



R₀₉

11.2010

[COUP DE PROJECTEUR SUR LE PHOTOVOLTAÏQUE]

Le développement exponentiel des installations photovoltaïques au cours de ces dernières années, essentiellement dû à des politiques de rétribution lucratives, a engendré une multitude de produits, de fabricants de modules (plus de 1300 recensés au 11/2010) et une très forte concurrence sur les prix. Face à cette nébuleuse photovoltaïque, il n'est pas toujours aisé de se lancer dans un projet avec une analyse complète et neutre des solutions à disposition. Pourtant de nombreuses questions se posent : qu'en est-il de l'évolution de la technologie et de ses réelles opportunités ? Quels sont les impacts sur l'environnement ? Qu'en est-il de la sécurité des personnes notamment en cas d'incendie ? Parce que les choix ne peuvent se résumer à un simple calcul de rentabilité, il est important de prendre en compte l'ensemble des aspects qui font précisément le développement durable.

L'énergie solaire : source d'avenir

L'énergie solaire est une source d'énergie renouvelable et infinie à échelle humaine. D'une part la Terre reçoit ainsi chaque année beaucoup plus d'énergie que l'humanité n'en consomme et d'autre part les problématiques du changement climatique et de raréfaction des stocks d'énergies fossiles nous obligent à mettre en place un approvisionnement énergétique plus durable. Le photovoltaïque se profile donc comme une solution prometteuse parmi d'autres pour un avenir énergétique et climatique meilleur et plus particulièrement dans le cadre du développement des bâtiments à énergie positive.

Les bâtiments sont de gros consommateurs d'énergie mais disposent également de surfaces permettant de capter de l'énergie solaire. On estime que 121 km² de modules photovoltaïque permettraient de fournir 20% des besoins d'électricité en Suisse.



1 Surface PV équivalente pour couvrir 20% des besoins CH

Il est donc indispensable de saisir l'opportunité de produire de l'électricité sur les toits et les façades de nos bâtiments. Pour ce faire, le Maître d'ouvrage devrait intégrer cette réflexion à tout nouveau projet immobilier et cela le plus en amont possible. La production électrique locale s'intègre bien dans les diverses approches et labellisations environnementales et les bâtiments à énergie positive. L'électricité photovoltaïque produite sur un bâtiment peut être comptabilisée dans le bilan énergétique Minergie® et sera mise en premier plan, avec l'énergie solaire thermique, dans le futur label Minergie-A®, actuellement en développement.

Technologies de modules photovoltaïques

Technologie	Rendement actuel	Rendement 2030
Silicium cristallin		
Mono c-Si	15-19%	25%
Poly c-Si	12-15%	21%
Ribbon c-Si	13%	20%
Couches minces		
a-Si	5-7%	15%
CdTe	11%	15%
CIGS	11%	18%

2 Comparaison des technologies photovoltaïques

Il y a actuellement deux grandes familles de panneaux photovoltaïques : les modules à base de silicium cristallin et les modules en couches minces.

Le marché mondial était jusqu'à il y a peu dominé par le silicium cristallin mais les couches minces sont en très forte progression depuis 2006 et représentent, en 2010, 20% de la production . Malgré leur moindre rendement, les couches minces ont de nombreux avantages tels que :

- L'utilisation de moins de matière pour produire un watt.
- Un coût de production plus faible.
- Une meilleure valorisation de la lumière diffuse.
- Moins d'effets liés à la température ou à l'ombrage.
- La possibilité de faire des modules souples.

Qu'il s'agisse de silicium ou de couches minces, on trouve actuellement sur le marché des modules qui se démarquent tels que : les modules à contacts arrières, les modules hétérojonctions (une face ou biface), les modules flexibles (plats ou cylindriques), ainsi que les modules translucides ou colorés.

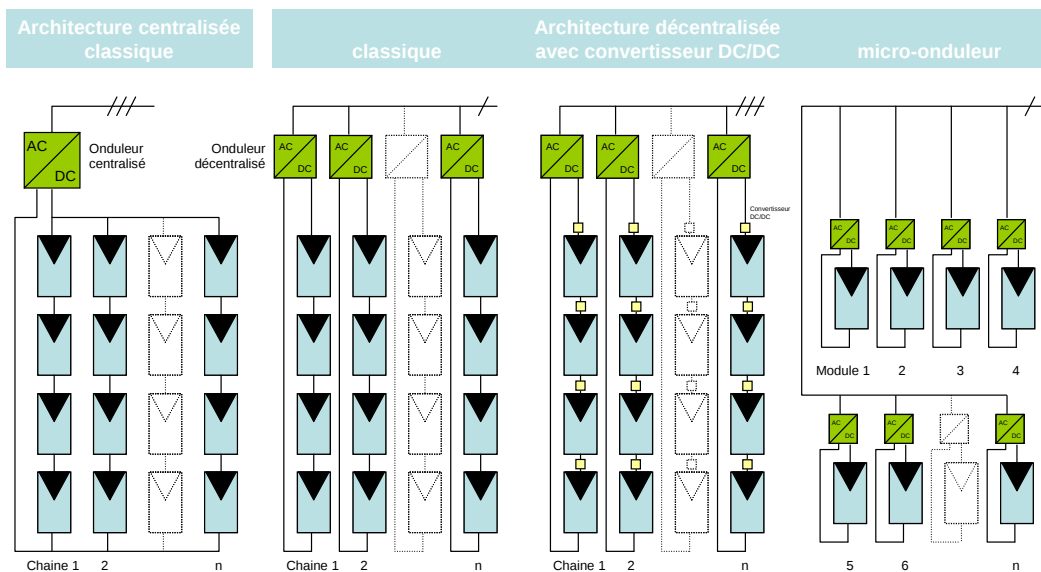
Vers une nouvelle architecture électrique

Actuellement, une installation photovoltaïque standard est constituée de modules mis en série pour former des chaines, elles-mêmes branchées en parallèle sur un onduleur, via des boîtiers de connexions. Ce type de montage nécessite de respecter des règles de dimensionnement et d'implantation précises, sous peine de voir le rendement de l'installation fortement chuter.

De nouvelles solutions font pourtant leur apparition. L'une d'elles est le module intelligent (smart module), c'est-à-dire comportant un convertisseur DC/DC (intégré ou non) permettant une gestion optimale de l'installation photovoltaïque. Les entreprises proposant ce type de boîtier avancent les arguments suivants :

- Une recherche de la puissance maximale au niveau de chaque module donc une productivité optimisée.
- Moins de perte due à un ombrage partiel (pas de perturbation des chaines) ou à la disparité des modules (mismatch),
- Possibilité d'orienter / incliner les modules de manière différentes sur un même onduleur.
- Possibilité de créer des chaines avec nombre de modules différents sur un même onduleur.

Une autre solution est la décentralisation totale de la conversion DC/AC en proposant l'utilisation de micro-onduleurs au niveau de chaque module. Chaque module injecte ainsi directement du courant alternatif dans le réseau.



4 Micro-onduleur (Enphase)



5 Convertisseur DC/DC (Solaredge)

3 Architectures électriques photovoltaïques

Sécurité des personnes et des biens

L'énergie solaire dans un champ photovoltaïque est généralement matérialisée par un courant continu de 400 à 800V à haut risque, tant pour les personnes que pour les biens. En cas d'intervention par les services incendies, le danger est relativement important du fait de la conductibilité de l'eau sortant des lances incendies. De plus, les systèmes de déconnection DC ne permettent pas de couper la production d'un module ensoleillé.

Les nouvelles architectures décentralisées apportent une solution à cette problématique de sécurité. Le micro-onduleur ou le convertisseur DC/DC décentralisé peut en effet couper la production électrique d'un module ou en limiter la tension à un voltage non-dangereux pour la santé humaine. Cette coupure se fait automatiquement en cas de rupture de connexion avec l'onduleur ou à distance via une commande spécifique incendie par exemple.



6 La protection des hommes du feu est à prendre en compte

Ecobilan du photovoltaïque

Il est cohérent de considérer l'impact environnemental de l'énergie photovoltaïque sur l'ensemble du cycle de vie de l'installation. La prise en compte du coût environnemental de la production et du traitement en fin de vie de tous les éléments composant l'installation est donc primordiale.

D'une manière générale, le temps de retour énergétique d'une installation photovoltaïque en Europe centrale est estimé au maximum à 3.5 ans pour les modules en silicium cristallin et à 1.5 ans pour les couches minces. Ce temps de retour dépend de la technologie choisie, la provenance du matériel et la situation géographique ainsi que la mise en œuvre de l'installation.

Le traitement en fin de vie des modules n'est actuellement pas pris en compte du fait du manque de retour d'expérience à ce propos. Notons cependant que l'association PVCycle, regroupant les plus grands fabricants de modules mondiaux, œuvre actuellement pour mettre en place une filière de récupération et de recyclage des modules en fin de vie. Certains fabricants ont également développé des filières de recyclage pour leur produit.

En ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre associées à la production électrique photovoltaïque, elles sont actuellement estimées à environ 30 [gCO₂équ/kWh].

A l'avenir et grâce aux avancées technologiques, l'impact environnemental du photovoltaïque va encore significativement baisser.



AMSTEIN+WALTHERT

QUELQUES REFERENCES

- Bouygues Challenger Paris (F) - 2'500 kWp
- Immeuble Athénée Genève - 100 kWp
- Grand Hangar aéroport de Genève - 280 kWp
- UBS Acacias Genève - 150 kWp
- Ferme solaire Cherbourg (F) - 3'500 kWp
- Hangar industriel Ajaccio (F) - 900 kWp

PRESTATIONS

- Assistance à Maîtrise d'ouvrage pour l'évaluation ou la réalisation de cahiers des charges
- Etudes de faisabilité
- Ingénierie photovoltaïque
- Analyses technico-économiques
- Bilans complets sur l'ensemble du cycle de vie

CONTACT

Christophe Büchelin, Master UniGe
christophe.buechelin@amstein-walthert.ch
Corentin Maucoronel, Dipl.-Ing. FH Energie
corentin.maucoronel@amstein-walthert.ch

Amstein + Walthert Genève SA
Rue du Grand-Pré 54-56
CP 76
CH-1211 Genève 7
Tel. +41 22 749 83 80
Fax +41 22 738 88 13

www.amstein-walthert.ch