

neuf
rénovation

Habitat Naturel
Présente

architecture PASSIVE

RETOURS D'EXPÉRIENCE
EN FRANCE
INDIVIDUEL
TERTIAIRE
COLLECTIF



COMPRENDRE ET CONCEVOIR UN...
PROJET HAUTE PERFORMANCE



L'ANNUAIRE
DE TOUS LES
PROS
AGRÉÉS



10 € par mois de chauffage



M 09562 - 12 H - F: 6,90 € - RD



Hors-Série Habitat Naturel numéro 12 - Hiver 2012 - France 6,90 € - Belgique 7,50 € - Suisse 12,40 CHF

6 bonnes raisons de choisir le passif

Se passer quasiment de chauffage, profiter d'un confort exceptionnel, diminuer efficacement ses consommations énergétiques, habiter la maison de demain... quoi de plus convainquant ?

1 Un chauffage réduit à son plus simple appareil

Ce qui définit la maison passive, c'est sa capacité (grâce à sa conception et son enveloppe) à se passer de « chauffage conventionnel ». Réseaux de chaleur au gaz, au fioul ou chauffage électrique ne sont pas ici les bienvenus, mais surtout, ils ne sont pas nécessaires. Car un bâtiment passif, qu'il s'agisse de logement individuel, collectif, ou de bureaux, est conçu pour limiter au maximum les déperditions de chaleur, et donc les besoins. Ainsi, la chaleur produite à l'intérieur d'un bâtiment par un corps humain, un ordinateur ou un four contribue à le chauffer. L'habitat passif est également pensé pour exploiter au maximum le rayonnement solaire (de manière passive, en mettant à profit l'effet de serre) pour combler une partie des besoins en lumière et chaleur de façon totalement naturelle et gratuite. En règle générale, un petit appareil de production de chaleur (type poêle à bois) est installé afin de répondre aux besoins ponctuels des périodes de grand froid, mais son usage restera exceptionnel.



Maison Passive à Aix-les-Bains, voir reportage page 18

2 Des factures anecdotiques

Conséquence directe de besoins de chauffage quasi inexistants : les factures associées fondent comme neige au soleil. En effet, les sources utilisées pour atteindre la température de confort dans une maison passive sont des sources gratuites (soleil, chaleur dégagée lors de l'usage des appareils électroménagers...) ou peu coûteuses en énergie (VMC avec récupération de chaleur, appoint bois...) en comparaison avec les énergies fossiles habituelles. Au-delà du chauffage, les besoins en lumière artificielle sont également moins importants dans une maison passive. L'idée étant ici de faire entrer une lumière naturelle qui permettra de réaliser des économies sur l'éclairage. Autre poste d'économie possible : la démarche de construction passive préconise, en cas de panneaux solaires thermiques, un branchement direct du lave-linge sur l'eau chaude solaire pour limiter la consommation électrique. Mais toutes ces économies ne sont réalisables qu'à une condition : la participation des occupants et leur détermination à agir en cohésion avec leur habitat.

3 Plus de responsabilité environnementale

Les études prouvent que l'impact le plus important d'une construction n'est pas tant situé au niveau du chantier et des matériaux sélectionnés, qu'à celui des consommations énergétiques engendrées par le bâtiment. Pour construire responsable, il faut donc en premier lieu construire le plus performant possible. De ce point de vue, les standards passifs sont particulièrement intéressants puisqu'ils vont de paire avec des besoins en chauffage et en électricité très faibles par rapport aux exigences actuelles (75 % à 80 % de besoins de chauffage en moins par rapport à une construction selon RT 2005). Mais ces consommations théoriques sont calculées en fixant un certain nombre de paramètres, comme par exemple la température de confort (qui, pour le Passif est de 20 °C). Là encore, le bon usage du bâtiment sera nécessaire pour qu'il tienne ses promesses en termes de consommation.



Maison Passive à Bellac, réalisation Cotralim (87)

Patrick Boulevin

Retour d'expérience

Deux ans dans la première maison passive de Rhône-Alpes



Particulièrement au fait des problématiques de santé, de qualité de l'air et de l'impact des bâtiments sur les occupants, Sylvie et Philippe Perrin se sont intéressés à l'éco-construction bien avant d'envisager un projet. Mais lorsqu'ils décident en 2008 de réaliser une maison qui leur ressemble, c'est vers le passif qu'ils se tournent. Ils emménagent dès 2009 dans la première maison labellisée passive de la région Rhône-Alpes.

Construite entre 2008 et 2009, la maison des Perrin résiste aux froidures d'Aix-les-Bains en consommant quelques 8,5 kWh/m² de chauffage par an.



Par -10 °C l'hiver dernier, la température intérieure n'est jamais tombée sous 19/20 °C à l'intérieur.



En février 2011, un petit poêle à bûches arrive pour faire l'appoint les jours froids.

Le soleil d'hiver est une importante source de chaleur et de confort.

Lorsque, fin octobre 2011, Philippe Perrin sortit de sa maison alors que les premiers froids tombaient sur la France, il ne manqua pas d'observer les cheminées des voisins commencer à fumer. Et à chaque fois, le même plaisir en se rappelant que sa maison si confortable « ne fume pas » puisqu'elle n'a pas besoin de chauffage. D'ici quelques semaines, peut-être, lorsqu'il fera -5 °C, il allumera le poêle à bois, comme l'an passé. Mais pour l'instant, quel délice, de savoir que la maison frôle l'autonomie.

Contexte et programme

Retour trois ans plus tôt. Sylvie et Philippe Perrin disposent d'un terrain familial en centre-ville d'Aix-les-Bains pour construire une maison. Concernés au premier plan par les problématiques de pollutions – intérieure et environnementale – les maîtres d'ouvrage décident de construire sain et performant. Une évidence. À l'époque, particulièrement curieux et attentifs aux différentes solutions offertes par l'éco-construction, ils examinent toutes les possibilités en termes de matériaux : bois, paille, monomur terre cuite... Jusqu'à ce que Philippe découvre le label PassivHaus. Ce ne sont alors plus les matériaux qui priment mais la démarche

constructive visant la performance maximale. Le ton du projet est donné. La rencontre avec les architectes du cabinet Tangentes est décisive et permet de concrétiser l'idée.

Études thermiques et conception

Tangentes est particulièrement motivé à l'idée de concevoir un habitat si performant. Ce sera une première pour ces jeunes architectes et une première dans la région. La phase de conception se déroule main dans la main avec le bureau d'études thermiques Co'Energie, une association naturelle dans la démarche de Maison Passive qui vise l'efficacité énergétique : architecture et question thermique vont de pair. La démarche bioclimatique s'enrichit des recommandations techniques calculées par le logiciel dédié au passif, le PHPP. Car, si la forme a été pensée pour un maximum de compacité, l'orientation ne peut être optimale : orienté est/ouest et présentant une faible largeur, le terrain obligeait à une construction en longueur où les façades nord et sud seraient plus restreintes que les façades est et ouest. La captation solaire ne sera donc pas optimale. Le logiciel du Passivhaus donne alors des solutions de

compensation. En l'occurrence, un surcroît d'isolation.

Enveloppe et isolation

La maison offre une forme contemporaine avec une toiture plate et une forme parallélépipédique. Réalisée en ossature bois, selon les souhaits des maîtres d'ouvrage, cette ossature a toutefois été réalisée sur mesure pour accueillir entre ses montants une épaisseur d'isolant de 30 cm. Les pans de mur ont été livrés contreventés et avec leurs menuiseries. Ils ont été remplis sur site avec 30 cm de ouate de cellulose insufflée. Cette isolation a été renforcée par l'intérieur avec 4 cm de laine de bois et par l'extérieur avec 6 cm de fibre de bois rigide. L'isolation périphérique, très utilisée par la construction passive, 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. Les murs de la maison affichent un R de 9,7 m².°C/W [le Passivhaus préconise un R supérieur à 6,6]. La toiture est isolée par 40 cm de ouate de cellulose et affiche un R de 10,75 m².°C/W [6,6 préconisé]. Elle est, par ailleurs, végétalisée. Si la biodiversité et la minimisation du taux de poussière



Les murs à ossature de 30 cm d'épaisseur ont été fabriqués et montés en atelier par Etamines et livrés sur site avec leurs menuiseries. Les trous que l'on aperçoit sont les ouvertures ménagées pour l'insufflation de ouate de cellulose sur site. Ils sont ensuite bouchés et étanchéifiés.

ont motivé les Perrin, cette végétalisation apporte une bonne inertie au toit, ce qui permet d'amortir les chocs thermiques et aussi d'améliorer grandement le confort, hiver comme été. « L'hiver dernier, se souvient Philippe, alors qu'il faisait -10°C dehors et que la toiture supportait 70 cm de neige... nous avons toujours eu une température confortable et jamais nous ne sommes descendus en dessous de 19°C . »

Menuiseries

Les menuiseries, en bois, ont été sélectionnées pour leurs performances ($U_w = 0,79 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) et pour leur clair de vitrage maximisant les apports solaires. Toutes équipées de triples vitrages 4-16-4-16-4, ces menuiseries sont particulièrement isolantes ($U_g = 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) et contribuent à la bonne efficacité des parois. Elles diffèrent cependant par leur facteur solaire : les fenêtres installées sur la façade sud disposent en effet d'un facteur solaire bien supérieur (61 %) à celles qui équipent les autres façades (48 %). Ces vitrages sont par ailleurs protégés en été par des brise-soleil orientables et une pergola végétalisée au sud, évitant les phénomènes de surchauffe.

Étanchéité à l'air

Pour répondre à l'objectif d'étanchéité à l'air, les panneaux de bois intérieurs (type OSB) assument une triple fonction de contreventement de l'ossature, de pare-vapeur 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. Le contrôle, effectué pour la délivrance du certificat Maison Passive, a révélé un débit de 0,25 volume d'air par heure sous 50 Pascals.

Chauffage & ventilation

Une VMC double flux à récupération de chaleur a été prévue dès la conception. Cet équipement sert à assurer un air sain dans ce contexte particulièrement étanche, mais également il participe pleinement au bilan thermique en récupérant 90 % des calories sur l'air extrait. Dans un souci d'économies d'énergie et pour accompagner la performance des lieux, le couple fait fonctionner la plupart du temps cette VMC en régime lent. Mais une conséquence vient contredire la bonne intention : « J'ai investi dans un appareillage de contrôle de la qualité de l'air

et il arrive que nous frôlions le confinement... il est donc nécessaire de passer à un mode plus actif, même si cela est plus consommateur. » Par ailleurs, un poêle à bûches spécial Maison Passive (Vitra, 2-4 kW) a été installé en février 2011. Durant la saison froide, il n'a fonctionné que lors des pics de froids. Et la consommation estimée par Philippe pour une saison froide complète se monte à un demi stère de bois... soit 30 € à l'année.

Eau chaude sanitaire

Pour atteindre le standard passif, 4 m³ de capteurs thermiques sous vide ont été installés sur la toiture. Le bureau d'étude prévoyait une couverture d'environ 50 % des besoins pour Philippe, son épouse et leurs deux enfants. Deux ans plus tard, Philippe estime cette couverture plutôt de l'ordre des deux tiers des besoins. « Mais il est vrai, ajoute-t-il que nous faisons attention et que nous avons beaucoup réduit notre consommation d'eau, notamment d'eau chaude, avec une consommation annuelle de 79 m³. » Depuis, les Perrin ont installé une cuve de récupération des eaux de pluie qui devrait leur permettre de diviser par deux ces consommations.



Une fois les murs doublés par l'extérieur avec 6 cm de fibre de bois rigide, ils sont habillés d'un bardage.

Finitions et équipements

La qualité de l'air et son impact sur la santé... c'est le métier de Philippe Perrin qui conseille et forme les professionnels de la santé aux incidences de l'environnement sur la santé. Autant dire que pour sa maison la question serait une priorité. Les finitions ont donc été l'objet d'une attention particulière avec du carrelage au rez-de-chaussée, du linoléum naturel en étage, du Fermacell « bien moins émissif que d'autres panneaux » en cloisonnement, et des peintures basse émissivité. Pour accompagner l'efficacité énergétique de la maison, la quasi totalité des points lumineux a été pourvue de LED et les équipements électroménagers (lave-linge, réfrigérateur...) sont à très basse consommation.

Budget

Cette construction est revenue à 300 000 euros TTC, y compris les coûts de voiries et réseaux (assez importants ici), le terrassement et les équipements en plomberie et ventilation. Les propriétaires ont par contre réalisé la majeure partie des finitions eux-mêmes et, s'agissant de la

pertinence d'investissement dans des équipements supplémentaires : « Si on essaye de faire des économies d'énergie supplémentaires avec des équipements encore plus performants, les coûts explosent et leur rentabilité n'est pas évidente. »

Bilan

« Nous sommes extrêmement satisfaits... et bien au-delà de nos attentes. C'est la première fois que je me trouve dans un logement avec un tel niveau de confort. Une autre surprise que nous n'avions absolument pas envisagée, c'est le silence. Et même si en contrepartie les bruits intérieurs n'en sont que plus perceptibles, nous sommes on ne peut plus convaincus de l'intérêt de ce type de constructions. Quant à la facture d'électricité... inutile d'en parler ! Ce qui est surprenant, c'est de constater en comparaison les consommations liées à notre véhicule. Nous consommons aujourd'hui 1,5 à 2 fois plus d'énergie pour la voiture (4 500 kWh pour 9 000 km) que pour notre maison (2 747 kWh tous usages). » ■

Le projet en chiffres

Lieu : **Aix les Bains**

Surface habitable : **120 m²**

Livraison : **juillet 2009**

Architecte : **Cabinet Tangentes**

Bureau d'étude thermique : **Co'Energie**

Coût : **300 000 € TTC (VRD, terrassement, clos couvert, plomberie et ventilation + garage) hors aides et crédits d'impôts**

Besoins en chaleur

- estimés : **14 kWh/m².an**

- consommation de chauffage constatée : **8,5 kWh/m².an**

Consommation totale en énergie primaire

- estimée : **82 kWh_{EP}/m².an**

- constatée : **59 kWh_{EP}/m².an**

Étanchéité à l'air : **n50 = 0,25 Vol/h**

Labellisation : **passive**



Rhône-Alpes oblige : triple vitrage partout.

Maison passive & conception bioclimatique

Implantation, orientation, organisation, mais aussi forme, compacité... autant d'étapes essentielles pour concevoir une maison passive ou appréhender sereinement la rénovation très performante d'un logement existant.



Forme cubique, larges ouvertures au sud, pergola prochainement occupée par une plante grimpante à feuilles caduques... cette maison compacte est au standard du passif. Réalisation Val de Saône à Cluny.



Maison Passive à Bellac, réalisation Cotralim, voir fiche page 90.

Choix du terrain

Première étape dans un projet de construction, le choix du terrain est un moment-clé, car il est la base du projet. Aussi, il peut, selon ses caractéristiques, accompagner et aider à la performance ou la brider et nécessiter des efforts par ailleurs pour compenser ses lacunes. La proximité du lieu de travail pour limiter les transports, la possibilité d'utiliser les réseaux de transports ou encore la présence ou non de commerces proches sont des atouts subjectifs qu'il faudra étudier. Mais ce qui impactera réellement l'efficacité thermique de la future construction réside dans deux paramètres :

le soleil et les vents. Le mieux étant, bien sûr, de choisir une parcelle qui, du fait de sa disposition et d'éventuelles protections (reliefs, végétation...) saura à la fois profiter du soleil en étant dégagée au sud et protéger la maison des vents dominants (le plus souvent à l'ouest et au nord).

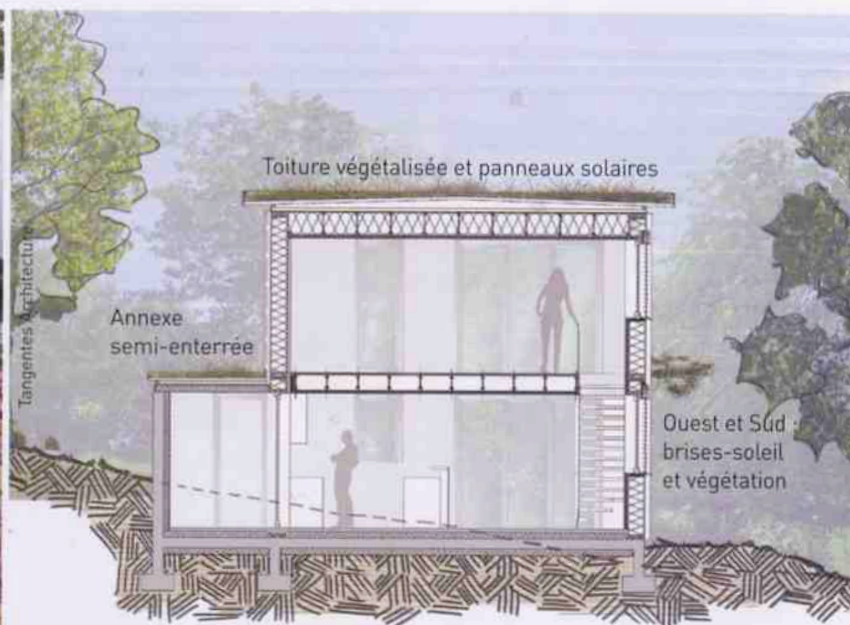
Orientation de la maison

La question de l'orientation est tout aussi intéressante pour un projet neuf que dans un contexte de rénovation ; à ceci près que dans le premier cas, on a la possibilité d'opter pour la meilleure des configurations, dans le second, on subit l'existant en tentant de l'améliorer. Comme une maison passive se chauffe en grande partie grâce aux apports

solaires passifs, il est de la plus grande importance de les favoriser, avec une façade principale qui sera idéalement plein sud et particulièrement vitrée. L'orientation Nord/Sud est donc le meilleur point de départ possible pour la maison. En retour, la façade nord fera l'objet d'une protection renforcée. Si la conception bioclimatique repose sur cette orientation optimale, il arrive que cette implantation ne soit pas possible (mauvaise orientation du terrain, masque au sud...), aussi une maison passive peut être envisagée avec une autre orientation, mais le « manque à gagner thermique » (moins d'apports solaires passifs) devra immanquablement être compensé par ailleurs, et à un coût forcément plus important.



La végétalisation de toiture permet, entre autre, d'apporter une inertie utile au confort thermique.



Vue en coupe de la première maison labellisée passive en Rhône-Alpes (reportage page 18)

Optimisation des apports solaires

L'importance de la surface vitrée en façade sud et la qualité des vitrages sont une garantie de bénéficier d'apports solaires conséquents et de diminuer d'autant les besoins en chauffage. On peut encore amplifier ces apports en chaleur gratuite en ajoutant à la maison une serre bioclimatique sur la façade sud. La surface vitrée supplémentaire et l'effet de serre joueront le rôle d'un véritable chauffage naturel. Pour un meilleur résultat, une serre bioclimatique doit être pensée dès la conception et encastrée (trois de ses murs sont ceux de la maison). De même, elle doit pouvoir être occultée et séparée du reste des pièces (cloison escamotable). Pour optimiser le confort fourni par le solaire passif, il s'agit de « thésauriser » cette chaleur à l'aide d'un ou plusieurs matériaux présentant une inertie importante. Ces matériaux à forte inertie (terre crue, terre cuite, pierre, béton...) captent la chaleur et la stockent dans leur masse pour la diffuser lentement à la manière d'un poêle de masse, par rayonnement. Ils seront posés là où le rayonnement frappe en hiver : au mur, en cloison ou au sol.

Protection contre le froid... et le chaud

Pour que les calories offertes par le soleil aux maisons ne se perdent pas, il importe de savoir les garder à l'intérieur... avec une bonne isolation et des parois opaques (toit, mur, sol) comme des parois translucides (vitrages isolants). Mais, au-delà de l'isolation, les parois d'une maison passive disposent également d'une importante inertie grâce à la pose de panneaux (fibre de bois dense, par exemple) par l'extérieur. La présence de ce matériau dense sur l'extérieur des murs permet, outre l'amélioration de la qualité globale de la barrière isolante, de ralentir les flux de chaleur en été. Avant de pénétrer à l'intérieur, la chaleur devra ainsi franchir cette barrière, plus résistante qu'un mur ou qu'un isolant. Les flux, ainsi ralentis, n'arriveront dans la maison que plusieurs heures plus tard, lorsque le pic de température sera redescendu et qu'il sera possible de sur-ventiler la maison. A l'intérieur, la présence de matériaux à inertie (voir paragraphe Optimisation des apports solaires) permet également de ralentir le réchauffement de la maison en été puisque cette chaleur sera stockée dans un sol ou dans un mur avant de réchauffer l'air intérieur. La chaleur sera diffusée plusieurs heures plus tard.

Conception : une forme compacte

La forme et plus encore la compacité sont des notions essentielles dans une démarche de performance thermique. Essentielle en architecture bioclimatique, la forme joue également un rôle important dans la conception d'une maison passive. En effet, les surfaces en contact avec l'extérieur (les murs, le toit) sont autant de lieux de déperditions thermiques possibles. De même, les décrochements et formes complexes, donnant lieu à des jonctions de parois sont autant d'occasions de faiblesses potentielles pour l'enveloppe. Aussi, plus la maison est compacte et simple, moins elle offre de surfaces ou de points de déperdition. Le facteur de compacité permet de mettre en rapport les surfaces déperditives et le volume habitable (ou la surface habitable, selon les calculs). Plus ce facteur est faible, moins la maison offre de surfaces en contact avec l'extérieur et donc, plus elle est thermiquement performante. La forme présentant le meilleur facteur de compacité est la sphère... aussi, toutes les habitations qui se rapprochent de cette forme originelle avec un dessin hémisphérique (igloo) ou polygonal (yourte) sont particulièrement efficaces. Il faut ensuite trouver le juste équilibre avec la nécessité d'une façade suffisamment ouverte au sud. ■