



**Energie**

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

# Projet

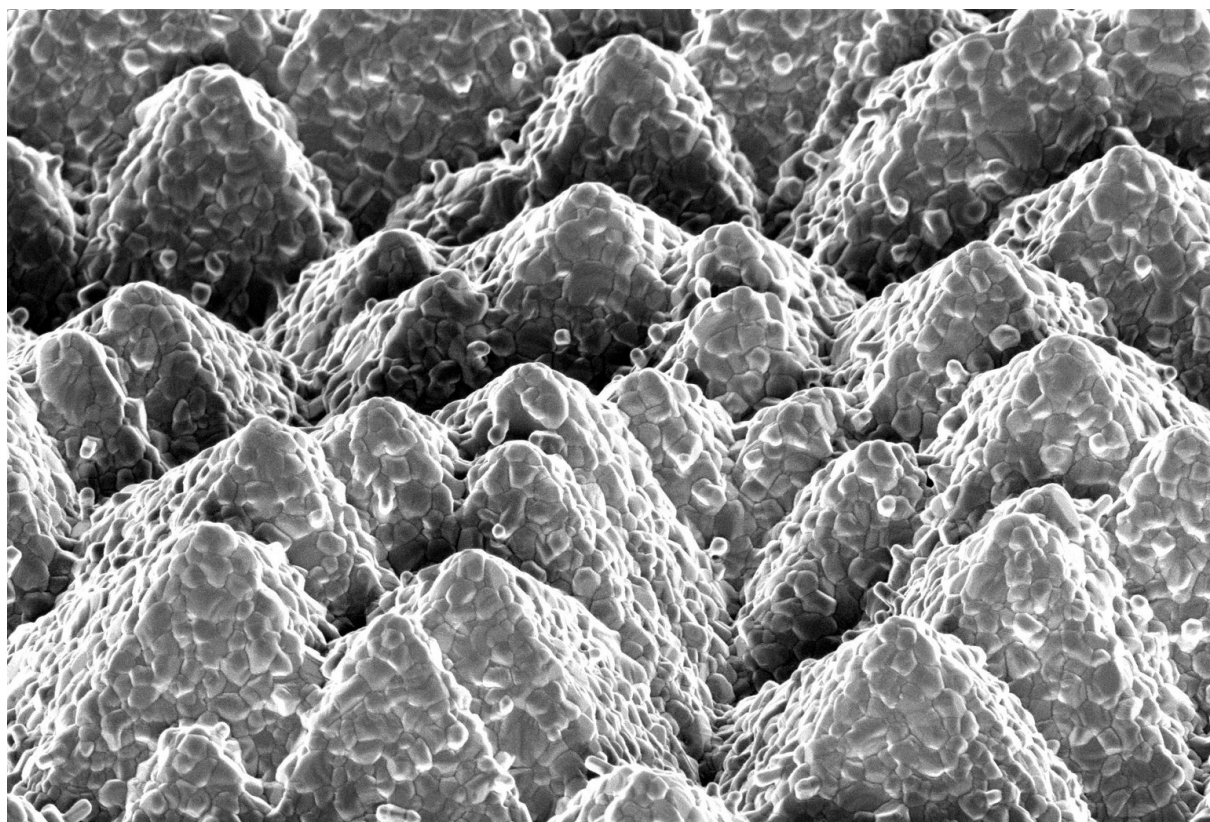
## Une nouvelle génération du photovoltaïque





## Pas à pas, vers l'énergie du futur

Des chercheuses et chercheurs de plusieurs instituts de recherche leader en Suisse ont développé une cellule solaire de nouvelle génération afin de favoriser la réalisation des objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Dans le cadre de six sous-projets étroitement liés, ils ont étudié simultanément tous les aspects de la technologie, de son rendement énergétique à son acceptation sociale.



Vue au microscope d'une cellule solaire tandem silicium-pérovskite avec un rendement de 25,2 % – une des avancées du projet conjoint consacré au photovoltaïque. *Source* : EPFL





## En un coup d'œil

- Plusieurs équipes de recherche suisses ont élaboré les éléments constitutifs de la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 dans le domaine du photovoltaïque.
- Les cellules solaires de nouvelle génération atteignent des rendements records, mais manquent encore de durabilité.
- Des modules de façade durables et visuellement attrayants assurent l'acceptation nécessaire à un recours étendu aux cellules solaires sur les bâtiments.

L'approvisionnement énergétique de l'avenir doit être propre, efficace et peu gourmand en ressources. Le photovoltaïque joue à cet égard un rôle non négligeable. Conformément aux prescriptions de la Stratégie énergétique 2050, la Suisse veut couvrir au moins 20 % de sa future consommation d'électricité grâce à la lumière du soleil. Si les moyens photovoltaïques actuels permettent d'atteindre cet objectif dès aujourd'hui, un certain nombre de développements techniques en cours permettront de répondre encore mieux aux défis à venir.

## Technologies d'avenir prometteuses

Des chercheuses et chercheurs d'un certain nombre d'instituts de recherche leader en Suisse ont voulu relever le défi de mettre en œuvre le photovoltaïque de demain. Des équipes de l'EPF de Lausanne (EPFL), de l'Empa de Dübendorf, de l'Université de Fribourg, de la ZHAW de Winterthur et du CSEM de Neuchâtel ont uni leurs forces dans le cadre de six sous-projets coordonnés, afin de développer une nouvelle génération de cellules solaires plus performantes. Les équipes de recherche ont misé pour cela sur des matériaux et des principes de fonctionnement inédits, promettant un bond en avant en termes de rendement de la conversion de la lumière solaire en électricité. Cela permettrait d'atténuer de nombreux problèmes liés à l'énergie solaire : la surface requise pour produire une quantité donnée d'électricité serait moins importante, ce qui se traduirait aussi par une baisse des coûts de production. De même, l'impact esthétique des panneaux solaires sur les paysages et les sites en serait réduit.



## Le paramètre clé de l'efficacité

Le potentiel de développement de cellules solaires plus efficaces tient avant tout à la nouvelle catégorie de matériaux que constituent les pérovskites. Un sous-projet était intégralement consacré à ce matériau qui se distingue, entre autres, par ses excellentes propriétés d'absorption de la lumière et sa facilité de mise en œuvre. L'objectif principal était de rendre les cellules solaires à pérovskites aptes à une production industrielle à grande échelle. Cela suppose avant tout que le rendement élevé des cellules solaires reste stable sur une longue durée d'exploitation.

Afin de tirer des performances maximales des pérovskites, il s'agissait également d'optimiser les autres composants des cellules solaires, par exemple les interfaces. Ces couches sont importantes pour le transport sans pertes des charges. Leur optimisation a fait l'objet d'un sous-projet distinct. Un défi particulier consistait à cet égard à améliorer la transparence des interfaces sans affecter leurs propriétés électriques.

Des matériaux transparents permettent également la fabrication de cellules solaires d'un nouveau type, composées de plusieurs couches actives. Ces cellules solaires dites tandem associent des cellules solaires à pérovskites à la technologie éprouvée des cellules au silicium ou à des cellules solaires à couche mince en séléniure de cuivre, d'indium et de gallium (CIGS). Le principe bicouche des cellules tandem permet de mieux exploiter l'énergie de la lumière solaire sur l'ensemble du spectre. Les éléments constitutifs de ces cellules solaires inédites hautement efficaces ont été développés dans le cadre d'un troisième sous-projet.



## Une approche globale

Les chercheuses et chercheurs étaient conscients qu'une efficacité supérieure en conditions de laboratoire ne suffisait pas. Pour conquérir le marché et avoir une chance de se diffuser largement, les nouvelles cellules solaires doivent aussi être économiques, durables et esthétiques. C'est pourquoi, trois des six sous-projets étaient axés sur les possibilités de mise en œuvre pratique de cette nouvelle technologie.

La production d'électricité en conditions réelles d'ensoleillement et d'intempéries constitue à ce titre un aspect central. Pour le chiffrer, l'équipe de recherche a développé une boîte à outils de modèles numériques, permettant de simuler l'intégralité de la chaîne de production de courant, des caractéristiques physiques des cellules solaires à l'exploitation de l'installation dans un site donné. Ces outils de simulation peuvent servir aussi bien à des fins de recherche que pour la planification de panneaux solaires avec cette nouvelle technologie.

Avec cette nouvelle génération d'installations solaires, les chercheuses et chercheurs souhaitent utiliser davantage le potentiel qu'offrent les surfaces des bâtiments. Outre les toitures, les façades devraient ainsi être elles aussi mises à profit pour produire de l'électricité, grâce au concept de « photovoltaïque intégré aux bâtiments » ou BIPV (Building Integrated Photovoltaics). La promotion de cette idée a fait l'objet d'un sous-projet distinct. Les équipes de recherche ont développé à cet effet des modules photovoltaïques de façade alliant durabilité et esthétique. Grâce à des couleurs et des textures attrayantes, ces panneaux solaires offrent aux architectes de nouvelles possibilités de conception.

Ces discrètes façades solaires sont d'ailleurs très bien accueillies par la population. C'est en tout cas une des conclusions du sixième sous-projet, consacré à l'évaluation de la durabilité des nouvelles cellules solaires d'un point de vue économique, écologique et social. Dans ce cadre, les chercheuses et chercheurs ont également étudié les stratégies devant permettre au réseau électrique d'absorber à l'avenir une part grandissante de courant solaire. En somme, cette étude globale se solde par un bon pronostic de faisabilité des cellules solaires à pérovskites – à condition toutefois qu'elles puissent offrir une longévité suffisante.



## Permettre la transition énergétique grâce à la recherche de pointe

La durabilité est en effet le principal défi restant à relever par la technologie des pérovskites. Si ces cellules ne satisfont pas encore au standard requis, elles affichent toutefois des progrès visibles. Le recours à des matériaux optimisés et à un vitrage de protection a déjà permis de considérablement améliorer les performances des cellules solaires lors des tests de résistance. Les équipes de recherche suisses ont également obtenu des résultats très fructueux en termes de rendement, battant même plusieurs records mondiaux avec leurs cellules tandem. Grâce à des modules de façade colorés et attrayants, les chercheuses et chercheurs ont également ouvert la voie à de nouvelles possibilités en matière d'architecture photovoltaïque. Cette collaboration ambitieuse a ainsi atteint son objectif de mettre à disposition les éléments constitutifs de la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050.



**Energie**

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

## Produkte aus diesem Projekt



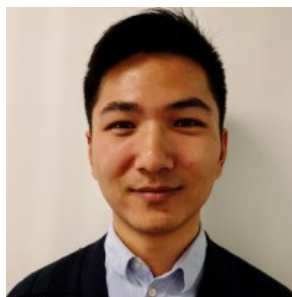
## Team & Kontakt

Prof. Christophe Ballif  
EPFL STI IMT PV-LAB  
MC A2 304 (Bâtiment MC)  
Rue de la Maladière 71b  
CP 526  
2002 Neuchâtel 2

+41 21 695 43 36  
[christophe.ballif@epfl.ch](mailto:christophe.ballif@epfl.ch)



Christophe Ballif  
Directeur de projet



Fan Fu



Aïcha Hessler-Wyser



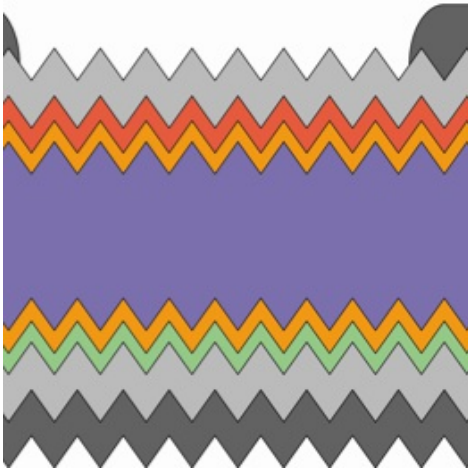
Quentin Jeangros



Björn Niesen

Projets joints,





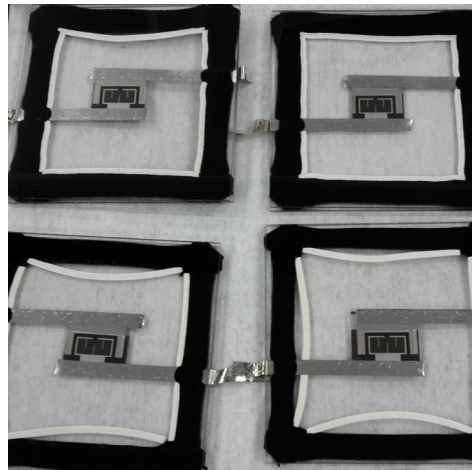
Interfaces dans les cellules solaires

Bien plus qu'un simple interstice : les couches intermédiaires dans les cellules photovoltaïques



Cellules solaires multi-jonctions

Les cellules solaires tandem fixent de nouvelles normes d'efficacité énergétique



Les cellules à pérovskites du futur

La pérovskite est l'avenir des cellules solaires



Systèmes photovoltaïques intégrés ultra-performants

L'esthétique du développement durable



Simulation de systèmes photovoltaïques

L'informatique contribue à la naissance  
d'une nouvelle génération de cellules  
solaires



Durabilité des systèmes photovoltaïques

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

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