écologie et en particulier sur les jardins. Elle est aussi pionnière dans le domaine des publications grand public portant sur la construction écologique, qui s'avèrent très pédagogiques et accessibles. [www.terrevivante.org](http://www.terrevivante.org).

### **Association HQE (Haute Qualité environnementale)**

Créée en 1996, elle a mis au point la démarche HQE, composée de 14 cibles, et délivre le label HQE. Elle a également réalisé un référentiel. [www.assoheq.org](http://www.assoheq.org).

### **Association Maisons paysannes de France**

Cette association offre un centre de documentation, une revue bimestrielle, un service de conseils aux particuliers, des animations et un réseau de délégués régionaux pour aider ceux qui veulent découvrir le patrimoine rural ou, plus concrètement, faire des travaux dans une maison ancienne tout en respectant ses spécificités : [www.maisons-paysannes.org](http://www.maisons-paysannes.org).

### **CRATERRE**

Laboratoire de recherche et équipe d'enseignants de l'école d'architecture de Grenoble, le CRATERRE déploie ses activités dans le domaine de la construction en terre : réseau

important de partenaires, formations, publications, etc. : [terre.grenoble.archi.fr/accueil.php](http://terre.grenoble.archi.fr/accueil.php).

### **Association La maison passive France**

Cette association de promotion de l'habitat passif est menée par un groupe de jeunes architectes et ingénieurs énergéticiens : [www.lamaisonpassive.fr](http://www.lamaisonpassive.fr).

### **Association Areso (Association régionale des éco-constructeurs du Sud-Ouest)**

L'association réunit depuis 1999 des personnes motivées par l'éco-construction, l'éco-habitation. Elle mène des activités d'échange d'informations et de promotion : [www.areso.asso.fr](http://www.areso.asso.fr).

### **Les revues et les sites d'information**

#### **Revue La maison écologique (bimestriel)**

Une mine d'informations avec des dossiers sérieux et bien documentés, de séduisants exemples de réalisations, des conseils pratiques et des petites annonces. En kiosque et sur abonnement. [www.la-maison-ecologique.com](http://www.la-maison-ecologique.com).

#### **Actu-Environnement**

L'actualité professionnelle du secteur de l'environnement et du développement durable. Dossiers très complets sur des thèmes comme la récupération d'eau de pluie : [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com).

#### **Annuaire de l'écoconstruction**

Annuaire très fourni d'acteurs et de professionnels de la construction écologique : [www.annuaire-ecoconstruction.com](http://www.annuaire-ecoconstruction.com).

#### **Site maisoneco.com**

Un site bien construit sur les principaux thèmes à connaître, des conseils et des liens pour approfondir : [www.maisoneco.com](http://www.maisoneco.com).

### **Les salons**

#### **Salon Bâtir écologique**

Un des salons les plus importants, dont les participants sont sélectionnés par un comité. En novembre à la Grande Halle de la Villette à Paris : [www.batirecologique.com](http://www.batirecologique.com).

#### **Salon Écobat**

Autre salon important à Paris, consacré à l'éco-construction et aux performances énergétiques, pour les particuliers. Au mois de mars à Paris Expo : [www.salon-ecobat.com](http://www.salon-ecobat.com).

#### **Salon Maison bois à Angers**

Le plus important salon sur le sujet : [www.salon-maison-bois.com](http://www.salon-maison-bois.com). Il existe également de nombreux autres salons en province sur la construction écologique et la construction en bois.

### **Le solaire**

#### **Enerplan (association professionnelle de l'énergie solaire)**

Les aides financières selon les régions, des dossiers sur les nouvelles réglementations, un répertoire de réalisations et de professionnels et la sélection des systèmes de kits solaires de qualité, valables pour le crédit d'impôt (marque « Ô Solaire ») : [www.o-solaire.fr](http://www.o-solaire.fr) et [www.enerplan.asso.fr](http://www.enerplan.asso.fr).

#### **Site outilssolaires.com, l'énergie solaire dans l'habitat**

Exposé très complet des principes, des produits, des problématiques et du coût des systèmes thermiques, photovoltaïques et passifs. Présentation également des thèmes annexes, comme la ventilation. Liste de tous les fabricants et annuaire des installateurs motivés dans chaque région : [www.outilssolaires.com](http://www.outilssolaires.com).

### **Forum photovoltaïque. pureforum. net**

Un forum très complet et bien organisé pour partager des conseils entre installateurs de panneaux solaires photovoltaïques : [photovoltaique.pureforum.net](http://photovoltaique.pureforum.net).

### **Site tecsol. fr**

Ce site permet de calculer les apports solaires selon les différentes configurations : [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr).

### **Syndicat des énergies renouvelables**

Revue *Systèmes solaires*, *Observ'ER* (observatoire des énergies renouvelables) et fondation Énergies : [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org).

### **Qualisol**

L'appellation Qualisol est délivrée aux entreprises d'installation de systèmes solaires qui respectent 10 engagements de bonne pra-

tique et de qualité du service rendu aux clients. [www.qualit-enr.org/qualisol](http://www.qualit-enr.org/qualisol).

### **Eau, toilettes sèches**

#### **Association Eau vivante**

Association qui encourage la gestion harmonieuse de l'eau et des déchets : [www.eauvivante.net](http://www.eauvivante.net).

#### **Toilettes à litière biomâîtrisée**

Un site extrêmement fourni sur le sujet, réalisé par un ingénieur belge. Plusieurs liens vers d'autres sites de conseils ou de fabricants : [www.eautarcie.com](http://www.eautarcie.com).

#### **Fabricant de toilettes sèches artisanales**

Un site très intéressant : [toiletabois.com](http://toiletabois.com)

# Bibliographie

*Le Guide de l'habitat sain*, Suzanne et Pierre Déoux, Médiéco, 2004.

*Rénovation et Grenelle de l'environnement*, Brigitte Vu, Eyrolles, 2008.

*La conception bioclimatique des maisons confortables et économes*, Samuel Courgey, Jean-Pierre Oliva, Terre Vivante, 2006.

*25 maisons écologiques*, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur, 1999.

*Bâtir écologique, chronique d'une construction en bois*, Emmanuel Carcano, Terre Vivante, 2007.

*Guide raisonné de la construction écologique*, édition 2008, John Daglish, Bâtir Sain et La Maison Écologique, 2008.

*Maisons écologiques d'aujourd'hui*, J.-P. Oliva, A. Bosse-Platière et C. Aubert, Terre Vivante, 2004.

*Un petit coin pour soulager la planète*, Christophe Elain, Goutte de sable, 2005.

*Restaurer, aménager, préserver la Maison de pays*, René Fontaine, Seghers, 1977.

*La maison ancienne : construction, diagnostic, interventions*, Jean et Laurent Coignet, Eyrolles, 2006.

*Les matériaux naturels; décorer, restaurer et construire*, Jean-François Bertoncello, Julien Fouin, Éditions Du Rouergue, 2006.

*Le guide de l'énergie solaire thermique et photovoltaïque*, Michel Tissot, Eyrolles, 2008.

*L'architecture écologique, 25 exemples européens*, D. Gauzin- Müller, Le Moniteur, 2001.

*L'architecture verte*, James Wines, Taschen, 2000.

*Eco-logis, la maison à vivre*, T. Schmitz-Gunther, K. Hessmann, Könneman, 1999.

*Les clés de la maison écologique*, Oikos, Terre Vivante, 2002.

## Index

### A

apports solaires passifs 6, 10  
architecte 15  
assainissement autonome 76, 107  
avancée de toiture 28  
aides 128  
associations 129

### B

bardage douglas 32, 57, 101  
bioclimatique 6, 28, 29, 40, 82, 100  
bois 54, 118, 123  
budget 15, 52, 54  
brique alvéolaire 44

### C

chanvre 40, 47  
chaudière à condensation 122  
chauffage solaire 27  
– passif 52, 66, 83, 90, 101  
chauffe-eau 35, 66, 74  
– aérosolaire 35, 36  
coût 53, 67, 83, 101, 115

– global 6  
crédit d'impôts 128

## D

démarche HQE 7, 23  
développement durable VIII, 4, 6

## E

éco-construction 6  
économie d'énergie 8, 11, 28, 82  
éco-rénovation 7  
empreinte écologique 6  
enduit en terre crue 115, 122  
énergies renouvelables 10, 59, 90

## F

fibrociment 66, 76

## I

inertie thermique 44, 89, 90  
isolant thermique 13  
isolation 7, 10, 13, 22

- en laine de bois 101
- en liège 13, 115, 121
- phonique en plume 13, 101, 106
- thermique en liège 101

## L

laine de chanvre 52

## M

maison

- autonome 7
- basse consommation 7
- bioclimatique 6
- à énergie positive 7
- passive 7, 29

matériaux durables 12  
Monomur (voir brique alvéolaire) 40, 44, 100

- résistance mécanique 33, 44
- résistance thermique 22, 34, 44

## O

ossature bois 52, 53, 66, 67, 82, 83

- MBOC 60

organismes 129

- Anah 129
- Ademe 129
- CSTB 129
- CNDB 129
- CTBA 129
- CAUE 129

## P

panneaux

- de bois 26, 27, 32, 33
- solaires thermiques 23, 67, 82, 74
- solaires photovoltaïques 94

peintures 101

- naturelles 108, 115, 122, 124

plaques toitures ondulées 76  
pin des Landes 41, 53  
plancher chauffant 39, 90, 100, 115, 122  
poêle

- à bois 27, 36, 52, 66, 67
- de masse 26, 41, 48, 109

## R

réglementation thermique 7, 19, 57, 90

## S

sapin 41  
serre vitrée 45  
solaire passif 6, 27, 40, 41, 45, 52, 66, 82

## T

toit végétalisé 82, 90, 101, 109

## V

végétalisation 27  
ventilation 34, 91  
ventilation double-flux 15, 26, 34



Partout en France des maisons se construisent, se voulant plus proches de la nature et plus efficaces en terme d'économies d'énergie. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, construire une maison écologique est à la portée de tous. En adoptant une démarche plus respectueuse de la planète, vous serez amené à faire des choix : ventilation double-flux ou panneaux solaires ? Briques alvéolaires ou ossature bois ? Une chose est sûre : vous devrez vous familiariser avec la conception bioclimatique et utiliser de nouveaux modes de construction.

Louise Ranck, architecte spécialisée en éco-construction, analyse sept réalisations aux quatre coins de la France, en ville comme en milieu rural, pour une résidence principale ou secondaire, une personne seule ou une famille. Des budgets et des techniques commentés pour vous diriger à votre tour vers les choix les plus appropriés... Un livre de recettes architecturales pour une maison écologique, économique, et intégrée dans son environnement !

Louise Ranck

# Maisons écologiques

[www.latITUDE48.net](http://www.latITUDE48.net)

[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

Groupe Eyrolles | Diffusion Geodif | Distribution Sodis

Code éditeur : G12228  
ISBN : 978-2-212-12228-2

Conception Nord Compo