



# Projet

## Durabilité des systèmes photovoltaïques





## Risques et effets secondaires – Test de durabilité des cellules solaires de troisième génération

Les cellules solaires revêtues d'une couche de pérovskites sont une innovation qui promet une production d'électricité nettement plus efficace et moins coûteuse à partir de la lumière solaire. Une équipe de recherche de la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) a étudié la durabilité de ces nouvelles cellules solaires, d'un point de vue économique, écologique et social.



Susciter l'enthousiasme des gens pour le photovoltaïque sur les bâtiments nécessite des projets de démonstration réussis, comme cette maison de Zurich dotée d'une façade active. *Source* : Beat Bühler





## En un coup d'œil

- La nouvelle technologie des cellules solaires tandem à pérovskites pourrait bénéficier d'un bel avenir commercial, à condition que les coûts de production soient faibles et que la couche de pérovskites reste stable à long terme.
- L'utilisation de minéraux rares dans les nouvelles cellules solaires est écologiquement et socialement discutable : d'une part ces matières premières sont difficiles à trouver et d'autre part leur extraction est parfois très nuisible à l'environnement.
- La population suisse est favorable à une exploitation judicieuse de l'énergie solaire sur les bâtiments, mais de bons exemples sont indispensables pour l'image et le développement des installations photovoltaïques intégrées aux bâtiments.

Les technologies solaires sont en pleine mutation. La chute des prix des modules photovoltaïques a récemment entraîné une forte croissance du marché de l'énergie solaire. Et les dernières évolutions technologiques promettent de dynamiser le marché grâce à des cellules solaires dont l'efficacité devrait faire voler en éclats les limites des technologies établies. Ces cellules solaires inédites renferment un nouveau matériau spécial (iodure de plomb méthylammonium) à structure cristalline de pérovskite, rendant possible des solutions innovantes, telles que la combinaison d'une cellule de silicium avec une cellule solaire à pérovskites. Ce type de cellule tandem permet une exploitation plus efficace de la lumière solaire et atteint un rendement supérieur.

Avant d'affirmer que les nouvelles cellules solaires à pérovskites sont réellement meilleures, d'autres aspects que le rendement doivent être pris en compte. Sur le plan économique, les coûts de production de l'électricité sont déterminants. Ceux-ci sont fonction du rapport entre les frais de matériel et de fabrication d'une part, et de la production en conditions réelles d'autre part. D'un point de vue écologique, il convient de s'intéresser à l'impact environnemental des modules solaires sur l'ensemble de leur durée de vie. À cet égard, la production d'électricité sans émissions marque des points et doit être mise en balance avec la consommation de ressources lors de la production. La durée de vie des modules est décisive pour leur valeur ajoutée écologique et leur succès économique. La stabilité à long terme d'une cellule à pérovskites reste à démontrer. Enfin, chaque mutation technologique implique des conséquences sociales. En effet, de l'extraction des matières premières à l'exploitation d'une installation solaire, en passant par la fabrication des modules en usine, toujours plus de personnes sont concernées.

## Vision globale

Les aspects économiques, environnementaux et sociaux ont été étudiés par des chercheuses et des chercheurs de la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) dans le cadre d'une analyse de durabilité des cellules tandem pérovskite-silicium. Ceux-ci ont comparé les nouvelles cellules solaires au leader actuel du marché, la cellule en silicium. Par ailleurs, ils ont interrogé un échantillon représentatif de la population suisse sur son point de vue à l'égard d'une mise en œuvre à grande échelle de cette nouvelle technologie dans les bâtiments.

L'étude a conclu, entre autres, à la supériorité non seulement technique mais aussi économique des cellules solaires tandem, à condition toutefois que leur surcoût ne dépasse pas quelques centimes par watt de puissance installée. La compétitivité des nouvelles cellules tandem dépendra cependant aussi de la future évolution des cellules éprouvées à base de silicium. Si ces dernières voient leur rendement s'améliorer, elles pourraient remettre en question la rentabilité des cellules tandem.

## Les émissions de CO2 prédominent

Du point de vue écologique, les attentes vis-à-vis de la nouvelle technologie sont grandes. Le courant issu des cellules tandem doit se substituer efficacement aux énergies fossiles et réduire ainsi les émissions de CO2. D'ici 2050, la stratégie énergétique de la Suisse s'est ainsi donnée pour objectif de couvrir au moins 20 % des besoins d'électricité à partir d'énergie solaire. Pour le réseau électrique suisse, une telle proportion d'énergie solaire constitue un réel problème. En raison de la variabilité de l'ensoleillement, il faut s'attendre à des fluctuations de tension. Les chercheuses et chercheurs ont montré que diverses solutions étaient efficaces. L'une des possibilités est une extension du réseau, qui serait toutefois assez coûteuse. Une gestion appropriée des flux d'électricité ou le stockage dans des batteries peuvent également permettre d'atténuer le problème. La recharge de voitures électriques aurait ainsi un effet d'équilibrage sur la tension du réseau.

Indépendamment de la façon dont se fera l'intégration au réseau, l'électricité solaire supplémentaire des cellules tandem rendra le mix électrique suisse plus propre. Si les cellules tandem font aussi bien que les cellules en silicium, voire légèrement mieux, sur le plan de la pollution ou de l'utilisation de terres, on ne peut pas en dire autant en ce qui concerne la consommation de matières premières minérales. En effet, les cellules tandem comportent des minéraux rares, ce qui détériore leur bilan écologique.

## Le revers social du progrès

Les minéraux sont également un facteur critique du point de vue social. En effet, dans de nombreux pays, ces matières premières sont extraites dans des conditions de travail particulièrement pénibles. Le zinc, par exemple, peut provenir de régions exploitées de façon incontrôlée et les recettes de sa vente peuvent être détournées pour financer des conflits armés – c'est ce que l'on appelle les « minéraux du sang ». L'équipe de recherche écrit d'ailleurs dans son rapport que l'impact social de la nouvelle technologie solaire est difficile à évaluer car l'origine des matériaux utilisés est souvent inconnue. Ainsi, tant que ces minéraux rares ne pourront pas être remplacés, le risque social restera élevé.

Un autre facteur social décisif pour le destin d'une technologie est son acceptation. Si la réalisation des objectifs énergétiques passe par l'installation de grandes surfaces de panneaux solaires, l'opposition de la population est prévisible. Il s'agit par conséquent de miser sur le développement d'alternatives moins envahissantes, telles que le photovoltaïque intégré aux bâtiments (BIPV), où les cellules solaires sont installées de façon à ne pas se distinguer visuellement des façades de bâtiments classiques. Une enquête menée par les chercheuses et chercheurs de la ZHAW a confirmé que ce mode de production d'énergie solaire était bien accepté. Ce résultat est toutefois à prendre avec précaution, dans la mesure où les personnes interrogées avaient rarement vu une installation BIPV de leurs propres yeux. De l'avis des chercheurs, pour en garantir l'acceptation, il serait utile de réaliser des projets pilotes dont l'architecture soignée met en lumière les possibilités qu'offre le BIPV.

## De bonnes notes assorties de réserves

Tous aspects de la durabilité confondus, l'équipe de recherche de la ZHAW attribue de bonnes notes aux nouvelles cellules solaires tandem. Cependant, comme elle l'admet elle-même, il est difficile d'évaluer une technologie d'avenir. En effet, les cellules tandem n'ont pas encore atteint le stade de la commercialisation. Leur processus de fabrication industrielle, ainsi que le besoin précis en matières premières ne sont donc pas encore clairement établis. De fortes incertitudes pèsent par conséquent sur ces conclusions. Il y a toutefois une chose que cette étude montre très nettement : il ne va de soi qu'une nouvelle technologie s'impose, même si elle surpasse l'ancienne. C'est pourquoi, il est important de s'interroger au plus tôt sur la durabilité économique, écologique et sociale d'un projet.



## Produkte aus diesem Projekt

- Highly Efficient 3rd Generation Multi-Junction Solar Cells Using Silicon Heterojunction and Perovskite Tandem : Prospective Life Cycle Environmental Impacts  
Date de publication: 25.09.19
- Social Life Cycle Assessment : Specific Approach and Case Study for Switzerland  
Date de publication: 25.09.19
- Energiewende mit unregelmässiger Stromproduktion aus Fotovoltaik  
Date de publication: 25.09.19
- Solarenergie vermindert Stromimporte  
Date de publication: 25.09.19
- Fotovoltaik auf Holz – ein ökologisches Duo  
Date de publication: 25.09.19
- Stromzukunft mit mehr oder weniger Solar ?  
Date de publication: 25.09.19



## Team & Kontakt

Evelyn Lobsiger-Kägi und Prof. Vicente Carabias

Institut für Nachhaltige Entwicklung

ZHAW Winterthur

Technoparkstrasse 2

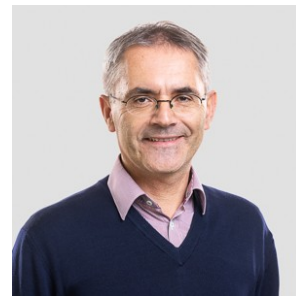
8400 Winterthur

+41 58 934 70 21; +41 58 934 70 15

[evelyn.lobsiger-kaegi@zhaw.ch](mailto:evelyn.lobsiger-kaegi@zhaw.ch); [vicente.carabias@zhaw.ch](mailto:vicente.carabias@zhaw.ch)



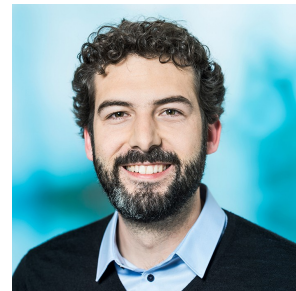
Bettina Furrer  
Projektleiterin



Franz Baumgartner



Thomas Baumann



René Itten

Vicente Carabias



Raphael Knecht



Hartmut Nussbaumer

Evelyn Lobsiger-Kägi



**Energie**

Programmes nationaux de recherche 70 et 71



Matthias Schmid



Harry Spiess



Matthias Stucki



Uros Tomic

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 10.05.2019.