



La Lettre du Solaire

Mars 2009 / Vol 9 N°3

Publiée par CYTHELIA sarl,
La Maison ZEN, Chef Lieu, F-73 000 Montagnole
Tel+ 33(0)4 79 25 31 75 Fax+ 33(0)4 79 25 33 09
Editeur: Alain Ricaud, ar@cythelia.fr, Rédaction : Mamadou Kane

Sommaire

- **Editorial** 2
 - Les couches minces enfin ! 2
- **Tendances mondiales** 4
 - Intégration au bâti en croissance 4
- **Programmes nationaux** 4
 - Etats-Unis** 4
 - Centrale commerciale record en Floride 4
 - Espagne** 5
 - Près de 400 installations autorisées 5
 - Cimetière solarisé 5
 - France** 6
 - Stratégie pour la recherche à revoir 6
 - Pile solaire thermique à Montreuil ? 7
 - Un éclairage public innovant 8
 - Grèce** 8
 - Amendement de la loi PV 8
 - Italie** 8
 - Changements annoncés de la loi 8
- **Nouveaux Programmes** 9
 - Méditerranée** 9
 - Le plan MedSol encore à l'étude 9
 - Israël** 9
 - Système solaire hybride 9
 - Jordanie** 9
 - Production de modules en film mince 9
- **Programmes PED** 9
 - Afrique du Sud** 9
 - Débat sur la tarification PV 9
 - ...et solaire thermique 10
 - Marché solaire thermique à deux vitesses 10
 - Maroc** 10
 - Connexion au réseau en stand-by 10
 - Sénégal** 11
 - Loi d'orientation énergies renouvelables 11
- **Technologies** 12
 - Coût du PV en baisse grâce au laser 12
 - Chauffage de 3^{ème} génération pour piscine 13
 - Programme comparatif de capteurs solaires 13
- **Compagnies** 13
 - Unisolar 13
 - Kyosemi & Tecnalia 14
- **Evénements** 14
 - Pourquoi une ONG refuse les fonds du Dakar... 14
 - Format'eree : charte de qualité formations 14
 - Circuit de visites d'usines EnR, les 6 & 7 avril 2009 15

Publiée par CYTHELIA sarl,
La Maison ZEN, Chef Lieu, F-73 000 Montagnole
Tel+ 33(0)4 79 25 31 75 Fax+ 33(0)4 79 25 33 09
Editeur: Alain Ricaud, ar@cythelia.fr, Rédaction : Mamadou Kane

● Editorial

Les couches minces enfin !

En ce mois de Mars, même l'actualité solaire est marquée par la morosité. Pourtant, une nouvelle historique, passée inaperçue aux yeux du grand public devrait marquer d'un tournant décisif notre futur énergétique.

En effet, le fabricant américain de modules en couches minces au CdS-CdTe (Sulfure de Cadmium- Tellurure de Cadmium) First Solar vient d'annoncer qu'avec un coût de production de 0,98\$/Wc, il était passé sous la barre mythique des 1\$/Wc! La société basée à Phoenix (Arizona) vient donc brillamment de marquer l'histoire du photovoltaïque. En tant qu'observateurs attentifs de cette industrie depuis presque 30 ans, nous accueillons cette nouvelle avec joie car elle porte en elle de nombreux espoirs.

Il n'est sans doute pas inutile de rappeler qu'au début des années 80, le US-DOE (département américain de l'énergie) ambitionnait d'atteindre un prix de vente moyen de 0.70 \$/Wc en 1986 !... Un tel volontarisme n'était alors tempéré par aucune expérience. De façon semblable, dans les années 70, les analystes de l'industrie électronique se trompaient régulièrement dans leurs prédictions soit sur les prix unitaires, soit sur les volumes, ... mais les chiffres d'affaires (produit de l'un par l'autre) se révélaient toujours justes !...

Dans l'industrie, les réductions de coûts procèdent d'un lent processus résultant de nombreux facteurs tels que la concurrence, la maturité du marché, la productivité des usines, l'ingénierie des procédés, l'automatisation, etc... Elles ne peuvent être proclamées ni par la communauté scientifique, ni par les politiciens; ces derniers ont eu cependant un rôle très important d'incitation et doivent continuer de contribuer en amont dans l'aide financière aux sauts technologiques et en aval par l'établissement de tarifs favorables.

Cette nouvelle marque tout d'abord la capacité du solaire à concurrencer sans subventions les sources d'énergie traditionnelles. First Solar est passé sous la barre des 1\$/Wc deux ans avant nos prévisions les plus optimistes et nul doute que l'industrie du solaire va encore surprendre de nombreux sceptiques dans les années à venir. La parité réseau est donc bien là, à notre porte! La prochaine décennie va marquer l'essor inexorable de l'électricité solaire dans notre bouquet énergétique. C'est donc la preuve que

l'énergie photovoltaïque n'est pas une chimère et que les longues et patientes années de R&D, les investissements consentis pour assurer son développement vont enfin permettre d'en faire une industrie autonome et créatrice d'emplois non délocalisables.

Ensuite, le succès de First Solar illustre le développement à venir et l'immense potentiel des technologies en couches minces (CdTe, CIS, a-Si:H/ μ c-Si). Historiquement, le silicium cristallin a dominé les débats car la technologie étant plus ancienne et mieux maîtrisée, le risque pour les investisseurs était moins élevé.

Pourtant, les lignes sont en train de bouger. Alors que les couches minces avaient été quelques peu délaissées au début des années 2000, la rareté et la hausse des prix du silicium a marqué leur retour en grâce. Car c'est précisément au niveau du coût de fabrication que réside leur principal avantage. En effet, la nature même du procédé de fabrication (13 étapes au lieu de 45) fait qu'il est beaucoup plus rapide et bien moins coûteux de produire un module en couches minces qu'un module au silicium cristallin. Mais First Solar a aussi démontré que le succès des couches minces passe par la capacité des industriels à atteindre des rendements raisonnables (>10%) et de maîtriser parfaitement le « yield » de leur process pour se permettre de construire des usines de plusieurs centaines de MW de capacité. A Francfort sur Oder, à la frontière polonaise, sur un plateau de 40 000 m² ! (200 m x 200m sur un seul niveau) il y a quatre lignes automatisées de 30 MWc associées en paires. L'automatisation y est poussée aux limites de ce qui est concevable. Il n'y a que 24 ouvriers directs pour 60 MWc. Les coûts de production sont de 1 \$/Wc lorsque les lignes sont à plein régime avec un « yield » de l'ordre de 90%. Le temps de cycle de fabrication d'un module est extrêmement court (160 mn). La cadence est de un module toutes les 40 s sur chaque ligne. Le procédé de fabrication ne contient que 12 étapes et le rendement photovoltaïque moyen est de 10,5%.

On sait que les problèmes d'environnement associés à l'utilisation du Cadmium ont empoisonné les tentatives de développement stratégique de cette filière. Pourtant le Cd est un élément déjà utilisé dans des proportions bien plus considérables; il est produit à partir de l'extraction du Zn à raison de 25 000 t par an; il a été éliminé comme pigment des peintures rouges, mais il reste encore très utilisé dans l'industrie des accumulateurs au Cd-Ni et comme stabilisant pour le PVC.

Une usine fabriquant 30 MW de modules au CdTe en consomme 900 kg par an (soit moins de deux grammes par module de 60 W).

Plusieurs recommandations sont en cours d'élaboration à l'Union européenne pour limiter la production et l'utilisation du Cd dans l'industrie. En effet, l'élément Cd présente une toxicité certaine quand on s'y trouve exposé de façon chronique (dans le long terme, il peut provoquer des dysfonctionnements rénaux ou des cancers du poumon); les composés du Cd tels que CdO, CdCl₂, CdSO₄, sont très solubles dans l'organisme humain. Ils sont donc dangereux, surtout au cours du processus de fabrication. Les fumées de CdO en particulier peuvent être très nocives. Certaines protections sont donc à prendre par les opérateurs dans le procédé de fabrication: manipulation des solutions, rejets, évacuation des fumées... La concentration létale est de 290 mg /m³ pendant 10 mn. En fait, les opérateurs sont en général exposés à des concentrations 100 fois plus faible que la recommandation donnée par le HSE EH 40/93 qui est pour le Cd de 0.05 mg /m³ par 8h d'exposition.

Il faut aussi savoir que les composés CdS et CdTe ne sont pas solubles dans l'organisme; CdTe en particulier est un composé extrêmement stable qui ne présente pas de toxicité sous cette forme. Le produit fini en tant que module encapsulé ne présente donc aucun danger, même en cas d'incendie.

Le battage médiatique autour du Cd a freiné le développement de cette filière sur la base d'arguments plus émotionnels que scientifiques, ce qui fait dire aux acteurs de la filière que le CdTe est plus politiquement dangereux que chimiquement toxique... Il a donc fallu que First Solar s'engage aux USA et en Allemagne à recycler tous ses produits en fin de vie. C'est une des raisons pour lesquelles ils ont ciblé le marché des grandes centrales en plein champ, seul moyen d'être sûr de la traçabilité de leurs produits

Le succès à venir des couches minces ne s'explique pas seulement par leurs coûts de production, mais aussi par les multiples avantages qu'elles offrent au niveau de leur mise en œuvre.

Les caractéristiques des modules en couches minces qui les rendent plus attrayants que les modules cristallins sont :

- la grande flexibilité de taille et de forme permettant de faire des modules sur mesure.
- l'esthétique (couleur noir profond, homogène, avec la connection des cellules en série presque invisible l'oeil).
- une gamme variée de tensions et de courants dont les limites sont fixées par l'optimisation des largeurs de bandes.
- la possibilité de les rendre vraiment semi-transparentes.
- la possibilité de les intégrer sur toutes sortes de substrats, notamment des supports souples.
- la capacité de faire des générateurs 12 V de petite

taille beaucoup moins chers que les générateurs cristallins équivalents (pénalisés par les coûts d'assemblage de petites cellules).

- la capacité de faire des générateurs monolithiques de très grande taille (jusqu'à 5,7 m² en a-Si:H chez Applied Materials).
- la très faible quantité de matière utilisée impliquant un temps de retour énergétique de 18 mois au lieu de 5 ans

Ce qui fait d'elles des candidates privilégiées pour l'intégration au bâti, sans compter leur meilleur comportement lorsque les modules s'échauffent.

De très nombreuses autres entreprises ont décidé d'opter pour l'une des 3 filières couches minces et nul doute que si elles parviennent à atteindre des rendements de 12-13% dans le futur proche, elles n'auront plus aucun mal à détronner les industriels du cristallin n'ayant pas misé sur les produits à haut rendement.

AR