



**Energie**  
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

# Projet

## Systemes photovoltaïques intégrés ultra-performants



## L'esthétique du développement durable

Jusqu'à présent, l'esthétique n'était pas un critère prioritaire de l'amélioration des modules solaires. De même, les architectes ne pensent pas forcément à l'énergie solaire lors de la conception d'un projet. Des chercheuses et chercheurs du CSEM de Neuchâtel et de l'EPF de Lausanne veulent changer les choses et inciter à l'exploitation du potentiel de production d'électricité des bâtiments.



Le cube de démonstration présente à l'échelle réelle les possibilités esthétiques et techniques des nouveaux éléments de façade à cellules photovoltaïques intégrées. *Source* : Final report Perret-Aebi





## En un coup d'œil

- Les façades de bâtiments peuvent apporter une contribution de taille au développement de l'énergie solaire.
- Intégrés à des modules de façade à la finition esthétique, les panneaux solaires disposent aujourd'hui d'atouts susceptibles de séduire les architectes.
- Le développement de nouvelles cellules solaires plus performantes est essentiel pour diminuer le coût des installations photovoltaïques intégrées aux bâtiments, ainsi que l'espace qu'elles occupent.

Trouver des surfaces appropriées pour l'installation de panneaux solaires n'est pas aisé dans un petit pays comme la Suisse. Quoi de plus évident alors, que de profiter du potentiel énergétique des surfaces de bâtiments inutilisées ? 40 % des surfaces de toitures orientées vers le soleil suffiraient pour atteindre l'objectif de production de 11 térawattheures de courant solaire, fixé par la Stratégie énergétique 2050. 30 % de la capacité prévue pourraient d'ailleurs être couverts par des façades de bâtiments.

Les enveloppes de bâtiments capables de convertir la lumière du soleil en électricité sont déjà une réalité. Pourtant, le « photovoltaïque intégré aux bâtiments », en abrégé BIPV (Building Integrated Photovoltaics), est encore rarement utilisé. En effet, les architectes ne voient guère d'intérêt à revêtir leurs projets d'inesthétiques modules solaires.

Des chercheuses et des chercheurs du CSEM de Neuchâtel et de l'EPF de Lausanne œuvrent à la démocratisation du BIPV. Leur ambition est ni plus ni moins qu'un changement de paradigme : le photovoltaïque ne doit pas être perçu comme une problématique de technique énergétique, mais comme un espace de liberté pour la conception architecturale. Dans cette optique, il s'agit avant tout de développer les possibilités esthétiques du BIPV.



## Une référence esthétique en matière d'architecture solaire

L'objectif des chercheuses et chercheurs : créer une référence en matière d'architecture, qui démontre comment il est possible de concilier une production d'énergie efficace et une esthétique contemporaine. Ils ont développé un module de façade compatible avec les cellules solaires courantes, dans lequel ces dernières sont masquées par une enveloppe esthétique. Ce résultat est obtenu grâce à un tissage coloré et opaque, placé entre deux couches de verre, qui couvre partiellement l'ensemble de la surface.

Le nouveau module de façade adopte également des solutions d'avant-garde en matière d'écologie de la construction. Réalisé en bois, un matériau renouvelable, il est doté d'une isolation thermique efficace à base de matières naturelles comme la cellulose et les fibres de bois. Cela permet des économies d'énergie tout au long du cycle de vie d'un bâtiment, de sa construction (énergie grise) à son utilisation (énergie de chauffage). De plus, les modules sont faciles à démonter et à recycler.

Dans un premier temps, l'intégration de cellules solaires dans les éléments de façade se traduit par une hausse de la consommation de ressources. En outre, une façade BIPV revient en moyenne un tiers plus cher qu'une façade traditionnelle. L'électricité solaire produite sans émissions compense toutefois très largement l'impact environnemental de la fabrication et couvre le surcoût de l'investissement en quelques années.

## L'efficacité est capitale

Le bilan énergétique et financier pourrait être encore meilleur si l'efficacité des modules solaires était supérieure. La réduction de l'espace nécessaire ferait baisser le coût par kilowattheure et étendrait la marge de manœuvre architecturale, ce qui pourrait donner un élan supplémentaire à la technologie BIPV. Cet objectif pourrait bientôt devenir réalité, car une nouvelle génération de cellules solaires avec un rendement amélioré est en cours de développement. Grâce aux cellules solaires tandem à deux couches, 25 % des surfaces de toitures appropriées seraient théoriquement suffisantes pour atteindre les objectifs de développement de la Stratégie énergétique 2050.

Si les cellules solaires tandem ne sont pas encore opérationnelles pour une mise en œuvre pratique, cela est entre autres dû à leur manque global de stabilité. Pour y remédier, les chercheuses et chercheurs ont développé une méthode efficace d'encapsulation. Par ailleurs, des cellules tandem plus stables sont en cours d'élaboration. Les cellules solaires ainsi enchâssées ont passé le test de résistance avec brio : exposées à un climat chaud et humide, ainsi qu'à un rayonnement sans protection UV, elles ont fourni du courant de façon fiable et constante.

## Repenser les bâtiments

Les prescriptions de la Stratégie énergétique 2050 ne permettent toutefois pas d'attendre que les nouvelles cellules solaires atteignent le stade de la production en série. Les nouveaux modules BIPV à base de cellules solaires standard devraient être mis en œuvre au plus vite. En tant que premiers intervenants dans la planification des bâtiments, les architectes jouent à cet égard un rôle central. Pour convaincre le monde de l'architecture du concept du photovoltaïque intégré aux bâtiments et bénéficier de son feed-back, l'équipe de recherche a construit un prototype de démonstration sous la forme d'un mini-bâtiment cubique, permettant de découvrir de visu et grande nature l'apparence et le fonctionnement des modules BIPV. Le prototype a été favorablement accueilli par les architectes – 90 % des visiteurs d'un forum d'architecture national ont déclaré envisager une future prise en compte du BIPV dans leurs processus de conception.



Les nouveaux modules BIPV permettent de donner aux façades des aspects visuels très variés. Selon le concept retenu, le bilan énergétique sera lui aussi différent.

Le concours « Active Housing », organisé dans le but de stimuler la mise en œuvre des nouvelles possibilités qu'offre le photovoltaïque en matière d'architecture, a réuni 39 participants. C'est sous cette devise, que l'EPFL a permis aux étudiantes et étudiants en architecture d'explorer la liberté de conception qu'offrent les nouveaux éléments de façade. Ce concours a montré que la mise en contact de la nouvelle génération de professionnels de l'architecture avec la nouvelle génération de façades pouvait déclencher une nouvelle façon de penser les bâtiments.



## Produkte aus diesem Projekt

- Integrated thinking for photovoltaics in buildings  
Date de publication: 25.09.19
- Fully textured monolithic perovskite/silicon tandem solar cells with 25.2 % power conversion efficiency  
Date de publication: 25.09.19
- Un démonstrateur de façade active bas carbone  
Date de publication: 25.09.19
- 9° édition du forum ecoparc. Potentiel solaire des territoires urbains : vers de nouveaux paradigmes ?  
Date de publication: 25.09.19
- Concevoir des façades actives bas carbone  
Date de publication: 25.09.19





## Team & Kontakt

Laure-Emmanuelle Perret-Aebi  
Photovoltaics and Thin Film Electronics Laboratory  
EPF Lausanne  
MC A2 302 (Bâtiment MC)  
Rue de la Maladière 71b, CP 526  
2002 Neuchâtel 2

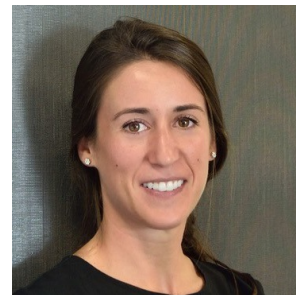
+41 21 695 42 76  
[laure-emmanuelle.perret@epfl.ch](mailto:laure-emmanuelle.perret@epfl.ch)



Laure-Emmanuelle  
Perret-Aebi  
Projektleitung



Gianluca Cattaneo



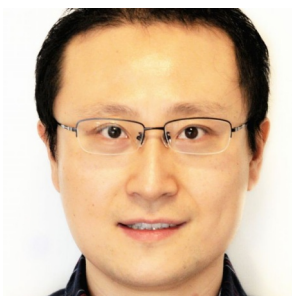
Angela Clua



Jordi Escarré



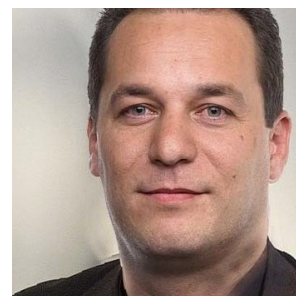
Patrick Heinstein



Hengyu Li



Sophie Lufkin



Emmanuel Rey



**Energie**

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au  
18.06.2019.