

Un nouvel avenir pour l'industrie photovoltaïque française

L'industrie française du photovoltaïque (que l'on nomme le PV, dans notre jargon) repose depuis longtemps sur les deux acteurs principaux que sont Photowatt et Ténésol (ex-Total-Energie).

par Eric LABORDE*

L'INDUSTRIE FRANÇAISE DU PHOTOVOLTAÏQUE EST RESTÉE LONGTEMPS À LA POINTE DE LA TECHNOLOGIE...

Ténésol est le spécialiste de l'aval – réseaux de distribution, ingénierie des systèmes (depuis quelques années, il exerce également une activité d'assemblage de panneaux photovoltaïques) – et jouit d'une position forte sur ses marchés historiques (les DOM-TOM).

Photowatt (qui fête ses 30 ans cette année) est quant à lui le seul fabricant français, à ce jour, de *wafers*, de cellules et de modules solaires : il représente donc le noyau de l'industrie du PV en France. Même si un certain nombre de PME commencent à apparaître sur le territoire national, très peu d'entre elles sont liées à des activités technologiques appelées à acquérir la taille industrielle.

Pendant longtemps, Photowatt a été un des leaders du marché (jusqu'à se hisser au rang de n° 5 mondial) : il vivait alors grâce à des marchés de niche (pompage solaire, sites isolés) financés sur fonds publics (nationaux ou internationaux).

... MAIS ELLE A PERDU PROGRESSIVEMENT DU TERRAIN...

... en raison de l'insuffisance du marché domestique

Le marché, qui a fait décoller cette industrie, est, en effet, celui du solaire raccordé au réseau électrique, un marché qui a démarré en Allemagne dans les années

2000, tiré par une politique publique volontariste. L'industrie allemande s'est développée grâce à son marché domestique, qui est passé de 44 MW installés en 2000 (soit un marché d'environ 250 M€) à environ 2 000 MW en 2008.

L'industrie française, faute de vraie demande nationale (pendant très longtemps, 95 % de sa production était exportée), s'est peu à peu laissée distancer : elle a été dépassée successivement par l'industrie Japonaise (Sharp, Kyocera, Sanyo, Mitsubishi), puis par les nouveaux entrants allemands (Solar World, Q-Cells, Schott Solar...) et, depuis trois ou quatre ans, par l'industrie chinoise, qui monte très fortement en puissance et dont les leaders sont Suntech, Yingli, Trina, Motech, LDK et Canadian Solar.

... et à cause des Fonds Structurels Européens

L'industrie du PV est une industrie fortement capitalis-
tique : il faut investir environ 1 M€ pour réaliser un
chiffre d'affaires annuel de 2,5 M€. L'industrie alle-

* Président de PV Alliance** et de Soleil en Tête***.

** PV Alliance (www.pvalliance.com) est une joint-venture créée entre les sociétés EDF Energies Réparties et Photowatt, d'une part, et le CEA (à travers sa filiale CEA Investissement), d'autre part. Elle a pour mission d'être le chef de file du grand programme français de recherche et développement en matière d'électricité solaire SOLAR NANO CRYSTAL et de développer les cellules solaires de demain, avec l'aide de l'Institut national de l'Énergie Solaire (INES).

*** Soleil en Tête (www.soleilentete.com) est un réseau national d'installateurs (franchisés) de panneaux solaires et de pompes à chaleur intervenant chez les particuliers. Créé tout récemment (en 2008), ce réseau compte déjà vingt-cinq agences dans l'Hexagone.

mande a bénéficié des Fonds Structurels Européens pour se développer dans les *Länder* de l'ex-Allemagne de l'Est, certaines entreprises démarrant avec des aides à l'investissement productif allant jusqu'à 30 % (voire 50 %) des investissements nécessaires.

En France, les seules régions où des industriels auraient pu bénéficier de tels avantages concurrentiels étaient les DOM-TOM et la Corse. Or, il s'agit de régions dans lesquelles l'implantation de sociétés fortement consommatrices de biens d'équipements est difficile, du fait de l'éloignement et du manque de fournisseurs de services de haute technologie.

Ces deux points constituent très vraisemblablement les deux raisons principales pour lesquelles notre pays n'a pas été choisi, à ce jour, par les nouveaux investisseurs ou les grands groupes asiatiques désireux d'implanter des usines de cellules solaires en Europe.

Aujourd'hui, l'industrie française dispose encore de beaux atouts

Photowatt est aujourd'hui un acteur de taille moyenne (60 MW à 80 MW), qui ne bénéficie ni des bas coûts des productions asiatiques, ni de l'effet de masse critique. Néanmoins, notre entreprise nationale de cellules solaires dispose d'un atout précieux : c'est un fabricant verticalement intégré, qui domine toute la filière, depuis la fabrication des lingots de silicium jusqu'à l'installation des modules photovoltaïques sur les toits.

L'industrie photovoltaïque est confrontée au fait que, sur toute la chaîne de la valeur (depuis la fabrication du silicium charge jusqu'à l'installation du système PV sur le toit), il n'y a pas assez de marge bénéficiaire pour chaque intervenant pris isolément. Pour réduire les coûts, ce qui est imposé par les dispositifs de rachat de l'électricité « verte » par EDF, mais aussi (et surtout) par la marche vers la « parité réseau », il faut s'intégrer verticalement.

Là où il était nécessaire, voici cinq ans de cela, d'être intégré au minimum sur deux étapes de la chaîne de valeur, il faut aujourd'hui en maîtriser trois, voire quatre, pour pouvoir vivre, compte tenu des prix de marché actuels.

Dans le domaine du PV, le modèle intégré est donc celui qui est adopté successivement par les leaders sur le marché, l'exemple le plus marquant étant celui du leader mondial Q-Cells : cette société a démarré en tant que fabricant de cellules exclusivement, après quoi elle s'est rapidement intéressée au *sourcing* du silicium, puis à la fabrication des *wafers*. Depuis l'an dernier, elle fabrique aussi des modules et, depuis cette année, elle s'est dotée, dans chaque grand marché, d'une structure d'installation de parcs solaires. Et, du fait d'une participation significative dans l'entreprise REC, qui fabrique du silicium, Q-Cells devrait prochainement intégrer verticalement toute la chaîne de valeur.

Photowatt possède donc l'énorme atout d'être un des rares fabricants verticalement intégrés. Et il sera très facile d'en améliorer le *process* grâce à un important effort de R&D, car l'entreprise est en mesure de progresser, en un même lieu, sur chacune des étapes de la chaîne de valeur.

DE CE CONSTAT, UNE INITIATIVE EST NÉE, EN 2006 : SOLAR NANO CRYSTAL

Partant de ce constat (et plutôt que de concourir dans les domaines de la taille et des parts de marché avec des entreprises asiatiques disposant d'armes tout autres), nous avons choisi de parier sur l'innovation pour relancer toute la filière photovoltaïque française, grâce à un grand programme de recherche collaboratif public-privé, nommé SOLAR NANO CRYSTAL.

Un partenariat public-privé...

Le projet SOLAR NANO CRYSTAL vise ainsi à dynamiser la filière solaire française en développant des technologies photovoltaïques de pointe. Il a pour objectif d'abaisser significativement le prix de revient de l'énergie photovoltaïque (diminution de moitié, en 5 ans), grâce, d'une part, à des innovations de rupture et, d'autre part, à la validation de celles-ci dans une unité pilote de démonstration, appelée Lab Fab.

Mené par PV Alliance (réunissant CEA Valorisation, Photowatt International et EDF ENR), le consortium regroupe les sociétés Photosil et Appolon Solar, EMIX et l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES), lequel fédère des équipes de chercheurs du CEA, du CNRS, de l'Université de Savoie et du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Ce projet est assisté par le pôle de compétitivité TENERDIS (sis à Montbonnot-Saint-Martin, près de Grenoble).

Ce programme de recherche s'étend sur une durée de cinq ans et bénéficie d'un budget total de 220 M€. L'État (à travers Oséo) et les collectivités locales (Conseil général de l'Isère et Région Rhône-Alpes) sont les sponsors de ce projet, dont les retombées économiques escomptées seront positives pour l'emploi tant dans la R&D que dans la production (voir la photo 1).

... pour faire renaître une filière française du photovoltaïque

PV Alliance a été créée en 2007. Son programme a débuté par le lancement du programme de recherche et, à ce jour, une cinquantaine de chercheurs y sont déjà affectés, au sein de l'INES. En parallèle, PV Alliance est en train de construire deux lignes prototypes, appelées



Photo 1.

les LabFab : une pour la technologie homojonction (technologie actuelle), et l'autre pour la technologie haut et très haut rendements.

Ces Labfab ont pour mission essentielle de prendre des briques technologiques issues du laboratoire de recherche à un niveau de développement que l'on nomme « maturité zéro », en vue de les adapter et de les fiabiliser afin de les porter à un niveau de « maturité trois », qui permet d'envisager leur transfert vers une unité industrielle.

D'ici à 2015, PV Alliance devrait compter 160 personnes (dont 50 chercheurs) dans l'unité de R&D appelée LabFab, et 400 personnes dans les unités de production. En termes d'emplois indirects, ses ventes de licences devraient générer plus de 1 600 emplois (en France) (voir la photo 2).

Un laboratoire conçu selon le modèle de ce qui a été fait dans la micro-électronique...

Un programme de forme similaire avait été lancé (à Crolles, à une vingtaine de kilomètres de Grenoble), dénommé Alliance, qui visait à développer les technologies nanométriques sur tranches de silicium de 300 mm. Alliance regroupait le CEA-LETI, ST Microelectronics, Philips et Motorola.

La structure de PV Alliance et son fonctionnement se sont largement inspirés de cette expérience issue du

monde de la micro-électronique, qu'elle applique au solaire.

... dont les deux objectifs majeurs sont le développement d'une filière à bas coût et celui d'une technologie haut rendement

Le programme a pour double objectif : a) d'améliorer la technologie actuelle, dite des cellules photovoltaïques à homojonction, notamment en l'adaptant, pour la rendre économiquement viable, à l'utilisation du silicium d'une qualité moindre (et donc d'un coût moindre) et, b) en parallèle, de mettre sur le marché une technologie de cellules à haut rendement et à très haut rendement.

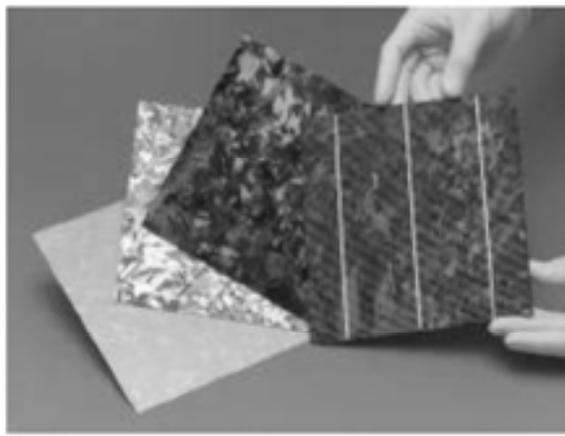
Pour fixer les idées, rappelons que la technologie actuelle, l'homojonction, produit des cellules solaires d'un rendement de 16 % (il s'agit de la proportion de l'énergie solaire qui, une fois captée par la cellule, est transformée en électricité).

Les cellules à haut rendement en cours de mise au point seront au-dessus de 20 % de rendement, et nous pensons pouvoir atteindre les 23 ou 25 %, dans la catégorie des très hauts rendements, grâce à l'apport des nanotechnologies.

LE CHOIX DE LA FILIÈRE SILICIUM



Photo 2 : Le LabFab Haut rendement à Grenoble.



Photos 3 et 4.

Le marché du PV va se réorganiser autour de trois types de technologies : a) les couches minces, à faible rendement et à faible coût ; b) la technologie homojonction actuelle, améliorée, et, enfin c) les technologies à haut et à très haut rendements (dont fait partie le procédé développé à l'INES).

Les couches minces seront dédiées aux grandes surfaces de panneaux solaires (lorsqu'elles auront fait la preuve de leur maturité industrielle, car, à ce jour, il n'y a que First Solar qui soit capable d'en produire en masse à des coûts acceptables).

La technologie actuelle (de l'homojonction) sera très certainement concentrée, à terme, dans les pays à bas coûts pour pouvoir continuer à exister. Le but du programme SOLAR NANO CRYSTAL est donc, à nos yeux, de prolonger la durée de vie de la technologie actuelle de quelques années (de 4 à 5 ans), dans l'attente de la montée en puissance de la nouvelle génération de cellules.

Les hauts et très hauts rendements seront la technologie de demain, pour les toitures de petites dimensions, et donc pour les particuliers en Europe, pour faire simple. Grâce à la technologie haut rendement développée par PV Alliance, il sera possible de produire des modules offrant des rendements de 200 à 220 W au m² (voir les photos 3 et 4).

LA « PARITÉ RÉSEAU » EN VUE, EN FRANCE, À L'HORIZON 2015 ?

Or une des clés pour atteindre la « parité réseau », est la capacité de faire tomber le prix du système installé autour des 2,6 €/W (aujourd'hui, nous en sommes à 6,5 €/W, pour une installation chez un particulier, en France).

Pour mémoire : la « parité réseau » est atteinte à l'instant où il devient aussi intéressant de produire sa propre électricité au moyen du solaire que d'acheter son électricité à son fournisseur d'électricité habituel (EDF, dans la grande majorité des cas en France). Avec un prix

de système installé de 2,6 €/W, nous serions déjà à la « parité réseau » en Californie et en Italie. Nous atteindrons vraisemblablement la « parité réseau » à Nice, en 2014 ou en 2015.

Pour atteindre ce seuil optimal de la « parité réseau », à partir duquel la demande devient très importante, il nous faut :

- vendre des modules autour de 1,20 €/Watt-crête (Wc), ce qui est tout à fait compatible avec les prévisions de coût d'un module au sortir de l'usine future de PV Alliance ;

- savoir les vendre aux particuliers, les distribuer et les installer pour 1,40 €/Wc, ce qui n'est possible, selon nous, que si la puissance du système le plus petit se situe autour des 5 000 W, de façon à pouvoir réaliser une installation de qualité. Globalement, le particulier, qui paie aujourd'hui 12 600 € (TTC) une installation d'une puissance de 3 000 W (déduction faite du crédit d'impôt), paiera, dans un proche avenir, 13 750 € (TTC) pour une puissance de 5 000 W.

Or, on constate, aujourd'hui, qu'une installation solaire d'une puissance de 3 000 W (avec la technologie actuelle) occupe une surface d'environ 22 m² sur un toit. Or, cette surface de panneau est à la limite de ce qui peut être installé sur bon nombre de toits (de faible superficie ou équipés de Velux). Avec un rendement de 220 W/m², les panneaux nécessaires à la puissance de 5 000 W, objectif que nous visons, occuperont une surface moyenne de 23 m².

En développant un produit haut rendement, nous allons donc positionner PV Alliance sur le créneau très porteur des maisons individuelles à équiper au prix de la « parité réseau ».

A ce jour, seuls Sanyo et Sunpower disposent de cette technologie.

PV Alliance fera donc partie du cercle très fermé des constructeurs qui auront accès à cette technologie dans les 4 à 5 années à venir.

UNE FANTASTIQUE OPPORTUNITÉ POUR NOTRE

PAYS

En résumé, PV Alliance et SOLAR NANO CRYSTAL constituent une fantastique opportunité, pour la France, de recréer une industrie solaire sur un créneau très porteur : le marché des particuliers.

La technologie haut rendement va permettre de développer les technologies avancées nécessaires sur le sol national, et de proposer au consommateur français des produits de qualité en matière d'électricité solaire, tout en créant des emplois de proximité dans un secteur en pleine croissance.