

CONGRÈS PHOTOVOLTAÏQUE SUISSE 2025





A.Borja-Block¹, J. Escarre Palou², M. Courtant¹, A. Virtuani², G. Cattaneo², M. Roten², H. Li², M. Despeisse², A. Hessler-Weyser¹, U. Desai¹, A. Faes^{1,2}, C. Ballif^{1,2}, **Bénédicte Bonnet-Eymard**²

¹ PV-LAB, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Neuchâtel, Switzerland
² CSEM, Sustainable Energy Center, Neuchâtel, Switzerland

SOLUTIONS DE COLORATION POUR LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES INTÉGRÉS AUX BÂTIMENTS : UNE REVUE

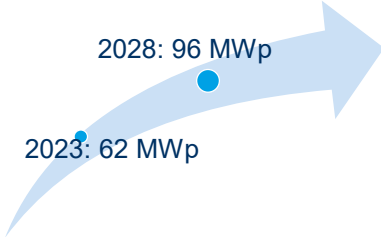
2 avril 2025



LA SUISSE ET L'ESTHÉTIQUE





> 8 % du marché PV distribué est intégré (BIPV) en 2024 en Suisse*

Croissance attendue du BIPV en Suisse (capacité installée annuelle) **:



2028: 96 MWp

2023: 62 MWp

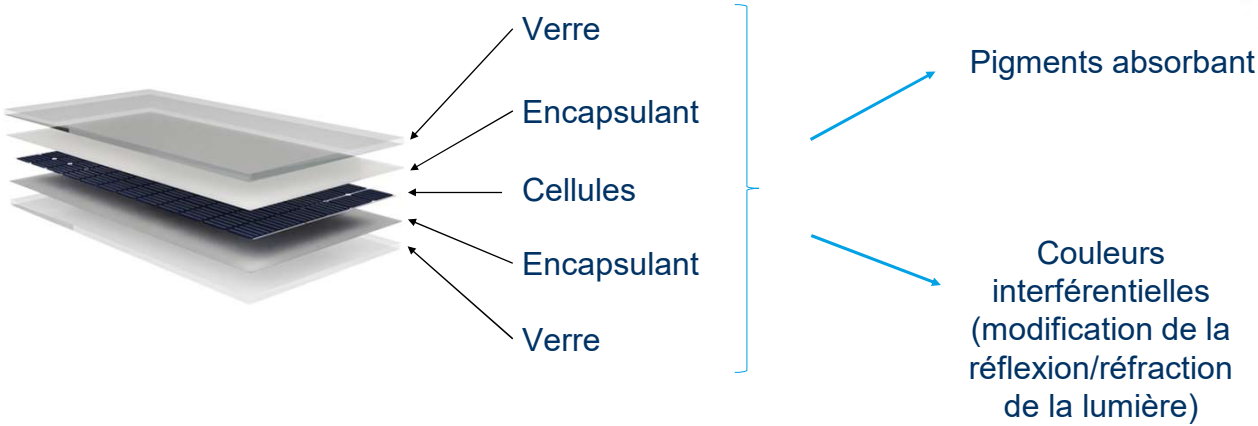


4

*pronovo.ch / ** BIPV, A practical handbook for solar buildings' stakeholders, SUPSI, 2024



COMMENT POUVONS-NOUS APPORTER DES COULEURS DANS LES MODULES ?



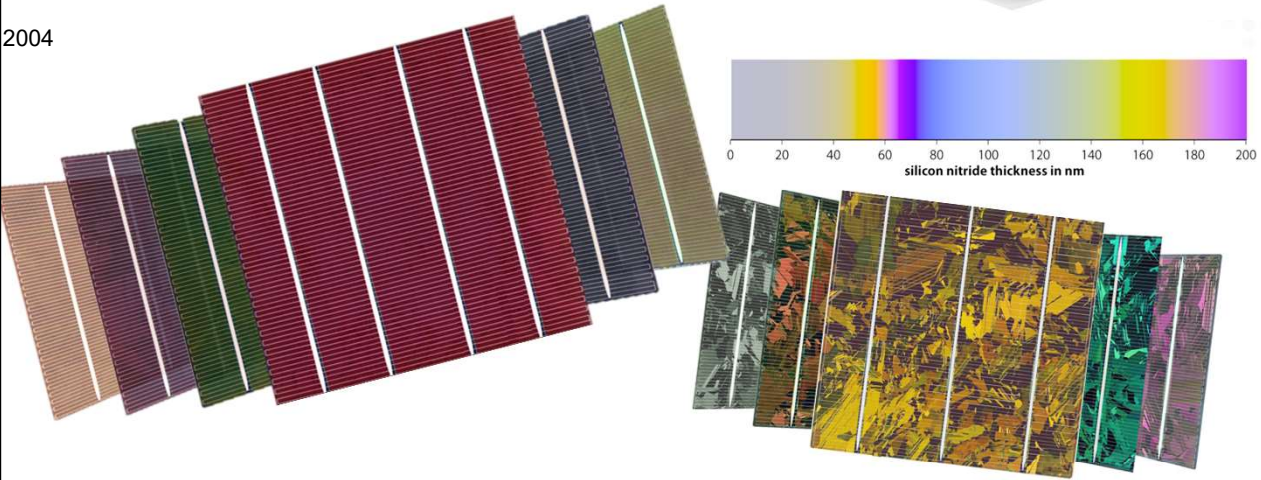
5

csem



CELLULES COLORÉES

2004



Cellules en silicium cristallin colorées en jouant sur l'épaisseur du revêtement antireflet

6

csem

7

EPFL

PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

FEUILLE COLORÉE

FREE SUNS

SOLAR ROOFS

Glass

Encapsulant

Cells

Encapsulant

Glass



EPFL

PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

FEUILLE COLORÉE - ART

Compáz (CH)

BE SMART

Glass

Encapsulant

Cells

Encapsulant

Glass



6

EPFL
 École Polytechnique
 Fédérale de Lausanne
 IEM Neuchâtel
 csem

VERRE COLORÉ

← Glass
 Encapsulant
 Cells
 Encapsulant
 Glass

Spreitenbach, CH

Genk, BE

Middelburg, NL

glaströsch HSLU Hochschule Luzern

KameleonSolar

with a touch of
soltech

3S Swiss Solar Solutions

Impression céramique numérique

csem

EPFL

PV-lab

ITEM NEUCHÂTEL

csem

VERRE COLORÉ

COULEUR INTERFERENTIELLE

MERCK

Ceramic Colors Wolbring

Glass

Encapsulant

Cells

Encapsulant

Glass

Pâtes colorées spéciales pour la sérigraphie avec des flocons de mica recouverts d'une fine couche de dioxyde de titane (pigments photoniques) csem

13

EPFL

PV-lab

ITEM NEUCHÂTEL

csem

VERRE COLORÉ

COULEUR INTERFERENTIELLE

Kromatix™

Copenhagen, DK

Glass

Encapsulant

Cells

Encapsulant

Glass

Amsterdam

Lausanne

Traitements de surface nanotechnologiques csem

14

7

EPFL

PV-lab

ITEM NEUCHÂTEL

csem

VERRE COLORÉ

MorphoColor, Fraunhofer ISE

Glass

Encapsulant

Cells

Encapsulant

Glass

COULEUR INTERFERENTIELLE

Freiberg, DE

15

Structure lamellaire

csem

...un feu d'artifice de possibilités

Désolée de ne pas mentionner toutes les entreprises et approches !!

EPFL

PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

COÛT : LE PANNEAU SOLAIRE COMME ÉLÉMENT DE CONSTRUCTION

BIPV = combinaison de fonctionnalités

Couverture

Production d'énergie

Coût = Élément BIPV – Matériel de couverture remplacé – Production d'électricité - Subventions

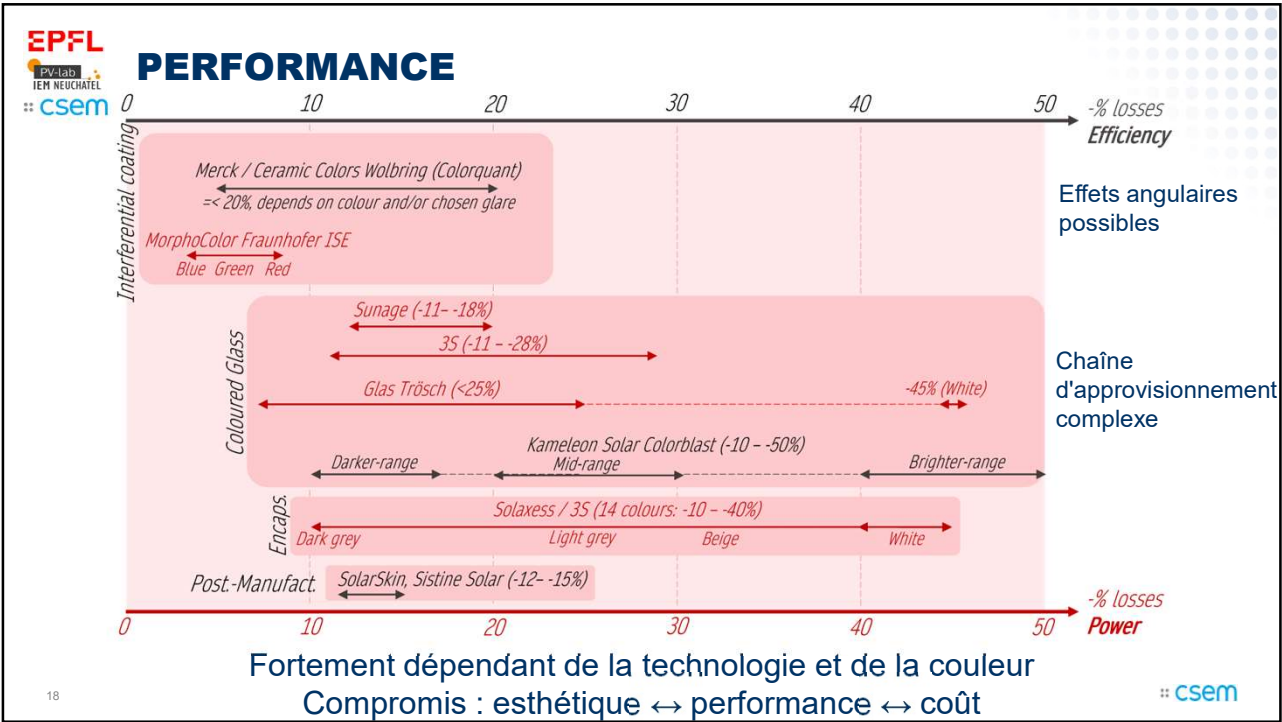
FORT IMPACT DES POLITIQUES PUBLICS

Est-ce financièrement équivalent à un élément non-actif?
- Oui, cela peut l'être !

Est-ce que cela réduit l'empreinte carbone totale ?
- Oui, dans de nombreux cas, même pour les façades nord !

The carbon intensity of integrated photovoltaics A Virtuari, Joule 7 (11), 2511-2536 (2024)

csem



EPFL


PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

DÉFIS AVEC LES REVÊTEMENTS/MATÉRIAUX UTILISÉS

Dégradation












Avant


Après exposition

Avant

Tests approfondis de chaque revêtement/pigments/matériaux utilisés pour toute la diversité des tests, en conjonction avec les technologies de cellules changeantes et les schémas d'interconnexion

Stabilité de la couleur

Sample ID	Colorimeter	Spectrometer	LAI colorimeter
Ivory 0 mm			
Ivory 3.2 mm			
Ivory 6.4 mm			



19

EPFL

PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

EPFL

PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

TESTS DE FIABILITÉ & AMÉLIORATION

Exemple de plateforme CSEM avec ligne d'extrusion pour polymère personnalisé, fabrication de modules et infrastructure de tests intensifs pour modules et modules colorés







Les défis de fiabilité doivent être pris au sérieux !

csem

20

EPFL

PV-lab

IEM NEUCHÂTEL

csem

TECHNIQUES DE COLORATION POUR LE PV : CONCLUSION

- Révolution dans les panneaux photovoltaïques pour l'intégration aux bâtiments au cours des 10 dernières années
- Remplacement des éléments de construction inactifs par des éléments actifs
- Multiples solutions, produits et entreprises actives - chaque approche a ses avantages et inconvénients
- Une opportunité de maintenir les activités de niche sur le marché européen avec un potentiel de croissance



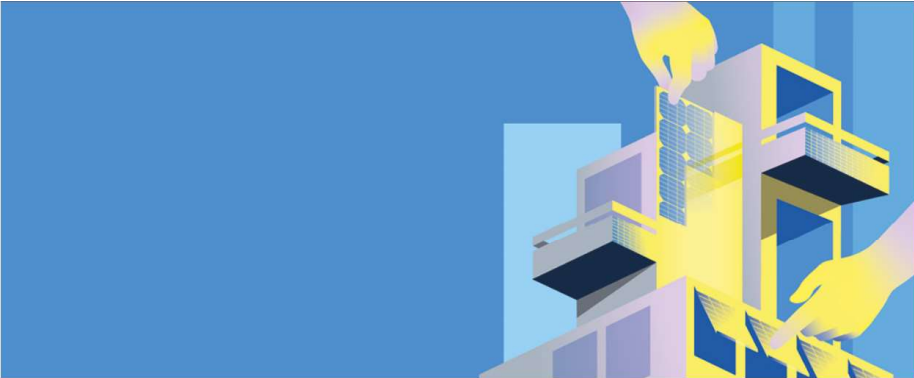
A. Borja Block et al., "Colouring solutions for building integrated photovoltaic modules: A review," Energy and Buildings, vol. 314. Elsevier BV, p. 114253, Jul. 2024. doi: 10.1016/j.enbuild.2024.114253.


21





22


NOUVEAU CAS - BIPV



 Certificate of Advanced Studies (CAS) / Modules individuels


 Septembre 2025 à janvier 2026

 Campus UNIL-EPFL, Lausanne

 [S'INSCRIRE](#)

PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ AUX BÂTIMENTS (BIPV)

23





REMERCIEMENTS

Funded in part by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Be-SMART project (818009) and the Marie Skłodowska-Curie grant agreement 754354.

Funded in part by DELIGHT project (SOLAR-ERA.NET), Building integrated lightweight PV (BeePV) (INNOSUISSE project number 104.300.1 IP-EE) and Swiss excellence government scholarship (grant id: 2023.0173).

Funded in part by the European Union and by the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI) under grant agreements 101096126 (SEAMLESS-PV), 101136094 (SPHINX project) and 101136112 (INCREASE project).

We gratefully acknowledge support from all PV-Lab, CSEM team members and all the institutions that kindly collaborated in this work.



benedicte.bonnet-eymard@csem.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN





12



Colouring techniques for PV

References

- [01] https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_en
- [02] Figure from: HZB Home https://www.helmholtz-berlin.de/projects/baip/bipv_en.html
- [03] Building in Zürich, Switzerland, with terracotta foil. 3S Swiss Solar Solutions AG
- [04] Test installation of MegaSlate Flair DCP coloured modules in Bern with a varied range of colours. Image courtesy of 3S Swiss Solar Solutions AG.
- [05] SUM prototype from Kameleon Solar. (A) Façade. (B) Close-up of the small spaced out DCP hexagons. (C) Full façade. Images provided by Kameleon Solar, Team SUM
- [06] A portfolio of Colorquant product samples from Ceramic Colors Wolbring. Image provided by Ceramic Colors Wolbring GmbH
- [07] Building in Zürich, Switzerland, with terracotta foil. Images provided 3S Swiss Solar Solutions AG
- [08] Freesuns project in Ferlens, Switzerland, with different tones of terra cotta solar tiles. (A) Distant perspective. (B) Near perspective. (C) Close-up view. Images courtesy of Freesuns
- [09] Solaxess
- [10] Computer Science Building of the University of Belfast with Vanceva coloured foils. (A) Main entrance. (B) Façade. Images courtesy of Vanceva
- [11] Project for DEWA R & D from Onyx solar employing see-through coloured a-Si. Image provided by Onyx solar
- [12] First building equipped with Kromatix technology at EPFL main campus. Images courtesy of Kromatix™ SA
- [13] Iconic BIPV building of the Copenhagen International School with blue green Kromatix glass. Images courtesy of Kromatix™ SA
- [14] Morphocolor Fraunhofer ISE
- [15] BIPV building made with a Solaxess nanotechnology white film. Image courtesy of Solaxess
- [16] LOFSolar
- [17] LOFSolar
- [18] Murdoch University Greenhouse with ClearVuePV windows. Images courtesy of ClearVuePV
- [19] Explanatory schematic - ClearVuePV LSC transparent window. Images courtesy of ClearVuePV
- [20] Sistine Solar projects. La Monarch mural and Solar flower at Southeast New Mexico College. Images provided by Sistine Solar
- [21] Examples of realizations using coloured PV modules by Comp'az. Images courtesy of Association Comp'az
- [22] A. Borja Block et al., "Colouring solutions for building integrated photovoltaic modules: A review," Energy and Buildings, vol. 314. Elsevier BV, p. 114253, Jul. 2024. doi: 10.1016/j.enbuild.2024.114253.
- [23] C. Kutter, et al., Decorated building-integrated photovoltaic modules: power loss, color appearance and cost analysis, in: 35th Eur. Photovolt. Sol. Energy Conf. Exhib. 1488-1492, 2018, p. 5, doi: 10.4229/35THEUPVSEC20182018-6A0.8.6, 3529 kb.
- [24] A. Borja Block, et al., Accurate color characterization of solar photovoltaic modules for building integration, Solar Energy, Volume 267, 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X23008617>
- [25] M. Courtant, et al., Colorimetry of modules for building-integrated photovoltaic applications, July 2024, <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202309105779>