



# Maisons solaires

Vers une nouvelle architecture ?

Le succès d'Europe Écologie aux élections européennes atteste de la sensibilité des Français aux problématiques environnementales. L'inquiétude face à la dégradation du climat se traduit aussi par des changements de comportement soutenus par des incitations fiscales et des subventions, sans doute encore insuffisants. Aujourd'hui, économies d'énergie et recours aux énergies alternatives dans l'habitat se développent rapidement. Première des énergies gratuites et renouvelables, le soleil dans la maison est plus qu'une technologie, c'est aussi une intelligence.

Dossier réalisé par Elisabeth Károlyi et Éric Justman



Ci-contre et ci-dessous : Les architectes américains de l'agence Taalman Koch ont réalisé une maison entièrement préfabriquée dans le paysage aride de Californie. Des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques viennent compléter la conception bioclimatique de l'édifice.

Double-page précédente : L'architecte italien Mario Cucinella a imaginé des maisons groupées de 100 mètres carrés chacune qui, contrairement aux apparences, ne coûteraient pas plus de... 100 000 euros ! Pompes à chaleur, éoliennes et panneaux photovoltaïques sont autant d'équipements qui en font des maisons à énergie positive et qui permettent de rentabiliser l'investissement de départ. L'Italie est le seul autre pays européen proposant un tarif d'achat de l'électricité produite plus élevé quand les installations sont bien intégrées à l'architecture.

# Intégration et architecture



La question de l'intégration à l'architecture est primordiale. Il ne s'agit pas de cacher les panneaux mais plutôt qu'ils deviennent des éléments d'architecture, au même titre que des fenêtres par exemple. Les possibilités sont nombreuses, mais les conditions d'attribution des aides financières tendent à limiter la créativité.

## L'esthétique en question

## Cruciale orientation

Une maison solaire, c'est d'abord une maison qui fait corps avec son environnement et dont l'orientation prend en compte les vents dominants et les apports gratuits du soleil en hiver, en se protégeant de son rayonnement excessif en été. C'est aussi une maison qui va dépenser peu d'énergie notamment parce qu'elle est bien isolée.

## Entre conception passive et intégration active des énergies

Il va de soi que l'orientation dépend de différents facteurs, en particulier de celle de la parcelle elle-même vis-à-vis de la rue. Idéalement, on trouvera côté sud les pièces de vie, avec de grandes baies qui permettront de gagner 30 % d'énergie gratuite. Côté nord, trouveront plutôt leur place l'entrée, la cuisine et les pièces d'eau, avec peu d'ouvertures vitrées. Généralement, on considère qu'il faut limiter les baies vitrées à 17 % de l'enveloppe de la maison parce qu'une fenêtre munie d'un double vitrage est toujours moins performante qu'un mur bien isolé. Mais attention à ne pas devenir ayatollah ! On peut également, côté nord, munir les fenêtres d'un triple vitrage isolant, limitant ainsi les déperditions d'énergie. Il faut aussi considérer le confort d'été : un arbre feuillu ou un débord de toiture suffira à ombrager les baies exposées en été, notamment côté ouest.

Ultime apport de la maison écologique, les capteurs solaires photovoltaïques ou thermiques constituent alors le complément « actif » de la maison. Leur mise en place n'a de sens qu'une fois les principes du solaire passif respectés, l'objectif à l'échelle individuelle comme à l'échelle planétaire n'étant pas de produire plus d'énergie mais d'en consommer moins. La sensibilisation aux bouleversements climatiques associée à des incitations fiscales et financières pour l'installation de panneaux solaires incite de plus en plus de Français à s'équiper. Selon Alain Liébard, président de l'association Observ'ER qui organise le concours « Habitat solaire, habitat d'aujourd'hui », les clients à la maison solaire, des jeunes couples aux jeunes retraités, cherchent à « afficher leur citoyenneté en tant qu'habitants de la terre ». Ils veulent montrer l'exemple, témoigner de leurs convictions au sein de leur quartier.



© JINDRE PROFIL

### ► Pour le thermique

Les panneaux thermiques, noirs et opaques, permettent de produire de l'eau chaude pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire. Leurs capteurs doivent avoir une inclinaison de l'ordre de 45° : ils peuvent donc s'intégrer assez bien à des toits en pente. Pour les toits plats, il est préférable d'avoir recours à des panneaux munis de tubes orientables. Velux® par exemple propose des dimensions et une installation identiques à celles des châssis de toit. Il devient alors plus aisé de créer un ensemble en toiture. Pour mémoire, c'est la proposition qu'Architectures à vivre a développée dans la maison *Construisons demain*, actuellement exposée au Futuroscope.

Cependant, les panneaux thermiques ne nécessitent pas d'être posés directement sur le bâti. Par exemple, l'architecte Frédéric Nicolas prend le parti de « les intégrer au sol dans des aménagements paysagers. Cela facilite leur pose, leur entretien et les rend moins visibles ».

### ► Pour le photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques, opaques ou translucides, aujourd'hui généralement de couleur bleue, servent à produire de l'électricité.

En ce qui les concerne, la possibilité de les placer à l'écart du bâtiment est moins intéressante car il existe un enjeu économique supplémentaire : le tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque est particulièrement attractif si les modules solaires sont « intégrés à l'architecture ». En revanche, les possibilités sont plus

nombreuses : si les panneaux sont translucides, comme le proposent certains fabricants comme BP Solar, ils peuvent constituer de jolis brise-soleil. Ils peuvent aussi être posés verticalement en façade, sur des toits plats ou en pente. Dans la pratique, 99 % des maisons individuelles équipées de panneaux solaires photovoltaïques ont choisi cependant de les intégrer en toiture, un endroit idéal puisque les chances sont grandes que l'un de ses pans soit plus ou moins orienté sud, que la surface disponible soit suffisamment importante et que l'intégration architecturale ne soit pas contestable par les Directions régionales de l'industrie de la recherche et de l'environnement (DRIRE). Car ce sont les DRIRE qui ont les pleins pouvoirs pour en juger. Des directives précises à ce sujet devraient prochainement être énoncées, beaucoup de contestations se faisant jour.

Il faut pourtant encourager toutes les solutions possibles si l'on veut pouvoir parler d'« architecture du solaire actif ». Les progrès technologiques à venir (amélioration des rendements, simplification des systèmes d'installation, développement des « couches minces », etc.) offriront davantage de souplesse d'utilisation.

« Ce que visent les pouvoirs publics en proposant un tarif d'achat très intéressant pour les installations photovoltaïques bien intégrées à l'architecture, c'est de favoriser la qualité architecturale. Cela part d'un raisonnement simple : les surfaces minérales qui reçoivent du soleil doivent être équipées en priorité, avant les terrains agricoles ou non construits. Cela suppose que les modules viennent se rajouter aux constructions existantes, alors autant que cela soit bien fait et puisse donner naissance à une nouvelle architecture ! », justifie Alain Liébard.

Projet de maison passive à Bessancourt (Val-d'Oise), par les architectes Milena Karanesheva et Mischa Witzmann de l'agence Karawitz. Entièrement bardée de mélèze non traité, des façades jusqu'au toit, elle est idéalement conçue et orientée pour faciliter l'intégration de panneaux solaires.



© BP SOLAR

# Eau chaude ou électricité : pourquoi pas les deux ?

Les panneaux thermiques et photovoltaïques sont complémentaires pour disposer d'énergie gratuite. Mais alors que les premiers permettent une consommation sur place d'eau chaude sanitaire ou de chauffage, la logique économique incite à revendre à EDF l'électricité qui provient des panneaux photovoltaïques.



Cette maison en bois imaginée par les architectes de l'agence Antonini + Darmon est une proposition qui entre dans le cadre du concours « Maison bas carbone » organisé par EDF. Une excroissance de toiture à deux pans, à l'arrière de la toiture terrasse, permet l'intégration de panneaux thermiques et photovoltaïques.



Rare exemple d'intégration de panneaux solaires : pour réhabiliter et agrandir une maison des années 1960, l'architecte David Jouquand a tout d'abord limité la gamme des matériaux utilisés (bois, zinc) afin de rendre l'ensemble cohérent d'un point de vue esthétique. L'extension est surmontée d'un petit édicule en zinc spécialement dessiné pour intégrer des panneaux solaires.

## ► Les avantages du panneau thermique

Nos besoins de chauffage sont importants en hiver, c'est-à-dire lorsque le rayonnement solaire est limité. C'est pourquoi, sauf dans les régions très ensoleillées, le chauffage solaire ne se développe que lentement, concurrencé par d'autres systèmes peu énergivores et moins onéreux comme la géothermie, ou plus traditionnels comme la chaudière à condensation à gaz. D'autant qu'un chauffage solaire nécessite une installation importante, de l'ordre de 1 mètre carré pour 10 mètres carrés habitables. Pour l'eau chaude sanitaire, la problématique est différente. Tout au long

de l'année, nos besoins sont constants et il est possible, grâce aux panneaux thermiques, de bénéficier dans toutes les régions de France d'eau chaude sanitaire gratuite et en abondance de mars à novembre. L'installation nécessite seulement 1 mètre carré par habitant, donc 4 à 6 mètres carrés pour une maison. Et un ballon de 300 à 500 litres permet de stocker l'eau chaude plusieurs jours. Un complément électrique ou gaz est nécessaire, notamment pour la période hivernale.

## Coût et autorisations

Le coût d'une installation d'un chauffe-eau solaire, pose comprise, est de l'ordre de 7 000 euros. Mais il faut savoir que les subventions et crédits d'impôt permettent de réduire cet investissement de 40%. Par ailleurs, si, comme les panneaux photovoltaïques, les panneaux thermiques sont soumis au permis de construire, une bonne nouvelle a figuré parmi les propositions de loi du Grenelle 2 : l'obligation, pour les autorités délivrant les permis, d'approuver l'installation de systèmes d'énergie renouvelable sur les bâtiments (sauf secteurs sauvegardés). Rappelons ce détail intéressant pour qui souhaite s'affranchir de la disposition oblique des panneaux thermiques : ceux utilisant des capteurs sous vide peuvent être placés à l'horizontale ou à la verticale. Revers du décor : ils sont alors plus chers. De même, la climatisation solaire fait peu à peu son entrée sur le marché, entre autres par le biais du fabricant suédois ClimateWell, mais reste aussi très onéreuse.

## ► Les avantages du panneau photovoltaïque

Si vous occupez une maison isolée, non raccordée au réseau d'électricité, vous pouvez envisager l'installation de panneaux photovoltaïques. Quelques panneaux dont la production est de l'ordre de 100 W/m<sup>2</sup> vous permettront de bénéficier de l'éclairage électrique, de faire fonctionner un réfrigérateur ou un ordinateur – l'utilisation d'équipements comme des fours électriques ou des machines à laver est

en revanche trop dispendieuse en énergie pour être envisagée.

L'inclinaison des panneaux dépend de la latitude : plus l'on est au sud, plus ils peuvent se rapprocher de l'horizontale. En France, du nord au sud, l'inclinaison optimale varie de 15 à 45°. Contrairement au solaire thermique, la perte de rendement pour des panneaux inclinés différemment reste relativement faible. C'est d'ailleurs pourquoi certains architectes les disposent verticalement.

## Coût et avantages

Dans la plupart des installations raccordée au réseau, l'électricité produite sera vendue à EDF (60 centimes d'euros le kilowatt-heure, à condition que les panneaux soient « intégrés » selon les critères de la DRIRE) – à qui sera rachetée celle consommée (11 centimes). Les particuliers reçoivent donc deux factures : celle habituelle concernant leur consommation, et une autre de vente d'électricité, les installations étant équipées d'un compteur affichant la quantité d'électricité produite. Le coût moyen d'un matériel français est de l'ordre 800 euros/m<sup>2</sup> HT. La production d'électricité étant fiscalement moins avantageuse au delà de 3 kW/h,

l'installation est presque toujours inférieure à 30 mètres carrés de modules. Le total de la facture s'élève donc à environ 24 000 euros HT pour l'équipement d'une maison. Déduit le crédit d'impôt, l'investissement est réduit déjà à 15 000. La revente d'électricité peut ensuite atteindre facilement 2 000 euros par an. Crédit d'impôt et tarifs actuels – protégés par un contrat de vingt ans, le tarif d'achat par EDF sera revu à la baisse à partir de 2012 – assurent ainsi un retour sur investissement au bout de dix à quinze ans. Certaines sociétés comme Solaire Direct proposent d'ailleurs des systèmes de financement très originaux avec un apport financier réduit au crédit d'impôt, et une revente d'électricité assurant non seulement le financement de l'installation sur vingt ans mais également des revenus. Comme pour les panneaux thermiques, pour éviter toute perte de rendement, il faut penser à procéder à un nettoyage régulier des panneaux photovoltaïques : trois à quatre fois par an, en fonction de leur encrassement. Un dysfonctionnement électrique ponctuel pouvant rapidement se propager sur l'ensemble du système, il est indispensable de le faire réparer aussitôt.

## Tableau comparatif pratique

	Panneaux thermiques	Panneaux photovoltaïques
Pour quelle utilisation ?	Chauffage ou au chaude sanitaire	Production d'électricité
Dimensionnement	Pour l'eau chaude sanitaire : 1 m <sup>2</sup> par habitant Pour le chauffage, 1 m <sup>2</sup> pour 10 m <sup>2</sup> habitables	Environ 100 W/m <sup>2</sup> . peu d'intérêt pour les installations inférieures à 30 m <sup>2</sup> dans le cadre d'une revente de l'électricité
Crédit d'impôts	Sur 50% du matériel seul, à l'exclusion de la main-d'œuvre, dans la limite de : 8 000 pour une personne seule, 16 000 pour un couple, + 400 supplémentaire par enfant à charge	
Autres incitations fiscales	TVA à 5,5%, si votre résidence est achevée depuis plus de deux ans. Autres aides selon les départements et régions.	
Utilisation	Sur place	Généralement, la revente à EDF est d'environ 60 centimes d'euro/kWh si l'installation est jugée « intégrée » par la DRIRE.
Inclinaison optimum par rapport à l'horizontale	Environ 45°	30°
Durée de vie	De 20 à 30 ans*	

\* Selon René Desserière, directeur de la communication chez Photowatt, au bout de cette période, la performance sera au moins égale à 80% de celle initialement constatée.

## Ce qu'il faudrait changer d'ici 2020

Les incitations fiscales et le rachat d'électricité à un prix préférentiel ont permis un décollage des installations solaires depuis deux ans. Néanmoins il convient d'accélérer le mouvement pour respecter les engagements qu'a pris la France, c'est-à-dire atteindre l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie en 2020.

À côté des centrales solaires que Jean-Louis Borloo veut implanter dans chaque région, le solaire « domestique » a toute sa place. Or, l'évaluation de l'intégration par la *DRIRE*, qui a pour effet d'accorder ou non une prime au rachat d'électricité, sur une base purement réglementaire, est un obstacle véritable à l'émergence d'une culture de la maison solaire et dissuade nombre d'architectes et leurs clients d'aller dans ce sens. Ce sont les services chargés d'instruire le permis de construire qui devraient émettre un avis (avec la consultation éventuelle des *CAUE*) sur l'intégration architecturale et non la *DRIRE* ; l'appréciation d'une architecture ne pouvant être réduite à l'application d'une réglementation.

La puissance maximale de 3 kilowatts pour que l'installation soit éligible au tarif de rachat bonifié rend difficile l'émergence de productions décentralisées d'électricité, comme si l'État avait voulu éviter la naissance de petits producteurs. Par ailleurs, compte tenu des déperditions liées au transport de l'électricité, ne devrait-on pas

avoir une approche différenciée, selon que l'on est implanté près ou loin d'une centrale électrique existante ? Dans les départements déficitaires en production d'électricité, ne doit-on pas « forcer » le mouvement en ayant des conditions tarifaires de rachat plus avantageuses qu'ailleurs ?

**Plus de cinquante villes en Espagne ont rendu obligatoire la pose de panneaux pour l'eau chaude sanitaire lors d'un dépôt de permis de construire. Pourquoi, au moins dans certaines régions de France bien ensoleillées, ne pas mettre en place ce type d'obligation ?**

La filière doit prendre aussi le pas : formation des installateurs et information des particuliers (il existe 161 espaces Info-énergie dans toute la France) restent les priorités du moment, de même que la simplification et l'accélération des démarches administratives promises par le ministre de l'Écologie, pour faire raccorder son installation à EDF et passer d'un délai de un an aujourd'hui à deux mois.

Ci-dessus : *Grow* (« croissance »), c'est le nom du prototype de « pierre solaire » imaginé par les designers new-yorkais Samuel et Teresita Cochran de l'agence *SMIT*. L'idée ? Recouvrir les façades de capteurs photovoltaïques intégrés dans des modules en forme de feuilles... qui onduleraient au gré du vent (qui lui-même apporte de l'énergie !). Une drôle de plante grimpante dévoilée au MoMa de New York en 2008, dans le cadre de l'exposition « Design and the Elastic Mind » et qui devrait bientôt trouver le chemin de la commercialisation.



### Pour en savoir plus

Voici les organismes susceptibles de vous aider :

- votre conseil régional ;
- votre Conseil général : [www.conseil-general.com](http://www.conseil-general.com) ;
- l'Agence nationale d'amélioration de l'habitat (Anah) : [www.anah.fr](http://www.anah.fr) ;
- l'Agence de l'environnement et de la maîtrise des énergies (Ademe) par le biais de ses espaces Info-énergies : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr).

Voir carnet d'adresses p. 152

Cet immeuble de 1926 situé dans le 15<sup>e</sup> arrondissement a été entièrement restructuré par les architectes de l'agence Équateur. Abrisant aujourd'hui une résidence étudiante, du logement social et un local d'activité, c'est un exemple de réhabilitation durable. Une structure bois en toiture facilite l'intégration de panneaux solaires, démarche pas toujours aisée dans le paysage hétéroclite et protégé de Paris.