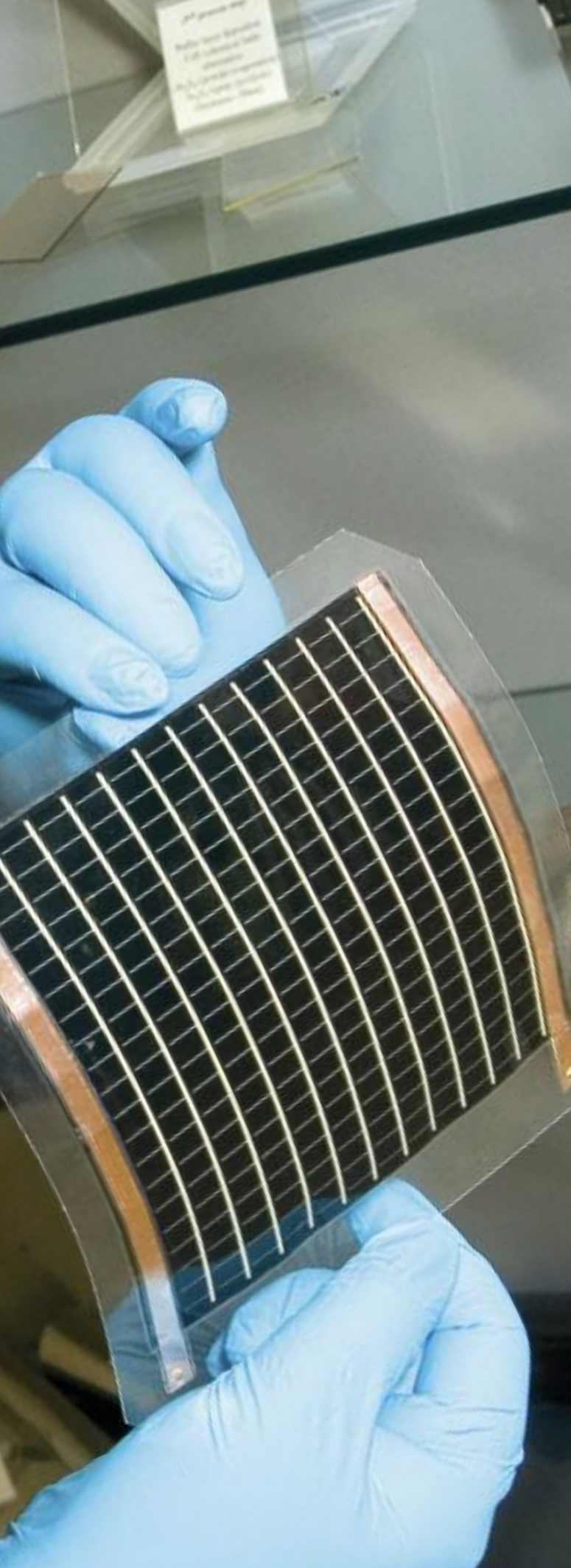




Flexibles, minces et bon marché: les piles solaires de demain

L'énergie fournie par le soleil est suffisante pour assurer un approvisionnement en énergie durable et écologique. Des chercheurs de l'Empa travaillent au développement des piles photovoltaïques et de leurs procédés de fabrication afin d'améliorer leur efficacité et faire ainsi baisser les coûts de l'électricité solaire. Un but qui se rapproche.

TEXTE: Beatrice Huber



Les piles solaires flexibles à couche minces «made by Empa»: développement de piles à taux de conversion élevé au moyen de procédé de production peu coûteux. (Photo: Ruedi Keller)

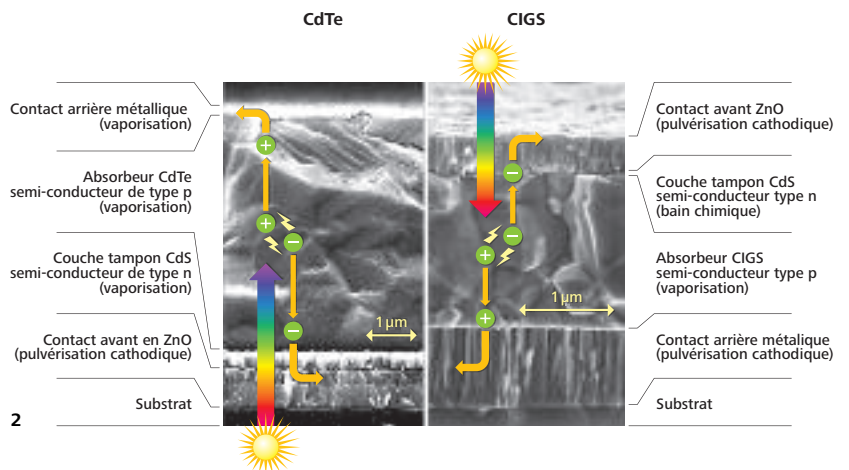
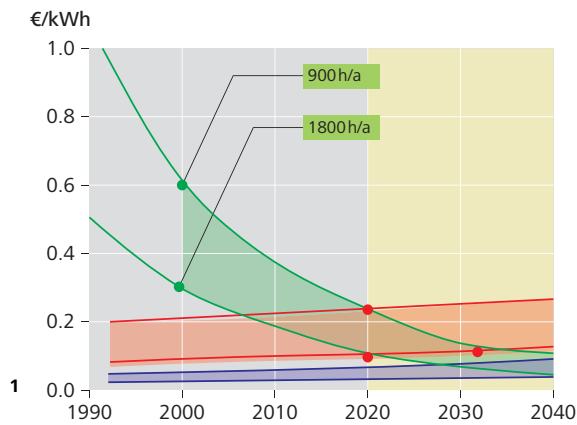
Pourquoi au fait des piles solaires?» telle est la question, rhétorique, que pose Ayodhya Tiwari qui dirige le laboratoire de l'Empa „Films minces et photovoltaïque», et qui fournit aussi immédiatement la réponse: «La photovoltaïque pourrait être la réponse simple à un gros problème global: assurer un approvisionnement en électricité sûr et durable, et cela pour l'éternité.» Une chose est sûre, les supports énergétiques fossiles ne sont pas la solution pour répondre à la demande d'énergie sans cesse croissante. Les nations industrialisées ne sont pas les seules à consommer toujours davantage d'énergie, cette consommation augmente aussi sans cesse dans les pays émergents et en voie de développement. Comme l'explique Tiwari, la photovoltaïque est la seule technologie qui transforme directement la lumière en électricité et elle possède un excellent potentiel pour fournir une énergie bon marché.

Assez pour couvrir 60 fois la consommation mondiale d'électricité

Le soleil est une source d'énergie quasiment inépuisable. En une heure seulement, la Terre reçoit du Soleil suffisamment d'énergie de rayonnement pour couvrir la consommation d'énergie annuelle mondiale. Le calcul montre que, techniquement parlant, les piles solaires pourraient produire environ un million de térawatts par heure (TWh), soit environ 60 fois plus que la consommation mondiale d'électricité (2008: 16800 TWh). «La photovoltaïque a fait des progrès considérables ces dernières années. Des coûts de production nettement à la baisse l'indiquent: l'électricité solaire va au devant d'un avenir rayonnant», déclare avec enthousiasme Tiwari.

La première présentation officielle d'une pile solaire – une pile solaire au silicium de Bell Labs – eut lieu en 1954 – et la première utilisation pratique, sur le satellite américain Vanguard, en 1958. Longtemps les développements dans ce domaine sont restés limités aux utilisations spatiales. Ce n'est qu'avec la crise pétrolière de 1973 qu'un virage s'est opéré et que les piles solaires sont alors apparues comme une alternative possible pour la production terrestre d'électricité. Mais ce n'est toutefois que lorsque le grand public a commencé à manifester un intérêt pour les thèmes tels que l'effet de serre, le réchauffement climatique et l'énergie durable que les énergies renouvelables, et en particulier la photovoltaïque, ont véritablement pris leur essor. C'est ce dont témoigne aussi la croissance du marché des piles solaires, avec en moyenne 30 pour-cent par an sur ces dix dernières années et même 40 à 60 pour-cent ces dernières années. Selon le huitième rapport annuel sur la photovoltaïque publié par le «Joint Research Centre» de la Commission européenne, la production mondiale d'électricité par photovoltaïque s'est montée à 7.3 gigawatt (GW) environ en 2008, avec une puissance installée totale de 15 GW.

>>



Record mondial pour les piles solaires flexibles

Tiwari et son équipe travaillent sur les piles solaires à couches minces en matériaux semi-conducteurs anorganiques; d'autres groupes de recherche de l'Empa s'occupent aussi des piles solaires organiques (voir page 16) et ensemble ils développent ce que l'on nomme des piles tandem qui associent différentes approches pour accroître ainsi le rendement des piles solaires. Les semi-conducteurs utilisés sont le tellurure de cadmium (CdTe) et diséléniure de cuivre-indium-gallium (copper indium gallium diselenid, CIGS, $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$). Grâce à l'absorption lumineuse élevée que présentent ces matériaux, l'épaisseur de ces piles solaires n'est que de dix micromètres contre 200 à 400 pour les piles solaires au silicium standards. Cette faible consommation de matériau diminue les coûts de production. Et c'est précisément ce à quoi il faut parvenir car pour devenir concurrentielle sur le marché mondial, la photovoltaïque doit voir son prix descendre à moins de 0,5 USD par watt installé. Ce prix est actuellement de 0,85 USD pour les piles solaires le meilleur marché.

Tiwari, qui est venu il y a une année avec son équipe à l'Empa depuis l'ETH de Zurich, ne veut pas se limiter à une seule technologie. Ses scientifiques travaillent «large» et recherchent partout ce qu'il y a de meilleur, que ce soit pour ce qui est des matériaux ou de leurs procédés de transformation. Les succès et records enregistrés leur donnent raison. Son équipe détient ainsi par exemple le record mondial d'efficacité pour les piles solaires flexibles à base de tellurure de cadmium, avec un taux de conversion de 12,4 pour cent. Pour les cellules solaires flexibles CIGS leur record est même de 16,0 pour-cent, soit nettement plus élevé que le record précédent Empa-ETH de 14,1 pour cent considéré comme la valeur la plus élevée confirmée par une instance indépendante pour un substrat polymère. Mais ce n'est pas encore tout: «Nos technologies se prêtent aussi parfaitement à un passage à la production industrielle de modules bon marché», comme Tiwari en est convaincu.

Des revêtements «basse température» pour les feuilles polymères

Des travaux de développement sont encore nécessaires avant d'y parvenir. Le but est d'arriver à produire des piles solaires encore plus minces qui possèdent simultanément une puissance élevée tout en étant produites avec des méthodes de revêtement encore plus rapides, plus simples et meilleur marché. Une spécialité de Tiwari sont les revêtements «basse température» pour les feuilles polymères avec lesquelles les revêtements sont appliqués à une température inférieure à 450° C au lieu des 600° C habituels sur le verre, ce qui permet d'éviter que les feuilles polymères fondent. Les feuilles polymères présentent l'avantage d'être flexibles et légères, et on peut ainsi les utiliser en rouleaux pour leur revêtement et diminuer alors notablement les coûts de production.

L'utilisation de piles solaires au tellurure de cadmium est controversée car le cadmium sous forme élémentaire est des plus toxiques. Plusieurs études indépendantes sont toutefois arrivées à la conclusion que le tellurure de cadmium est un composé extrêmement stable et qu'il ne présente ainsi de risques ni pour l'environnement ni pour la santé. Une étude du Brookhaven National Laboratory a même montré que les couches minces photovoltaïques à base de CdTe est la technologie qui produit la plus faible charge environnementale par watt de puissance (dans des conditions de laboratoire), même pour ce qui est du cadmium et cela sur toute leur durée de vie. En exploitation, les modules solaires – au contraire des générateurs de courant conventionnels tels que les centrales électriques à gaz ou à charbon – ne produisent absolument aucun polluant, pas de CO_2 et pas non plus de bruit. Autrement dit exactement ce qu'on attend d'une production d'électricité du futur. //

1

Comparaison des coûts entre alimentation électrique de base (bleu), courant de pointe (rouge) et photovoltaïque (vert). Suivant le rayonnement solaire – Zurich, par exemple, compte 1500 heures de soleil par année – l'électricité solaire devrait devenir concurrentielle d'ici 2020. (Source: RWE Energie AG et SCHOTT Solar GmbH)

2

Piles solaires à couche mince à base de CdTe (à gauche) et de CIGS (à droite), développées à partir de différentes méthodes de revêtement. Dans la couche active, le rayonnement incident produit des paires formées d'électrons (charge négative) et de trous (charge positive). La couche barrière p-n provoque la séparation des charges et l'énergie électrique peut-être captée directement avec les deux contacts électriques. (Photo: Empa)