

**Développement Durable au Service des bâtiments, monuments et archéologie  
Programme de formation interne**

**Compte rendu de la conférence-débat du 26 mai 2004**

*Thème*

**L'énergie photovoltaïque**

## **Introduction**

Monsieur Golay souhaite la bienvenue au conférencier: Monsieur Jacques Bonvin, physicien, directeur de la société Solstis existante depuis 1986.

## **Généralités**

### *Energie Solaire*

Le soleil fournit un rayonnement électro-magnétique. L'énergie qu'il dégage annuellement sur la terre est 15'000 fois plus grande que la consommation mondiale d'énergie primaire. La différence entre le maximum et le minimum d'énergie solaire sur la terre est de 7. Le rapport entre l'énergie solaire en Afrique et l'Europe est de 1 à 3. La part mondiale de consommation nationale d'électricité pouvant être couverte par des installations photovoltaïques intégrées aux constructions existantes selon une bonne orientation est de 60%. Ceci correspond à 15% pour le Japon, à 60% pour les USA et à 35 % pour la Suisse. Actuellement en Suisse, 1/1000 de l'électricité est produite à partir de photovoltaïque.

En Suisse, nous avons environ une surface de 6000m<sup>2</sup> par personne, dont 2300m<sup>2</sup> sont cultivables, 1800m<sup>2</sup> en forêts et 350m<sup>2</sup> sont construits. Si nous voulions couvrir le 20% de notre consommation électrique, il faudrait 11.6 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques par habitant.

### *L'industrie photovoltaïque*

La première cellule photovoltaïque a 50 ans. Elle avait été étudiée pour une application spatiale en raison de sa légèreté. Par la suite cette technique a été couplée à des batteries pour stoker de l'énergie à titre individuel. La croissance de la production industrielle de panneaux est de 25 à 30% depuis 10 ans. Cette impulsion suit les accords de Kyoto, depuis 1999 le coût de fabrication a diminué de 25%.

L'application de panneaux est répartie en 4 types d'installations : pour la consommation d'un ménage, pour un groupe de bâtiments, installation centralisée et remise dans le réseau de l'électricité, installation de grande échelle centralisée et remise dans le réseau de l'électricité.

Actuellement, les parts de marché de cette industrie sont détenues pour 50% par les Japonais, 25% par les Européens, 9% par BP Solar et 8% par Shell. En Suisse, seul l'encapsulage de panneaux est fait, la fabrication des cellules est étrangère.

### *Politique publique et photovoltaïque*

Les gouvernements de différents pays ont donné une impulsion claire pour le développement de cette source d'énergie. Par exemple, l'Allemagne a élaboré une loi avec un rachat à prix préférentiel de la remise d'électricité photovoltaïque dans le réseau. L'objectif est de couvrir 10% de la consommation en 2010. En Suisse, l'offre est connue sous le nom de courant vert. Le client souscrit à une part d'énergie solaire payée au prix de revient, ensuite la centrale est réalisée par les distributeurs ou les services industriels. Environ 40'000 ménages ont souscrit à une telle démarche, ce qui correspond à environ 15 MW.

Les services industriels du Canton de Genève ont créé quatre types de source d'électricité. Il s'agit de

Vitale Bleu: 100% o énergie hydraulique  
Vitale jaune : 100% o production locale  
Vitale vert: combinaison de photovoltaïque et d'énergie hydraulique avec un label écologique = 100% renouvelable  
Vitale mixte : autres énergies dont la nucléaire.

La Ville de Genève produit d'office de l'énergie photovoltaïque, sans attendre la souscription de clients. Il rachète l'électricité au prix de production aux privés. Le prix de revient est calculé sur une durée de 20 ans.

#### *Les éléments d'installations photovoltaïques*

Les composants de base sont le panneau, l'onduleur monophasé ou triphasé, le compteur électrique et dans certain cas la batterie. La fabrication des panneaux se fait par l'insertion d'une cellule entre une couche de **tevlar** (résine de type téflon) et un verre securit. Le tout est passé dans un four. Les panneaux sont soit sur mesure soit standardisé. Il est possible d'insérer une cellule dans un verre isolant. L'énergie grise pour produire un panneau correspond à deux ou trois années de production d'énergie par ce même panneau.

#### *Soleil et site, contraintes géométriques*

La course solaire en Europe centrale offre un degré d'ensoleillement de 100% o sur. une toiture inclinée à 30° orientée au sud. Toutes les orientations reçoivent de l'ensoleillement y compris au Nord.

#### *Les points essentiels du photovoltaïque*

L'intégration dans l'environnement construit est largement possible, les panneaux peuvent même remplacer des éléments constructifs. Les panneaux peuvent avoir de nombreuses orientations et inclinaison, seule les ombres portées et les surchauffes diminuent le rendement. 1m2 de panneau équivaut à environ 100W. 1kW de photovoltaïque coûte entre 8'500.-- et 11'000.- en 2004. 1 kW installé apporte environ 1000 kWh par année en Suisse.

#### *Typologie et exemples*

La fixation de panneaux peut être modulaire ou réalisée pour un ensemble de panneaux. Des produits spécifiques ont été développés pour permettre une manipulation facile. Par exemple, la marque Eternit a fait un bac pour toiture plate qui reçoit le gravier qui est sur place. La pose de panneaux est possible dans de multiples types de toitures. Toit en pente avec des panneaux en lieu et place des tuiles ou fixés sur une structure au-dessus du toit. Les panneaux sont autonettoyants. La marque Eternit a développé une tuile qui comprend un panneau, seul ce dernier est visible après la pose. Certains systèmes reprennent la géométrie des tuiles, des panneaux souples peuvent également suivre une courbe ou être collé sur un bardage ou toit métallique. L'intégration à des façades sur des éléments tels que des murs borgnes, des

allèges ou simplement devant des vitrages tel qu'un moucharabieh est aussi possible. La mise en place sur des systèmes de protection solaire est courante.

---

## **Discussion**

- L'EPSIC : la pose de panneaux a été étudiée en collaboration avec la Ville de Lausanne. Il était prévu de couvrir l'ensemble de la toiture dont l'énergie serait rachetée par la ville. Finalement, étant donné que la ville n'avait pas de demandes suffisantes de ce type d'énergie, seulement la moitié du toit a été installé. Une même action à Genève aurait abouti, car la Ville de Genève achète l'énergie sans voir les souscriptions correspondantes. La décision politique et le soutien est essentiel pour promouvoir ce type d'énergie étant donné que le prix de revient du photovoltaïque est de 4 à 5 fois plus cher que le courant classique.

Les lois nationales permettent d'avantager le solaire. Par exemple en Hollande, la taxation des entreprises se fait en fonction de la pollution qu'elles génèrent. Donc l'énergie verte est souvent choisie. D'ailleurs, les distributeurs d'électricité suisses vendent de l'énergie à l'étranger avec un certificat écologique lorsqu'elle est hydraulique et cela permet aux entreprises d'acheter leurs droits de polluer.

- En Suisse, l'électricité a deux valeurs. C'est une source de force, mais c'est aussi une valeur environnementale via les certificats.
- L'Europe s'est engagée à couvrir de 10% de ses besoins en énergie par des énergies renouvelables suite au protocole de Kyoto. Actuellement, ce type n'est pas disponible similairement partout. Par exemple en Suisse, 60% de l'énergie est hydraulique donc renouvelable. En Allemagne, seulement 3% de l'énergie est renouvelable actuellement.
- Le coût des tuiles photovoltaïques est de 800.-- à 1'000.-- rendu posé par m<sup>2</sup>.
- La garantie actuelle sur le fonctionnement d'un panneau est de 25 ans. Si le panneau remplace un élément construit, telle qu'une tuile ou une allège, il peut rester en place au-delà de son disfonctionnement en tant que producteur d'électricité.
- Dans le cadre du projet du Centre d'entretien des routes nationales de Bursins, un lanterneau de 200 mètres est orienté au sud. L'architecte a cherché à remplacer le verre imaginé à l'origine du projet par une structure de panneaux photovoltaïques intégrés dans du verre. La perte de rendement était de 50% étant donné l'intégration dans un verre isolant. Le surcoût engendré était spécialement dû au fait que cette installation n'est pas standardisée. La surépaisseur de 5 centimètres était également problématique.
- A l'EPFL, le professeur Michael Graetzel étudie la possibilité de faire de panneaux producteurs d'énergie électrique à partir de la photosynthèse. Actuellement ce procédé n'est pas encore au point car il nécessite d'avoir un espace pris entre deux verres totalement régulier et ce système ne permet pas le branchement en série.
- Certaines communes soutiennent les énergies renouvelables, par contre l'insertion sur des toitures dans des sites protégés ou sensibles du point de vue patrimoniale est délicate. Actuellement, une étude est faite dans la Commune d'Yvorne en tant qu'expérience pilote sur l'impact de panneaux solaires dans un village viticole. La section des Monuments et sites et un membre du groupe énergie font partie de ce groupe de travail. Ceci permettra de dégager certains concepts pour intégrer des panneaux dans des villages protégés. L'image d'un village dont tous les toits sont pourvus de 4,5 m<sup>2</sup> de panneaux n'est pas satisfaisante, d'autres solutions existent sûrement, par exemple en concentrant des panneaux à des endroits spécifiques.
- Le Japon a subventionné le solaire en payant 50% des investissements de base, 70'000 toitures sont totalement faites avec des panneaux, elles sont bleues. Actuellement, les subventions sont de 10 à 20%.
- Le prix de la production des cellules va continuer à baisser, cependant, comme dans chaque réalisation, il y a des frais fixes (honoraires, fixation...), le milieu de spécialistes espère pouvoir vendre du solaire au prix de 50 ct. le kW/h contre 1 franc aujourd'hui.
- Le rendement des cellules est limité théoriquement à 28%, le calcul en laboratoire atteint 24% contre 16% dans la réalité.
- Le calcul de l'amortissement est essentiel, car le rachat sur 20 ou 30 ans a une incidence directe sur le coût de l'énergie.
- L'application élargie du photovoltaïque dans les moyens de transport est illusoire en rapport aux surfaces nécessaires. La manière efficace de « stocker » l'énergie est de la remettre dans le réseau.
- La pile à hydrogène demande beaucoup d'énergie qui pourrait être en partie produite par le solaire et réinjectée dans le réseau.
- Les questions liées au recyclage sont sensibles. Une étude de l'EPA aux USA explique que l'énergie grise qui est contenue dans un panneau correspond à l'énergie produite pendant environ 2,5 à 3,5 années par le même module. Le cadre en aluminium est responsable à lui seul de 50% de la consommation d'énergie grise. (disponible sur le site : <http://www.umich.edu/~nppcpub/research/pv.pdf>)