



## *Capteurs solaires photovoltaïques; l'investissement en vaut-il la peine?*

12 février 2009



Cellules photovoltaïques polycristallines exposées lors du salon romand consacré aux énergies renouvelables: Energissima.

L'article du PIC-VERT n°79 de décembre 2007 consacré à une crise énergétique en devenir, relativisait cette perspective en avertissant que « notre société n'était pas non plus à l'abri d'une crise économique majeure » Celle-ci s'étant en partie produite, le spectre d'une véritable crise énergétique s'éloigne à cause du ralentissement de la demande mondiale. Cependant, si l'on regarde l'augmentation du prix de l'énergie de ces 10 dernières années, hors bulle spéculative, on peut supposer que celui-ci double dans les 10 années avenir.

**Les cellules photovoltaïques :** Après avoir stagné près de 20 ans, l'industrie du photovoltaïque vit actuellement un essor économique sans précédent. Les constructeurs se sont lancés dans la course aux capteurs souples dont le marché promet d'être porteur. Les concepteurs nous annoncent dans les deux ans à venir la production de panneaux deux fois plus performants et 2 fois moins chers. Quand tel sera le cas, la volonté de couvrir un toit de tuiles de terre cuite deviendra un choix esthétique et non rationnel.

Ces dernières années en Suisse, notre consommation d'électricité a encore augmenté de quelques pour cents. Ce surcroît de consommation d'électricité n'est pas compensé par de l'électricité solaire mais par une augmentation du volume acheté à nos voisins directs: la France et l'Allemagne. La nature de ce courant provient pour les uns des centrales nucléaires et pour les autres de centrales à charbon. Heureusement, on peut se donner une bonne conscience en achetant du courant vert! Malheureusement, il s'agit d'un marché fermé et si on achète du courant produit par de l'éolien ou du photovoltaïque, on ne fait que de le « piquer » à quelqu'un d'autre, et l'on n'augmente en rien la part de renouvelable de notre production. La part du courant photovoltaïque allemand correspond à ~0.5% du total, soit une miette médiatique très visible par rapport à la réalité charbonneuse et silencieuse.

Si l'on considère cette fois la part de l'énergie grise en fonction du type de production, l'on découvre encore quelques surprises. On nous l'a assez répété: 60% de notre courant provient des barrages, le reste c'est du nucléaire suisse ou étranger. Inutile de mentionner les dixièmes de % provenant des énergies renouvelables. L'énergie qui coûte le plus cher, c'est le nucléaire. Pour 1kWh utilisé, 3.5kWh

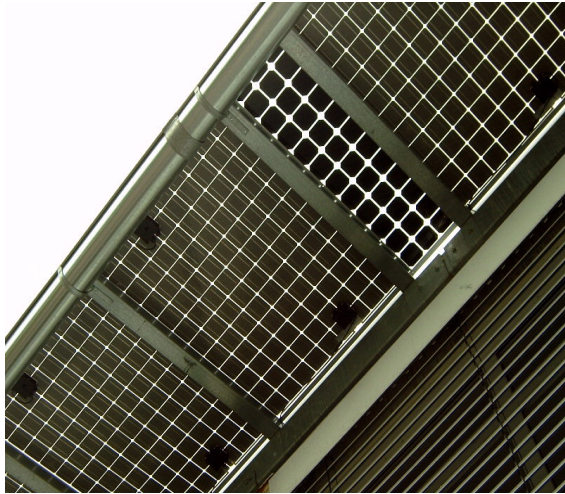
d'énergie primaire ont été nécessaires, ce qui correspond à 78% d'énergie grise. Pour notre consommation « Suisse mix », la part de l'énergie grise représente 64%. Le photovoltaïque se défend plutôt bien puisque sa marge grise n'est que de 41%. A noter que la palme de la consommation écologique reviendrait à l'éolien avec seulement 11% d'énergie grise.

Les USA aussi se sont lancés dans la course au solaire et le truculent gouverneur de Californie entend bien faire de son état un leader dans ce domaine. A ce propos, si la moitié de son état était couvert par des cellules photovoltaïques, l'énergie produite serait équivalente à la consommation mondiale. Le marché est porteur. L'enjeu actuel vise à amincir les cellules pour permettre de les fixer sur des supports souples nettement moins chers que le verre. Le soleil est une énergie inépuisable et gratuite mais ceux qui peuvent vendre le moyen de la convertir en courant électrique détiennent une véritable poule aux oeufs d'or.

**La fabrication la plus courante:** La base des cellules photovoltaïques, c'est le silicium que l'on extrait du sable ou du quartz. La matière est chauffée à 1700° et additionnée de carbone. Un raffinage chimique se charge de supprimer les impuretés avant d'étirer ou de fondre la matière brute. Les blocs ainsi formés sont sciés en couches d'une épaisseur maximum de 300 microns. Cette dalle brute est ensuite prise en sandwich entre une mince couche de bore et une mince couche de phosphore. L'action du soleil sur la cellule fait migrer les électrons du bore vers la couche de phosphore pauvre en électrons. Un réseau de nervures conductrices récolte le courant formé qui ressort,



ironie du sort, avec une tension naturelle de 12V. Les dalles sont assemblées et protégées par un épais panneau de verre.



Cellules photovoltaïques dans un verre laissant filtrer la lumière à l'école horticole de Lullier

On trouve aussi de petites cellules isolées prises dans le verre qui laisse filtrer une partie de la lumière mais cette solution design se révèle onéreuse et ne convient pas à un espace habité car une bonne partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur à l'intérieur comme à l'extérieur. Le panneau est le système le plus pratique et permet de couvrir facilement les toitures. Il existe aussi des tuiles solaires mais leur branchement individuel se révèle fastidieux, ce qui en rend le montage peu aisé.

La conjonction d'un panneau solaire thermique et photovoltaïque représenterait une avancée technologique certaine mais il faut encore patienter.

**Les différents types et leurs caractéristiques:** Pour rester dans les produits courants, on distingue actuellement deux type de structures: les cristallines et les couches minces. Les cellules cristallines peuvent être poly cristallines (aspect morcelé et bleuté) ou mono cristallines (aspect uni et foncé). Pour produire 1kWc, une surface de 8m<sup>2</sup> est nécessaire pour le

premier et une surface de 7m<sup>2</sup> pour le second. Cette différence n'est pas très significative.

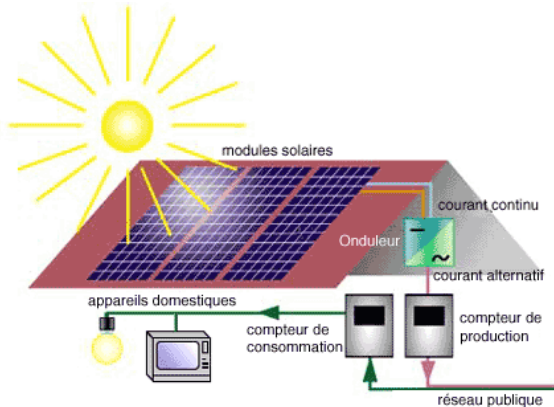
Les couches minces sont en général de type amorphe et bien que leur construction soit plus facile et d'un prix de revient plus faible, leur rendement est 2 fois moins bon que celui des cellules poly cristallines classiques. Ce type de panneaux convient particulièrement pour couvrir de grandes surfaces comme des hangars agricoles ou industriels mais pas pour de l'habitat. Il faudrait ainsi compter ~15m<sup>2</sup> pour produire 1kWc.

Au niveau de l'installation, les panneaux sont reliés à un onduleur qui convertit le courant continu en courant alternatif, induisant par là même une perte d'énergie. Le matériel et son raccordement font généralement partie des offres et le prix au m<sup>2</sup> des capteurs s'entend généralement rendu posé et prêt à l'emploi.

La meilleure orientation des capteurs est plein sud avec plus ou moins 30° d'écart. L'inclinaison privilégiée se situe entre 30° et 35°. Si l'on veut bénéficier d'un très bon rendement, il existe aussi des systèmes qui orientent les panneaux pour qu'il soient toujours perpendiculaires aux rayons du soleil. Là c'est du hi-tech et ça a aussi son prix. Pour un rendement optimal, le panneau ne doit pas être ombragé même s'il produit tout de même un peu de courant quand le temps est à la grisaille. La température idéale de fonctionnement est de 25°C, au-dessus la conductivité se fait moins bien et le rendement diminue. Ce défaut disparaît avec les cellules en couches minces des nouvelles générations.

Il y a deux façons d'utiliser l'énergie solaire que l'on produit, soit on a besoin de l'autonomie énergétique et il faut stocker le courant dans de coûteuses et éphémères batteries, soit

l'électricité produite est injectée directement dans le réseau en décompte de sa propre consommation. Cette dernière solution se révèle la plus pratique et la plus économique. En effet, la compagnie qui fournit l'énergie rachète le kW/h à un prix plus important qu'il ne vous le vend. Cette électricité est revendue aux abonnés sous la désignation « courant vert ».



Croquis explicatif disponible sur le site internet du fabricant « Solstis.ch »

**Prix et ordre de grandeur:** Qu'est qu'un « kWc »? Le Kilo Watt crête est la quantité d'énergie produite dans les meilleures conditions d'un panneau, c'est-à-dire bon ensoleillement et orientation optimale. Cette information nominale est utilisée pour dimensionner les installations.

1 kWc occupe donc une surface de 8m<sup>2</sup> et correspond en moyenne à 1000 kW/h par an. Pour une villa familiale standard avec 4 à 5 occupants, il faut compter sur une consommation moyenne de 3 kWc, soit 24 m<sup>2</sup>. Cet exemple ne tient bien évidemment pas compte des besoins d'un chauffage électrique comme une PAC par exemple. Dans le cas d'une famille faisant particulièrement la traque au gaspillage et vivant selon des standards économes mais confortables, 1 kWc se révèle suffisant. Les entreprises installent en général entre 20 et 30m<sup>2</sup> pour couvrir largement les besoins. Si l'on considère que le m<sup>2</sup> de capteurs coûte

environ CHF 1 000.-, l'ensemble de l'installation avec l'onduleur et le raccordement revient plutôt à CHF 1 500.-/du m<sup>2</sup>. Ce prix dépend fortement de la marge de l'installateur et de la concurrence.

Il est aussi possible d'installer des capteurs pour réaliser un placement. En effet, les SIG (ou Swissgrid) rachètent actuellement le kWh produit entre 60 et 90ct et ce prix est garanti pendant 25 ans. Si l'on ajoute une subvention, variable également et un retour d'investissement allant de 6 à 10 ans, il n'est pas absurde d'investir dans le solaire pour placer son capital. Actuellement, ce ne sont pas les financiers qui vous diront le contraire. Petit bémol toutefois, si le prix de rachat est fixé pour 25ans, le prix du kWh acheté, lui, reste soumis au marché et peut très bien grimper fortement durant la prochaine décennie.

« **Le jeu en vaut-il l'ampoule économique?** »: Comme toujours, une couverture photovoltaïque n'a de sens que si elle est liée à une basse consommation: ampoules économiques, divers systèmes d'économie d'énergie et coupe circuits. Il convient cependant d'ajouter que la production solaire électrique n'est pas l'investissement le plus rentable dans une construction. En effet, cet investissement ne se justifie que si des efforts importants ont déjà été consentis sur l'isolation de l'enveloppe et la récupération de chaleur produite. Au niveau du recyclage, les firmes ont désormais l'obligation de le prendre en compte. Pour le moment l'industrie du verre recycle 90% mais certaine entreprise de pointe visent déjà le 100%.

Eco ou pas eco, comme pour l'industrie du tabac, de puissants lobbies lancent des rumeurs ou sèment le doute pour

entretenir la confusion, ce qui aboutit généralement à une léthargie du cadre légal et annihile toute forme de volonté politique. L'industrie solaire n'échappe pas à la règle; qui n'a jamais entendu dire qu'un panneau solaire consommait plus d'énergie lors de sa production que durant toute sa durée de vie? Eh bien c'est totalement faux, le rendement ou la productivité d'un panneau solaire photovoltaïque dépend d'abord de son exposition au soleil, ainsi sa rentabilité énergétique, y compris l'ensemble des éléments composant le système, se fera bien plus vite dans le sud de la France (~23 mois) que dans une ville allemande comme par exemple Nuremberg (~35 mois). Un panneau actuel est généralement garanti 25 ans et sa durée de vie varie entre 30 et 40ans. Sur la fin de sa vie, la production d'électricité peut baisser d'une 20aine de %. Il s'agit donc malgré le prix de départ élevé d'un bon investissement économique et énergétique; on ne peut

pas en dire autant des voitures que soutiennent les lobbies du pétrole.

Christophe OGI  
Architecte HES

**Info pratiques:**

Association Sebasol: [www.sebasol.ch](http://www.sebasol.ch)

Information du scan-e de l'Etat:

[www.geneve.ch/scane](http://www.geneve.ch/scane)

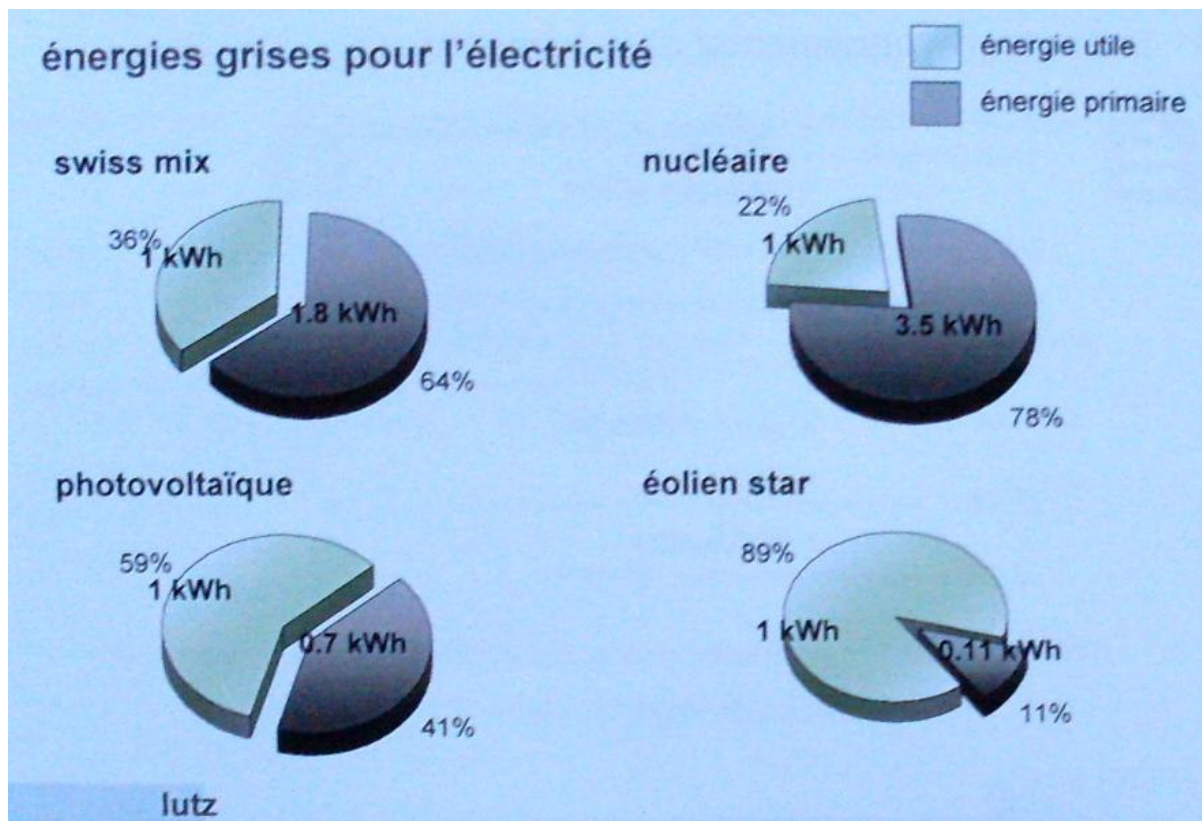
Information sur les prix de rachat du

Photovoltaïques: [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch)

ou [www.sig-ge.ch](http://www.sig-ge.ch)

Nos sincères remerciements à M. Dumerliat de l'entreprise Cleanergy qui a donné de son temps pour détailler les installations solaires thermiques clés en main.

Nos sincères remerciements à l'entreprise Solstis qui nous a aimablement remis quelques cellules.



Graphique illustrant la part de l'énergie grise tirée d'une présentation de l'architecte ecobiologue renommé Conrad Lutz.