

Photovoltaïque : idées reçues et enjeux industriels

Taux de croissance à deux chiffres, développements industriels, création d'emplois, innovations, production décentralisée d'électricité, mais aussi marchés subventionnés, « charity business », spéculation foncière, bulle financière, globalisation débridée - le solaire photovoltaïque continue à susciter débats et controverses. Coup de projecteur sur quelques idées reçues, mais surtout sur les enjeux à côté desquels industriels et pouvoirs publics ne peuvent passer.



Ténésol, site de Pau – 240 kWc
Installation intégrée en façades de bâtiment



Grégoire ALADJIDI
(P95)

Directeur
d'investissements,
Demeter Partners
Administrateur de
SOLAIREDIRECT



Benoît ROLLAND
(P90)

Directeur général de
TENESOL

Le solaire photovoltaïque n'est pas compétitif avec les autres formes d'énergie

Le solaire photovoltaïque a toujours été une énergie plus chère que les autres. C'est aussi celle dont les coûts ont baissé le plus vite – hors effet de cycle – ces 30 dernières années. Le réajustement du rapport offre/demande sur le marché du silicium, l'intégration verticale des acteurs et les effets d'échelle, les améliorations continues des processus de fabrication (automatisation) et de la technologie (augmentation des rendements de conversion) ont conduit, sans rupture technologique, à une accélération très forte de la baisse des prix des systèmes de plus de 25% sur 2009 et 40% sur trois ans.

Alors que le silicium continue à représenter 40% du prix de revient d'un module, les investissements en amont de la filière continuent, avec des coûts de production de ces usines (20-30 €/kg) encore très inférieurs au prix de marché (50-80 €/kg). La baisse du PV devrait donc se poursuivre.

En parallèle, les deux dernières années ont vu une explosion des investissements industriels dans le domaine des modules solaires en couches minces : tellure de cadmium (CdTe), couches minces silicium (amorphe / micro-morphe), technologies CIS / CIGS. D'après Photon International, rien qu'en Allemagne, malgré la crise, la capacité de production de ces couches minces a augmenté en 2009 de 25%, passant à 1 503 MW (pour 3 118 MW de



Ténésol, site de Socave – 761 kWc – Installation sur bâtiments agricoles



Ténésol, Toulouse - Usine de production de modules photovoltaïques

capacité de production de modules silicium cristallin). Or si elles présentent des rendements de conversion inférieurs à ceux du silicium cristallin (10-12% contre 16-18%), les couches minces ont aussi l'avantage de reposer sur des procédés de production industrialisés par d'autres secteurs (écrans plats), ce qui leur permet de viser des prix de revient plus faibles.

Le solaire photovoltaïque est une industrie fragile, dépendante des subventions

Les deux dernières années ont montré que les systèmes d'incitation publique encourageaient la croissance du photovoltaïque, mais aussi la constitution de bulles... et leur éclatement : bulle espagnole de 2008, spéculation en France en fin 2009, marché italien en ce début d'année.

Maintenant, avec 6 GW installés dans le monde en 2008 (+126% par rapport à 2007) et autant en 2009 malgré la crise, 300 000 emplois en 2008 (dont 60 000 en Allemagne), le photovoltaïque est devenu une industrie importante à l'échelle mondiale.

L'objectif d'une électricité solaire indépendante des subventions, et donc compétitive avec l'électricité distribuée par les réseaux (10-15 c €/kWh) dépend de multiples facteurs : ensoleillement, localisation, rentabilité attendue du capital, taille de l'installation et évidemment prix complet des systèmes installés.

Le lancement depuis mi-2009 de grands projets de parcs solaires (une cinquantaine pour un total de plus de 15 GW) dans des pays tels que les États-Unis, la Chine, l'Inde ou le Chili, devant produire de l'électricité solaire sans subvention (aux alentours de 10-15 c/kWh, compte tenu des caractéristiques propres de chacun des pays), atteste que cette parité réseau devient envisageable dans les toutes prochaines années.

Ce passage progressif à la parité réseau (2012-2015) va affranchir la croissance du solaire photovoltaïque des soutiens publics, et son marché potentiel va désormais être celui de l'énergie au sens large.

L'intermittence du solaire photovoltaïque le condamne à la marginalité

L'intermittence du solaire photovoltaïque est beaucoup moins problématique que celle de l'éolien : c'est une ressource prévisible et relativement stable, surtout dans les régions méditerranéennes. Il peut répondre aux besoins de semi-base, tout particulièrement dans les zones comme le sud-est de la France, où les pointes de consommation se concentrent en fin de journée l'été du fait du développement de la climatisation. Comme le démontre l'expérience KombiKraftwerk en Allemagne (alimentation en temps réel d'une ville de 12 000 habitants à 100% en énergies renouvelables), le développement à grande échelle du photovoltaïque est tout à fait envisageable dès lors qu'il est

associé à d'autres sources d'énergie (hydro et biomasse), des systèmes de *smart grid* (délestage intelligent) et de stockage (batteries stationnaires ou demain, batteries de véhicules électriques).

Les réseaux électriques ne peuvent pas accepter une part significative d'électricité photovoltaïque

L'Allemagne, avec près de 8 000 MW de photovoltaïque raccordé, près de 750.000 installations à fin 2009, et 4.420 GWh solaires produits en 2008 (0,9% de la production d'électricité) ne connaît pas de perturbation de son réseau électrique du fait du photovoltaïque.

Les calculs faits par RTE montrent que sur un réseau comme le réseau français (110GW de capacité de production), l'insertion de 10GW de capacités renouvelables (éolien, solaire) est parfaitement gérable. Au-delà, une gestion de réseau intelligent (stockage stationnaire, stockage local, délestage intelligent) s'avère nécessaire.

Les infrastructures solaires photovoltaïques posent des problèmes de financement

Les infrastructures solaires photovoltaïques présentent une forte intensité capitalistique : huit euros d'investissement sont nécessaires pour réaliser un euro de chiffre d'affaires d'électricité : par exemple, 40 M€ pour un parc de 12MW produisant 16 800 MWh/an racheté en France environ 30c€/kWh, soit 5M€ de chiffre d'affaires par an.

En revanche, elles ont une longue durée de vie (20 ans minimum), s'appuient sur des technologies éprouvées (silicium cristallin), ne nécessitent pas de carburant, s'appuient sur une ressource à faible volatilité et nécessitent peu d'entretien. Elles présentent donc un profil de rente financière (qu'elles fassent l'objet d'un contrat à tarif d'achat ou à prix de marché), ce qui en fait une classe d'actifs qui peut intéresser certains investisseurs : rentabilité moyenne des projets autour de 7-15% - pas davantage, contrairement à beaucoup de fantasmes - mais niveau de risque beaucoup plus faible que la plupart des autres infrastructures énergétiques.

Le solaire photovoltaïque n'est pas efficient et consomme trop d'espace

La technologie du silicium cristallin, la plus employée, permet de capter 15 à 20% de l'énergie radiative du soleil. Un parc solaire photovoltaïque dans le sud de la France produit l'équivalent de 120 tep/an/ha, 120 fois plus que les agrocarburants et 20 fois plus que le bois-énergie. Avec la surface plantée en agrocarburants en France en 2008 (3% du territoire), on pourrait, sans baisser notre production alimentaire, produire l'équivalent de 120 tranches nucléaires, soit deux fois la consommation de la France. Un foyer équipé d'une toiture photovoltaïque de 20m² produit environ 3 600 kWh/an, soit près de 100% de sa consommation électrique – hors eau chaude et chauffage.

Le solaire photovoltaïque a un fort impact sur les paysages et l'architecture et suscite des réactions de rejet

Contrairement aux parcs éoliens, les parcs solaires peuvent être installés sur des sites sans co-visibilité et ne génèrent



Solairedirect 1 : Solairedirect, site de Les Mées 1 – 12 MWc
Installation en plein champ



Solairedirect 2 : Solairedirect, site de Vinon sur Verdon – 4,3MWc
Installation en plein champ

pas de nuisances sonores. Une démarche paysagère permet une bonne intégration dans l'espace et les territoires. Le choix fait en France de l'intégration au bâti donne aux installations résidentielles une dimension esthétique généralement bien appréciée.

Le solaire photovoltaïque utilise des matériaux nocifs et/ou rares et pose des problèmes de recyclage et de nuisances pour l'environnement

La technologie photovoltaïque dominante a comme matière première une ressource inépuisable et ubiquiste, le silicium (produit à partir du quartz, 28% de l'écorce terrestre), avec une innocuité parfaite (le silicium est un des composants du maïs par exemple). Les modules sont recyclables à 99% (aluminium, verre et silicium) en fin de vie. Une installation photovoltaïque n'émet pas de radiation et peut être disposée à proximité d'une chambre d'enfant. Un parc solaire n'imperméabilise pas les surfaces, ne nécessite ni béton ni eau. Il peut faire l'objet d'une utilisation mixte (élevage ou agriculture) et est parfaitement réversible en fin de vie.

Les modules solaires photovoltaïques offrent un retour énergétique médiocre. Le solaire photovoltaïque présente un mauvais bilan carbone

Le retour énergétique (durée de production nécessaire pour compenser l'énergie nécessaire à sa production) d'un module photovoltaïque est compris entre deux et quatre ans suivant la qualité de ce module et l'ensoleillement. C'est moins d'un dixième de sa durée de vie (plus de 20 ans, 30 à 40 ans).

Le bilan carbone d'un kWh solaire dépend de l'intensité carbone de l'énergie utilisée pour la production, le transport et l'installation des modules et systèmes. En moyenne on estime à 60-90 g/kWh les émissions de carbone associées au photovoltaïque, plus que le nucléaire et l'hydroélectricité mais dix fois moins que le charbon et six fois moins que le gaz. La production avec une énergie décarbonée (nucléaire, hydro... ou solaire) peut permettre de réduire sensiblement ces émissions.

Face à la concurrence asiatique, et à l'avance allemande, les industriels français ont-ils déjà perdu la partie ?

La banque suisse Sarrasin, un des établissements dont l'expertise est la plus reconnue, évalue à 150 GW le marché annuel du photovoltaïque en 2020, en faisant une industrie comparable à l'automobile, dix fois plus importante que le nucléaire.

Les Allemands, depuis dix ans, et surtout depuis peu, les Chinois, Coréens, Indiens, ou Taïwanais ont parfaitement compris ces enjeux.

Du fait de l'absence de barrières techniques à l'entrée à cause du rôle joué par les fournisseurs de biens d'équipements, ces « nouveaux pays » utilisent tous les leviers pour constituer des champions industriels : faibles coûts de main d'œuvre, mais surtout taux de financement avantageux voire nuls, accès gratuit au foncier, subventions directes en matière de construction des usines, garantie de fourniture et tarifs privilégiés en matière d'énergie, etc.

La France qui dispose d'acteurs historiques comme Tenesol, d'industriels fortement positionnés en amont (produits chimiques, matériaux) et en aval (énergéticiens, industriels du bâtiment) de cette industrie, et de nouveaux acteurs comme Solairedirect, en très forte croissance depuis la mise en place d'un vrai marché domestique, ne peut pas se permettre d'être un acteur marginal dans cette industrie majeure.

Face à des concurrents internationaux décomplexés, halte aux idées reçues, tous les leviers doivent être utilisés, sans aucun complexe, si on veut que le « Made in Europe/Made in France » ait encore un sens. ●