

# Habitat Naturel

Construire & Vivre sain

en collaboration avec

Hors-Série N°8

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

## Maisons performantes Neuf & rénovation



### Enfin comprendre

- Les labels (THPE, BBC, Minergie, Passif, Positif...)
- Les aides & financements
- Réalisations à la loupe

M 09562-8H-F: 6,90 € - RD



Cas pratique Passivhaus

# Maison passive en Savoie

Professionnel de l'environnement et de la santé, Philippe Perrin est « éco-infirmier ». Il s'est intéressé il y a quelques années à l'éco-construction dans la perspective de faire construire, un jour, une maison saine et performante. Un intérêt qui lui a valu de tomber amoureux des maisons en paille... puis des maisons en bois... puis de la construction monomur... Et un jour il découvre le concept allemand de Passivhaus : une maison dont l'enveloppe est si performante et les besoins en énergie tellement réduits, qu'elle se passe de chauffage conventionnel. Il est conquis.



## Contexte et programme

Philippe Perrin et son épouse, Sylvie, convoient un terrain familial en Savoie et se lancent rapidement dans le projet sur la base de cette parcelle, située à quelques centaines de mètres du centre ville d'Aix-les-Bains et malgré tout préservée de la turbulence urbaine. La ren-

contre avec un cabinet d'architectes fortement intéressé par la construction passive (Tangentes) se révèle décisive. Les échanges sont riches et les idées fusent. Le cabinet Tangentes conçoit ainsi avec les Perrin sa première maison Passive. Les plans sont déjà bien avancés lorsqu'en 2008, le terrain devient la propriété

des Perrin. Les maîtres d'ouvrage vont donc pouvoir se consacrer pleinement à ce projet où la performance est centrale.

## Bioclimatique et confort d'été

Tout en longueur, le terrain présentait quelques inconvénients. Orienté est/ouest et présentant

une faible largeur, il obligeait à une construction en longueur où les façades nord et sud seraient plus restreintes que les façades est et ouest. La captation du solaire n'est donc pas optimale. Mais le défaut sera compensé par un surcroît d'isolation. Tangentes a par ailleurs axé le projet, dès sa gestation, sur un volume particulièrement compact, limitant d'emblée les murs en contact avec l'extérieur pour minimiser les déperditions surfaciques. Côté protections solaires, elles sont de plusieurs ordres : la présence de grands arbres, préservés lors du chantier, apporte une ombre bienfaisante en façade ouest ; au sud, la terrasse végétalisée dont le feuillage apportera un filtre efficace au rayonnement solaire ; quant aux vitrages, ils sont protégés par des brise-soleil orientables (en fonction de la saison et donc de l'orientation du rayonnement). Le sas d'entrée est apposé sur le côté est de la maison : cette séparation du corps principal vise à canaliser les entrées d'air froid en hiver. Esthétiquement, la compacité sert un style très contemporain et graphique. Le côté « cube » de la maison est affirmé et même accentué par un bardage et une terrasse soulignant les lignes géométriques de l'ensemble.

### Système constructif et isolation

Si la performance de l'enveloppe est, dans une démarche de maison passive, une priorité, les qualités sanitaires et écologiques des matériaux n'ont pas été oubliées sur ce projet. Pour la structure, le choix a été rapidement arrêté puisque Tangentes ne travaille quasiment que sur des projets de construction à ossature bois. L'ossature des murs a été réalisée selon les plans des architectes avec des montants d'une épaisseur plus importante que pour une ossature bois classique (30 cm). Ce, pour ménager une importante épaisseur d'isolant entre montants. L'ossature n'a pas été montée sur place, mais en atelier, par le charpentier (Pollen Construction Bois). Ce sont donc des murs entiers et contreventés, prêts à être remplis, qui ont été livrés sur le terrain et assemblés entre eux. Cette démarche est un gage de fiabilité (réduction des risques de défauts) ; elle permet en outre de réduire les délais de chantier. Dans ces murs, 30 cm d'isolant (ouate de cellulose) ont été insufflés. Une épaisseur notable, indispensable dans un contexte de maison passive. Cette isolation entre montants a été renforcée à la fois par l'intérieur (4 cm de laine de bois) et par l'extérieur (panneaux de fibre de bois rigide de 6 cm). L'isolation périphérique renforce le confort d'été grâce à l'inertie apportée par la fibre de bois et résout d'éventuels risques de ponts thermiques entre la structure et l'isolant entre montants. Avec une telle protection, les

murs de la maison affichent un R de 9,7 (le Passivhaus exige qu'il soit supérieur à 6,6). La toiture, bénéficiant d'une isolation de 40 cm d'épaisseur, affiche un R de 10,75 (6,6 exigés). Elle est, par ailleurs, végétalisée, pour une meilleure inertie ce qui permet d'amortir les chocs thermiques et surtout d'améliorer grandement le confort d'été.

### Vitrages

Les menuiseries, en bois, ont été sélectionnées pour leurs performances ( $U_w = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Discrètes, elles contribuent, de ce fait, à une maximisation des apports solaires (plus de vitrage, moins de menuiserie), indispensable à l'exploitation de l'énergie solaire passive qui contribue à chauffer la maison en hiver. Ces menuiseries accueillent toutes des triples-vitrages (4-16-4-16-4) avec un coefficient de conductivité particulièrement bas ( $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Le facteur solaire de ces vitrages diffère selon leur orientation : 61 % en façade sud et 48 % en façades est, ouest et nord.

### Étanchéité à l'air

Passage obligé pour une maison passive, le traitement de l'enveloppe tient compte d'un objectif d'étanchéité afin d'annuler les fuites d'air parasites, génératrices de déperditions de chaleur. Ici, la chaleur est un bien rare qu'il convient de maintenir précieusement entre les murs. Pour répondre à cet objectif les panneaux de bois intérieurs (type OSB) assument une triple fonction de contreventement de l'ossature, de pare-vapeur

*Le mur panneau est livré par grue sur le chantier. On voit ici très bien les montants d'ossature qui seront remplis de ouate de cellulose.*



*Les murs sont assemblés entre eux. Les menuiseries et vitrages y sont déjà intégrés.*

## Labels & réalisations



### Le mot de l'architecte

« Ce qui nous a menés vers ce projet de maison

passive, c'est cette idée de pouvoir se passer de chauffage. De concevoir autrement. Ça ne pose techniquement aucun problème aujourd'hui... et cela relève davantage de la volonté du maître d'ouvrage. Mais l'inversion de raisonnement n'est pas évidente : on lui demande de ne plus réfléchir par rapport au prix qu'il paye aujourd'hui (avec une sur-isolation), mais sur les charges qu'il ne paiera pas demain (sur le chauffage) ! La maison d'Aix-les-Bains est une réussite en la matière : une enveloppe super-isolée mais aucun chauffage, avec un montant des travaux maîtrisé. Nous avons également à cœur, avec ce chantier, de prouver que l'on pouvait faire de la très haute performance localement. Nous avons réussi : toute l'équipe se trouvait dans un rayon de 20 km. » Pierre-Alexis Mathieu, architecte de l'équipe Tangentes.

et de barrière étanche à l'air. Ils sont soigneusement posés et scellés, et tous les points à risque (passages de réseaux, ouvertures, jonctions de matériaux ou de films...) ont été traités et vérifiés. Mais au-delà du soin apporté, le Passivhaus Institut exige un contrôle afin de connaître l'étanchéité réelle de la maison à certifier. Le test de la porte soufflante (voir page 42) a révélé un débit de 0,25 volume d'air par heure sous 50 Pascals, ce qui est bien inférieur au plafond de 0,6 imposé par le label.

### Ventilation

Très important dans une maison passive, le système de ventilation est non seulement garant d'un air de qualité mais aussi et surtout, les faibles besoins en chaleur de la maison dépendent de l'efficacité de ce système. Ici, c'est une ventilation double flux qui a été choisie. Un choix très logique dans une maison passive où il s'agit de ne pas perdre la moindre calorie : en l'occurrence, la VMC double flux récupère les calories de l'air sortant (air intérieur = chaud) pour préchauffer l'air entrant (froid). Avec le système installé, 90 % de la chaleur est maintenue à l'intérieur. Ce renouvellement d'air est couplé à un puits canadien fonctionnant à l'eau glycolée (système allemand) : un réseau d'eau enterré récupère la chaleur de la terre et la transmet via un échangeur thermique (plaque) à l'air entrant de la VMC. Contrairement à une pompe à chaleur, ce puits canadien ne réclame quasiment aucune énergie électrique pour fonctionner.

### Chauffage et énergie

La question du chauffage est à la fois centrale et secondaire dans une maison passive. Tout est conçu pour s'en passer : ou du moins se passer d'un mode de chauffe « conventionnel ». Ce qui signifie qu'une véritable maison passive ne doit pas installer de réseau de chaleur tel qu'on l'entend (chaudière ou électrique avec radiateurs ou diffusion par le sol). Seule tolérance : un chauffage « d'appoint ». Les besoins en chaleur estimés par le thermicien (Co'Energie) se montent à 12 kWh/m<sup>2</sup>. an et sont couverts par les apports solaires passifs, la chaleur générée par les activités des habitants et les appareils électroménagers (four, ordinateur...) et la récupération de chaleur par la VMC double flux. Si un appoint a été prévu dans ce programme (poêle à bois de 1 à 2 kW), il n'a toujours pas été installé. Notons qu'avec le Passivhaus, la température de confort à partir de laquelle tous les tests (de consommation) sont réalisés est de 20°C. Une température relativement élevée mais qui surtout est de 1°C supérieure aux autres labels (type BBC). Ce degré supplémentaire accroît d'environ 7 % les besoins calculés ; de ce fait, le label est plus exigeant. En l'occurrence, depuis qu'ils ont emménagé, les Perrin ont une température constante de 19°C... les consommations réelles sont sans doute inférieures aux calculs réalisés avec le logiciel PHPP (logiciel de calcul du Passivhaus Institut).



### Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire est produite grâce au soleil avec l'installation en toiture de 4 m<sup>2</sup> de panneaux thermiques garantissant la couverture de plus de 50 % des besoins annuels. Les maîtres d'ouvrage ont par ailleurs tenu à récupérer l'eau de pluie et ont installé une cuve de 10 000 L servant pour le lave-linge, les WC et le jardin.

### Budget

Cette maison disposant d'une surface habitable de 129 m<sup>2</sup> (+ 30 m<sup>2</sup> de garage avec toiture végétalisée), est revenue à un coût total hors terrain de 2 200 € TTC/m<sup>2</sup>, coûts de voiries et réseaux inclus (particulièrement importante ici), avec terrassement, clos couvert, plomberie (ECS, notamment) et réseaux de ventilation. Les maîtres d'ouvrage ont pris en charge le second œuvre (hors isolation) et les finitions, allégeant de ce fait les coûts.

### Labellisation

Cette réalisation, conçue en tout point selon les prescriptions du Passivhaus Institut, a été contrôlée par La Maison Passive France, habilitée à certifier les constructions passives en France. Elle correspond aux exigences du label allemand en termes d'isolation, de consommation de chauffage (les besoins de la maison ont été estimés à 12 kWh/m<sup>2</sup>, Passivhaus les plafonne à 15), en termes d'étanchéité et de consommations globales. Elle a été la cinquième maison passive certifiée en France et la première en Rhône-Alpes.

### Le projet

Maison individuelle labellisée Maison Passive  
**Conception** : Scop d'architecture Tangent  
**Charpente/ossature bois** : Pollen Construction Bois  
**Étude Thermique** : Co'Energie  
**Surface habitable** : 129 m<sup>2</sup>  
**Certifiée** : novembre 2009  
**Système constructif** : murs à ossature bois préfabriqués  
**Isolation** : fibre de bois, ouate de cellulose  
**Consommation estimée pour le chauffage (énergie utile)** : 12 kWh/m<sup>2</sup>.an  
**Consommations totale estimées (énergie primaire)** : 82 kWh/m<sup>2</sup>.an  
**Budget** : 280 000 € TTC (VRD, terrassement, clos couvert, plomberie et ventilation + garage) hors aides et crédits d'impôts

