

UNE MAISON BIOCLIMATIQUE

à très haute performance énergétique

[Châteauvieux, Hautes-Alpes]

Document visiteur



➤ Les visites de sites 2007

Dans le cadre du programme d'animation 2007 de l'Espace Info Energie de Gap, porté par l'association ADELHA, nous vous proposons de découvrir plusieurs sites illustrant différentes façons de concilier habitat individuel et respect de l'environnement.

Pour cette visite, particulièrement adressée à tous ceux qui ont un projet de construction, nous souhaitons présenter les éléments fondamentaux de la **conception bioclimatique** à travers l'exemple de cette maison.

➤ Résumé

➤ **Lieu** : proche de Gap, à 725 m d'altitude, terrain orienté Sud-Ouest.

➤ **Date** : construction de mai 2004 à mars 2005

➤ **Architecte** : Romuald MARLIN (Sigoyer)

➤ **Entreprises** :

Charpente et ossature Ent. GARCIN (Sisteron),
Menuiseries Ent. FAURE (L'Argentière la Bessée),
Solaire thermique Ent. AILLAUD (Gap),
Poêle à granulés Ent. GRIMARD (Gap),
Photovoltaïque Ent. IMERYYS (Limonest) et PHOTOWATT (Bourguoin Jallieu)
et une bonne part d'auto-construction.

➤ **Surfaces** : habitable 137 m², toiture 175 m², terrain 1600 m².

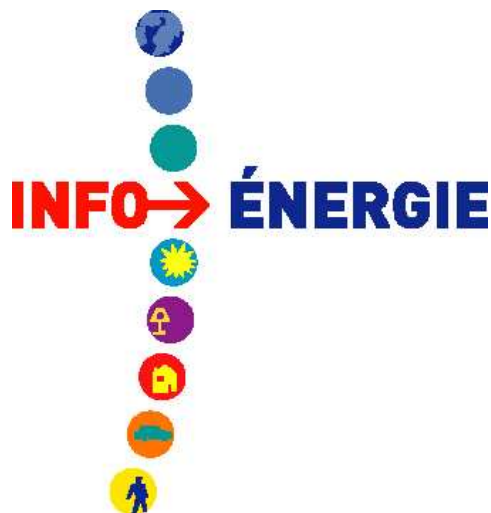
➤ **Système constructif** : maison ossature bois structure poteau-poutres (douglas et mélèze), conception bioclimatique (disposition des volumes, solaire passif, intégration paysagère,...), priorité aux matériaux naturels.

➤ **Consommation d'énergie de chauffage** : 25 kWh/m²/an

➤ **Coût de la construction** : environ 1500 €/m²

➤ **Equipements** :

- Puits canadien : 2 tuyaux en polyéthylène de 160 mm, longueur 30 m.
- Poêle à granulés : puissance 2,3 – 11 kW.
- Chauffe-eau solaire : 5 m² de panneaux et ballon de 300 l.
- Tuiles photovoltaïques : 10 m², puissance 1kWc raccordé au réseau.
- Récupération d'eau de pluie : 2 cuves enterrées, volume total 15 m³.



➤ Espace Info Energie, Gap :

Pour trouver des réponses
à vos questions
sur les économies d'énergies
et les énergies renouvelables

☒ 2 avenue Lesdiguières
05000 GAP

☎ : 04 92 56 01 78

☎ : 04 92 56 03 00

✉ : eie05-gap@ras.eu.org

➤ Une réflexion globale pour un projet unique

Cette construction est le résultat d'une conception globale bioclimatique, considérant la maison et ses occupants comme des éléments interagissant avec leur environnement. Il est donc nécessaire de connaître l'environnement du projet (course du soleil, vents dominants, températures, sous-sol,...) et le « projet de vie » de ses occupants pour concevoir ce type de maison. C'est aussi pourquoi elle est unique.

La volonté était de parvenir à une maison écologique à très haute performance énergétique. Ces deux objectifs sont différents (on peut construire une maison très énergivore avec des matériaux naturels ou une maison passive avec des matériaux polluants). Pour la performance énergétique, l'approche bioclimatique permet de profiter des atouts naturels tout en se protégeant des désavantages (vents, humidité,...). La réflexion est donc menée selon deux scénarii : été et hiver. Pour l'aspect écologique, la priorité est donnée aux matériaux naturels. Enfin, rappelons qu'une construction, quelle qu'elle soit, reste une somme de choix techniques liés à de nombreux facteurs. Il est donc important de saisir le projet dans sa globalité. Les différentes techniques et équipements présentés ici sont intéressants car ils sont cohérents avec le projet global.

➤ Implantation

Tournée vers le sud. Profitant de l'orientation sud/sud-ouest du terrain, la maison tourne résolument le dos au nord et se trouve ainsi en position idéale pour exploiter au mieux un élément indispensable : le soleil.

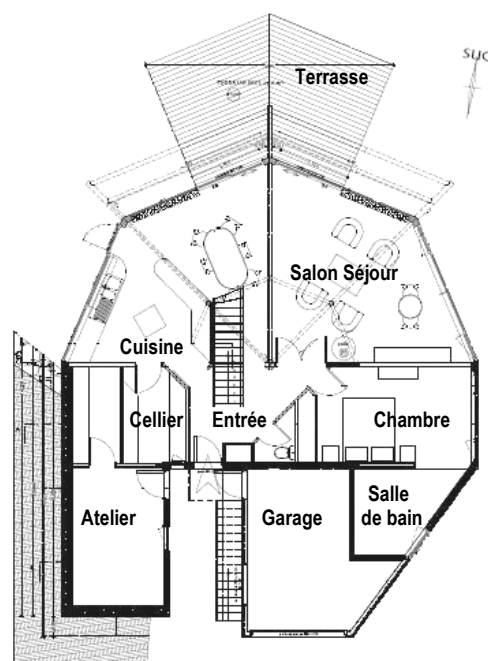
A moitié enterrée. Le terrain étant naturellement en pente, la face nord de la maison est appuyée contre la terre. L'intérêt est double : moins de parois offertes aux vents dominants et plus d'inertie thermique grâce à la masse de terre adossée.

➤ Disposition des volumes

Compacte. La forme générale de la maison est volontairement compacte pour optimiser son efficacité thermique. En effet, pour limiter les déperditions de chaleur, l'enveloppe de la maison doit avoir un minimum de parois extérieures. Ainsi, sa forme proche d'une demi-sphère est un schéma économe.

Des espaces tampons au nord. Des pièces de vies au sud. Les espaces situés au nord ne bénéficient pas d'ensoleillement direct et sont donc naturellement froids. A l'inverse, les pièces situées au sud seront naturellement plus chaudes et plus lumineuses. Ainsi, pour limiter les besoins de chauffage et de lumière, et améliorer le confort des occupants, les pièces situées au nord seront considérées comme tampon : on retrouve donc le garage, l'atelier, le cellier qui ne seront pas chauffés, tandis qu'au sud seront placées le salon, les chambres, la cuisine.

Une entrée protégée. L'arrivée d'air froid par la porte d'entrée est souvent une source importante d'inconfort et de déperdition de chaleur, surtout lorsqu'un vent fort souffle. Ici, l'entrée de la maison, orientée au nord, est protégée par un large renfoncement qui crée également un petit espace privé et intime entièrement en bois.



➤ Solaire passif : scénarii hiver et été

Les baies vitrées. La conception de la maison est largement basée sur l'exploitation naturelle du rayonnement solaire comme source de lumière et de chaleur. À ce titre, les baies vitrées orientées plein sud sont les plus efficaces des capteurs solaires. L'ensemble de la face sud est conçu de façon à laisser pénétrer les rayons du soleil le plus loin possible à l'intérieur en hiver mais en les empêchant de rentrer l'été. Ces ouvertures apportent l'essentiel des calories pour le chauffage de la maison. Cette utilisation de l'énergie solaire est dite « passive » puisqu'elle ne nécessite pas de système complexe de transformation de l'énergie comme avec le solaire thermique.

Les murs capteurs. Si les baies vitrées assurent une bonne partie du chauffage pendant la journée, les murs capteurs eux permettent de conserver un peu de chaleur pour le soir et la nuit grâce à leur capacité de stockage de la chaleur. Composés d'un double vitrage à faible émissivité, d'une lame d'air de 3 cm et d'un mur de 30 cm d'épaisseur (agglos remplis de béton de chaux) teinté de couleur sombre, ils sont denses et lourds et, par conséquent, inertiques. Ils restituent la chaleur emmagasinée pendant la journée environ 5 heures plus tard, le soir (déphasage).

Les brises soleil. La végétation. Pour le scénario d'été, l'objectif n'est pas de récupérer des calories mais bien de se protéger du soleil plus haut dans le ciel. Ainsi, des protections solaires sont soigneusement installées pour limiter les surchauffes. Ces avancées surplombant les fenêtres, les brises soleil, seront peu à peu recouverts par une végétation grimpante à feuilles caduques, remplacée en attendant par de simples canisses posées manuellement.



➔ Ventilation

Étanchéité à l'air. Une maison doit nécessairement être ventilée pour assurer la salubrité de l'air intérieur. Cependant, une ventilation mal maîtrisée est généralement l'une des principales causes de déperdition de chaleur. D'autant que, dans bien des cas, la ventilation des maisons est excessive. La première étape consiste donc à assurer l'étanchéité de l'enveloppe de la maison pour limiter les entrées et sorties d'air non contrôlées.

Ventilation générale. Le puits canadien passif. Dans cette maison, la circulation de l'air est contrôlée et assurée « passivement » par un bon dimensionnement des conduits. Dans d'autres cas, on pourra assurer cette circulation par l'installation d'une VMC, (ventilation mécanique contrôlée). L'air qui entre dans la maison est, lui, capté à l'extrémité d'un double tuyau en polyuréthane enterré à 1,80 m de profondeur, là où le sol est en permanence entre 12 et 14°C (grâce à l'inertie du sol, voir plus loin). L'air parcourant une longueur de 30 m peut ainsi se préchauffer l'hiver avant d'être distribué dans la maison à différents endroits. On appelle également ce système « puits provençal » car on utilisait cette technique pour « pré-rafraîchir » l'air entrant en été. La ventilation basse apporte alors un air frais à 12° et la ventilation haute assure naturellement l'extraction de l'air.



➔ Isolation et inertie thermique

Isolation des parois opaques. L'isolation de l'enveloppe du bâtiment est un point essentiel pour assurer sa performance énergétique. Dans le cas de cette maison, l'isolation des murs (sauf les murs capteurs) est assurée par 14 cm de laine de cellulose et une plaque rigide de 3,5 cm de fibre de bois. Cette combinaison d'isolants écologiques permet d'atteindre une résistance thermique (R) moyenne de 3,5 m².K/W. La toiture est isolée de la même manière mais avec une épaisseur de 30 cm de laine de cellulose et une plaque rigide de fibre de bois de 3,5 cm permettant d'atteindre une résistance thermique de 6,5. Le plancher est également isolé par une dizaine de centimètres de polystyrène, cette solution est plutôt conventionnelle mais il existe peu d'alternatives à coût équivalent.

Ainsi, toutes les parois opaques sont très isolées et, grâce aux propriétés des matériaux utilisés, elles sont également respirantes (l'humidité intérieure est régulée naturellement par les parois) et denses (les variations de températures intérieures sont régulées naturellement par les parois, voir plus loin).

Isolation des parois vitrées. Toutes les vitres, naturellement sources de pertes de chaleur, ont été choisies pour leur efficacité sur ce point. Il s'agit de doubles vitrages à faible émissivité séparés par une lame d'argon. Les menuiseries ont été réalisées sur mesure. Ainsi, chaque vitre assure une conductivité thermique (U) de l'ordre de 1,1 W/m².K. L'efficacité thermique aurait pu être améliorée par l'utilisation de triples vitrages, mais le prix et la disponibilité de ces fenêtres sont encore un frein majeur.

Traitement des ponts thermiques. Pour que l'enveloppe soit bien isolée, il ne doit pas y avoir de rupture dans l'isolation. Par exemple à l'intersection de deux murs, ou d'un mur et d'un plancher. On appelle cette rupture d'isolation un « pont thermique ». Pour atteindre un bon niveau de performance énergétique, une attention particulière doit être apportée à ce point. Ici, chaque pont thermique a été traité de manière à assurer la continuité de l'isolation.

Inertie thermique des masses. Le confort thermique des occupants n'est pas uniquement une question de température de l'air ambiant. La température des murs est un facteur déterminant. On parle alors de « parois froides » ou « parois chaudes ». L'amplitude des variations de température à l'intérieur de l'habitat est également un facteur important.

Pour limiter l'inconfort résultant de ces deux phénomènes, une solution simple consiste à associer isolation et inertie thermique. L'inertie est la faculté d'un matériau à emmagasiner de la chaleur puis à la restituer lentement quelques heures plus tard. Un matériau inertielle a donc la propriété de mettre longtemps à se réchauffer et longtemps à se refroidir aussi. Pour avoir cette propriété, le matériau sera nécessairement lourd, dense. Les exemples où l'inertie thermique joue un rôle sont nombreux : la dalle située au pied des baies vitrées est volontairement épaisse et dense pour stocker la chaleur du rayonnement solaire et la restituer pendant la nuit, le même phénomène est volontairement provoqué par les murs capteurs, la partie nord de la maison exploite l'inertie de la masse de terre à laquelle elle est adossée pour éviter de se refroidir brutalement... Cependant, rappelons que l'inertie ne fait pas l'isolation mais que les deux sont nécessaires.

➔ Paroles d'architecte

« Il y a beaucoup de produits "consommables" autour de nous qui atténuent énormément notre instinct et "bon sens". Les "standards" des maisons "conventionnelles" "néorégionalistes" ont sédentarisés nos besoins et donner au bien être, plus une image qu'une réalité. Cherchons à habiter l'espace plutôt que le consommer. L'architecture bioclimatique est un moyen de nous reconnecter avec nous même et notre environnement, en composant avec les éléments et non contre eux (climat, matériaux...).

C'est une grande ressource d'économie d'énergie mais aussi de bonheur. »

➤ Des équipements complémentaires



➤ Le poêle à granulés.

Placé dans la pièce principale, le poêle à granulés, d'une puissance de 2,3 à 11 kW, assure un appoint de chauffage agréable et écologique. Grâce à un stockage interne d'environ 30 kg de granulés et une alimentation automatique, le poêle intègre une fonction régulation avec un thermostat intégré. L'équipement fonctionne en autonomie de 1,5 à 4 jours selon la puissance demandée. L'efficacité thermique de la maison permet de consommer environ 50 sacs de 15 kg de granulés par an seulement.

Coût de l'installation environ 4 000 €.

➤ Le chauffe-eau solaire.

5 m² de capteurs plans sont reliés à un ballon de stockage de 300 litres. Orientés plein sud, posés au sol et inclinés à 45°, ils produisent jusqu'à 350 kWh/m² par an, ce qui permet de satisfaire environ 80% des besoins annuels en eau chaude sanitaire. Le complément d'énergie nécessaire est assuré par un petit chauffe-eau à gaz en bouteille de 35 kg (propane).

Coût de l'installation environ 5 000€.



➤ L'installation photovoltaïque.

10 m² de tuiles photovoltaïques sont posées sur la partie du toit orientée plein sud. La puissance totale de l'installation est de 1kWc et assure une production de 1300 kWh électriques par an. Le courant issu de l'installation passe d'abord par un onduleur pour être ensuite totalement injecté sur le réseau général de distribution EDF qui l'achète à 15 c€/kWh. La consommation d'électricité à l'intérieur de la maison est réduite au minimum (2000kWh/an) grâce à des choix économes (pas de chauffage, ni d'eau chaude, ni de cuisson électriques). Ainsi environ 80% des besoins annuels en électricité sont satisfaits.

Coût de l'installation environ 10 000€ (subventionné à 80%).

➤ La récupération d'eau de pluie.

2 cuves enterrées de 7,5 m³ en béton assure le stockage de l'eau de pluie récupérée sur les 175 m² de toiture. Un bac de décantation est la première étape du traitement de l'eau. Ensuite une petite pompe achemine l'eau dans la maison où elle est filtrée (filtre 20µm) pour alimenter le circuit d'eau courante (WC, salle de bain,...) puis un deuxième filtre à charbon actif de 0,5µm permet d'assurer la potabilisation de l'eau alors disponible au robinet de la cuisine. L'installation permet de satisfaire tous les besoins, grâce à un comportement économe.

Coût de l'installation environ 10 000€.



➤ Pour en savoir plus...

Bibliographie.

- **Le guide de l'énergie solaire passive**, de Edward Mazria, éditions Parenthèses.
- **Soleil, nature, architecture**, de David Wright, éditions Parenthèses.
- **Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques**, d'Alain Liébard et André De Herde, Editions Observ'ER.
- **La maison des Inégalwatts**, de Thierry Salomon et Stéphane Bedel, Editions Terre Vivante.
- **La conception bioclimatique**, de Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, éditions Terre Vivante.
- **Fraîcheur sans clim'**, de Thierry Salomon, éditions Terre Vivante.

Revue.

- **La maison écologique**, bimestriel consacré aux techniques et à l'actualité de l'éco construction.
- **Systèmes solaires**, bimestriel consacré aux énergies renouvelables.

Sur le web.

- www.cler.org Le site du Comité de Liaison Energies Renouvelables.
- www.institut-solaire.com Le site de l'Institut National de l'Energie Solaire, de nombreux outils techniques en ligne.
- www.cr3e.com Constructions Respectueuses de l'Environnement et Economes en Energie, des infos pratiques, des échanges.
- www.ademe.fr Le site de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.
- www.minergie.ch Le site du label suisse pour maison passive.
- www.passiv.de Le site du label allemand (PassivHaus) pour maison passive.

L'Espace Info>Energie de Gap dispose d'une documentation librement consultable sur place.

Fiche réalisée par l'Espace Info Energie de Gap, janvier 2007.

Avec l'aimable autorisation des propriétaires, et la participation de Romuald Marlin, architecte DPLG.

L'Espace Info Energie de Gap est géré par ADELHA, fédération départementale de la Ligue de l'Enseignement des Hautes-Alpes.

Avec le soutien de l'ADEME, de la ville de Gap, du Conseil Général 05, de la région PACA et du FEDER.

Photos © ADELHA et LEPAVEC, Plans et illustrations © Romuald MARLIN.