



INGÉNIERIE FAÇADE



PHYSIQUE DU BÂTIMENT



DIRECTION DE TRAVAUX



EXPERTISES



**Ingénieurs & Spécialistes**  
**ENVELOPPE DU BÂTIMENT**  
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX  
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50  
1003 Lausanne  
T +41 21 601 83 23  
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64  
1201 Genève  
T +41 22 786 89 20

[info@biffsa.ch](mailto:info@biffsa.ch)  
[www.biffsa.ch](http://www.biffsa.ch)

---

# LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE

---

## LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE

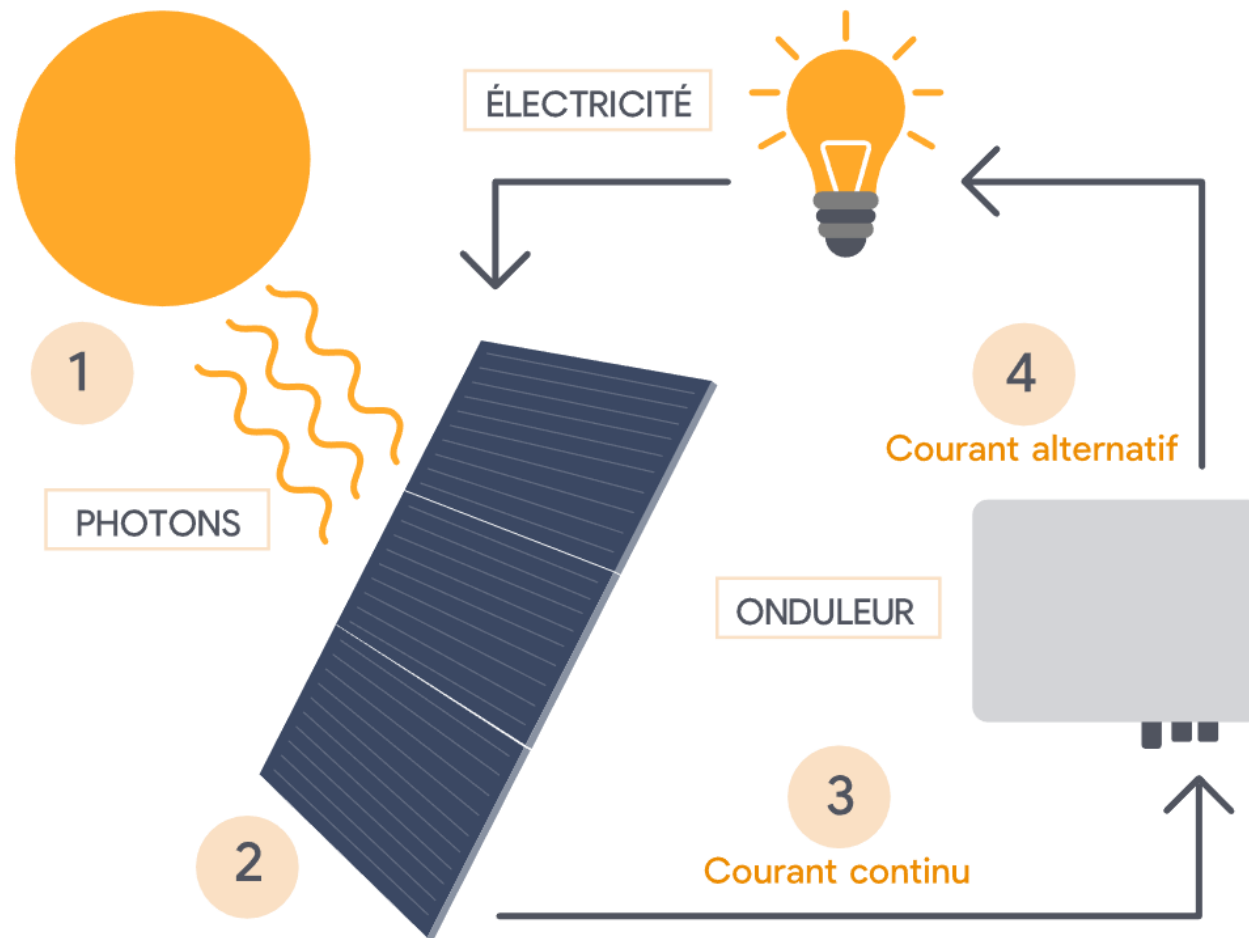


Schéma d'un système photovoltaïque

# L'ONDULEUR

L'onduleur est un dispositif électronique, qui se présente sous la forme d'un boîtier et se fixe près des panneaux. Sa fonction est de **transformer le courant continu en courant alternatif pour un usage domestique.**

Il y a 3 types d'onduleurs :

### **Onduleur en chaîne ou centralisé**

Il y a un seul dispositif dans un système photovoltaïque. Il s'appelle « en chaîne » parce que tous les panneaux du système fonctionnent avec un branchement en série.

### **Micro-onduleur**

C'est un onduleur de petite taille qui sert pour 1 à 2 panneaux (selon la configuration du système). En reliant ces micro-onduleurs, les panneaux du système fonctionnent avec un branchement en parallèle, ce qui signifie que les panneaux sont indépendants.

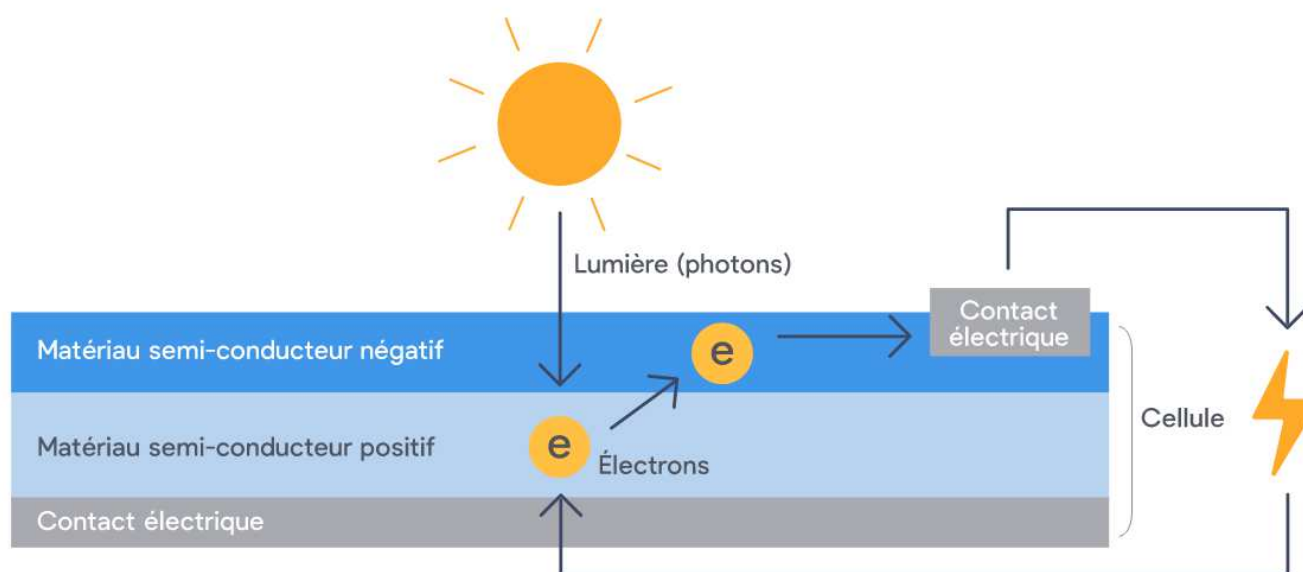
### **Optimiseur**

L'optimiseur est le compromis idéal entre les deux solutions précédentes. Comme son nom l'indique, **il optimise la production d'électricité en maximisant le rendement de chacun des panneaux individuellement.** Son système permet également de détecter tout dysfonctionnement et de contrôler la production en temps réel.





# LE PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE

À la base du fonctionnement d'un panneau solaire, il y a ce qui s'appelle **“effet photovoltaïque”** ou **“effet photoélectrique”**. Découvert en 1839 par le physicien français Alexandre Edmond Becquerel, il désigne la capacité de certains matériaux exposés à la lumière à produire un champ électrique. C'est le cas notamment du silicium.

Le panneau photovoltaïque est donc composé de deux couches de cet élément, sous la forme de cellules photovoltaïques. Les deux couches sont reliées entre elles par des fils conducteurs. La couche supérieure possède un surplus d'électrons (N, pour négatif) et la couche inférieure possède un déficit d'électrons (P, pour positif). Ces bornes N et P permettent de créer une différence de potentiel électrique : **c'est tout simplement le principe d'une pile**. Ainsi, les électrons circulent dans un seul sens, de la borne N à P, on obtient donc un courant électrique !



# TYPE DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

			
<b>Panneau avec cellules en silicium monocristallin</b>	<b>Panneau avec cellules en silicium polycristallin</b>	<b>Panneau avec cellules en couche-mince ou en silicium amorphe</b>	<b>Panneau solaire hybride "photovoltaïque-thermique"</b>
cellules carrées aux coins arrondis encadrées sous verre, aspect bleu uni ou noir	cellules juxtaposées sans jour, à l'aspect scintillant (dû à l'amalgame de cristaux orientés en tous sens) et encadrées sous verre	aspect foncé et uniforme (comme les cellules des caulettes)	combinant un panneau photovoltaïque et un capteur thermique, ce type de panneau permet à la fois de produire de l'électricité et de chauffer l'eau
<b>rendement 16 - 20%</b>	<b>rendement 15 - 17%</b>	<b>rendement 6 - 14%</b>	<b>rendement 5 - 15%</b>
- peut être utilisé comme couverture translucide (auvent, toiture de garage) - meilleur rendement pour les installations dans <b>les régions à faible ensoleillement</b>	- plus sensible à la couverture nuageuse et à la chaleur qu'un panneau monocristallin - sont indiqués dans <b>les zones très ensoleillées</b> - sont plus écologiques que les panneaux solaires monocristallins	- nombreuses technologies en plein développement, très mince ou souple, <b>moins sensible aux températures élevées</b> , certains ont une nette baisse de performance au cours des premières années, mais qui se stabilise par la suite	- un panneau solaire photovoltaïque a une production optimale d'électricité lorsque sa température est à environ 20°C. Or, il s'échauffe sous le soleil et perd de son efficacité
le plus cher	bon rapport qualité prix	le moins cher	

# LE RENDEMENT d'un panneau photovoltaïque

Tous les panneaux solaires ont un rendement calculé dans les mêmes conditions appelées STC (Standard test conditions) avec comme principale valeur un ensoleillement à 1'000 W/m<sup>2</sup>. La puissance du panneau solaire est donc comparée à cette valeur moyenne d'ensoleillement envoyée sur terre.

Théoriquement, un panneau solaire d'une surface de 1m<sup>2</sup> et d'une puissance de 1'000 W aurait un rendement de 100%. Le rendement est directement lié à la surface du panneau et à sa puissance, mais pas à sa production.

**Le rendement d'un panneau solaire** correspond au rapport entre la **quantité d'énergie produite par le panneau** et la **quantité d'énergie solaire qu'il reçoit**. En d'autres termes, le taux de rendement est en fait la quantité de lumière (de l'énergie solaire) qui a pu être convertie en électricité par l'installation. Il s'agit d'un chiffre théorique, une caractéristique technique indiquée par le fabricant.

Généralement, le rendement se situe entre 6 et 22%, mais il varie en fonction de plusieurs facteurs :

- lieu de l'installation (voir la carte suivante)
- l'inclinaison des panneaux (idéal entre 15 et 35°)
- l'orientation des panneaux (idéal vers le sud)
- la température des panneaux (le rendement descend par rapport aux températures élevées).

## LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE






Le rayonnement solaire en Suisse selon les régions



## LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE

Un panneau photovoltaïque peut s'intégrer dans une façade en plusieurs manières :

		
Comme un verre transparent pour alimenter les vitrages intelligents.	Comme un verre semi-transparent avec impact sur l'architecture du bâtiment et sur la conception de la façade du point de vue de ses performances.	Comme un revêtement du bâtiment qui engène un défi d'esthétique architecturale sur la base d'une façade active.
Puissance : 18 – 50 W/m <sup>2</sup>	Puissance : 35 – 95 W/m <sup>2</sup> (série S) 65 – 85 W/m <sup>2</sup> (série H)	Puissance : > 100 W/m <sup>2</sup>

## LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE

# VITRAGE PHOTOVOLTAÏQUE TRANSPARENT

- Cellules PV invisibles
- Couleur neutre, lumière naturelle
- Disponible en laminé ou en double vitrage

### Autonomie pour vitrages intelligents :

- Alimenter des vitrages intelligents (capteurs, vitrages opacifiant,...)
- Alimentation de fonctions sans fil pour la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) & l'IOT



# VITRAGE PHOTOVOLTAÏQUE SEMI-TRANSPARENT

- Flexibilité de format et design
- Confort de la lumière naturelle et neutre
- Contribue à la certification des bâtiments écologiques (BREEAM, HQE...)
- Protège la valeur des actifs immobiliers dans le temps

Esthétiquement, se divise en 2 catégories :

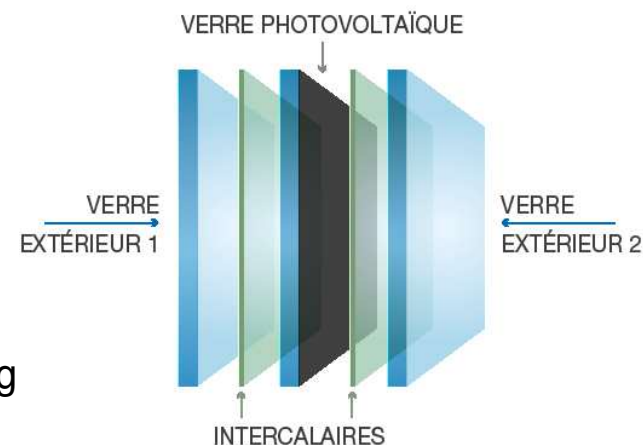
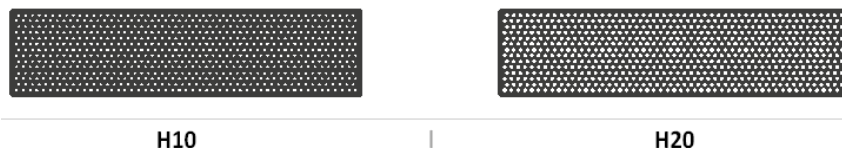
## Série S (Strips)

- les cellules photovoltaïques sont rangées sur formes des lig
- la transparence du verre varie entre 10 et 50%



## Série H (Holes)

- les cellules photovoltaïques sont sur toute la surface, mais avec des "trous", des perforations pour donner la semi-transparence du verre
- la transparence du verre varie entre 10 et 20%



# PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE – REVÊTEMENT DE FAÇADE

- Solution façade complète (fixation & connectique)
- Permet d'activer l'enveloppe du bâtiment
- Offre un grand choix d'esthétiques (impression encre céramique)
- Disponible en laminé ou en double vitrage
- Bonne solution en vue d'obtenir des labels énergétiques : Minergie, BREEAM, LEED ...

Motifs standards



Teintes uniformes



Motifs sur demande















# LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE

## TECHNOLOGIES

Fournisseur	Produit	Dimension max. (standard)	Esthétique (couleur)	Puissance (w/m <sup>2</sup> )	Exemples	Opaque	Semi-transparent
Onyx solar	Amorphous silicon pv glass	1245x3000		28-57,6			x
Onyx solar	Crystalline silicon glass	1000x1700					x
Kromatix	KR "#/#" GG44	1005x1680		175-193		x	
Kameleon	ColorBlast Metalliq Royal-Glam	1321x2048		126-162		x	
Kameleon	Mystica	1307x2027		99-151	-		
Megasol	M400-HC120-b RC GG NICER X M340-60-b GG LEVEL	1082x1734		182-213		x	
Megasol	M350-60-t BF GG NICER X	1082x1734		187			x

# LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE

## TECHNOLOGIES

Fournisseur	Produit	Dimension max. (standard)	Esthétique (couleur)	Puissance (w/m <sup>2</sup> )	Exemples	Opaque	Semi-transparent
3S Solar Plus	MegaSlate	875x1300		162-172		x	
3S Solar Plus	MegaSlate Adapto	1090x1380		155-167		x	
Solaxess		2050x4400		53% à 90% de la capacité des panneaux		x	
Avancis	Skala	667x1587		125-145		x	
Asca	Inlay			35-45			x

# APPLICATIONS

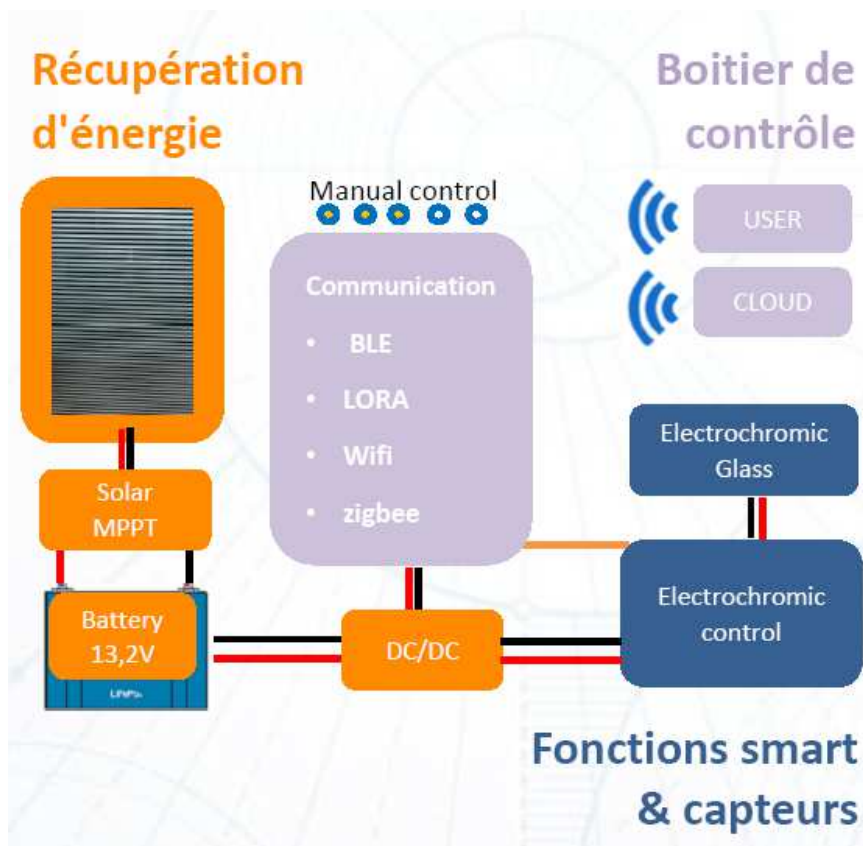


## BALUSTRADES SOLAIRES

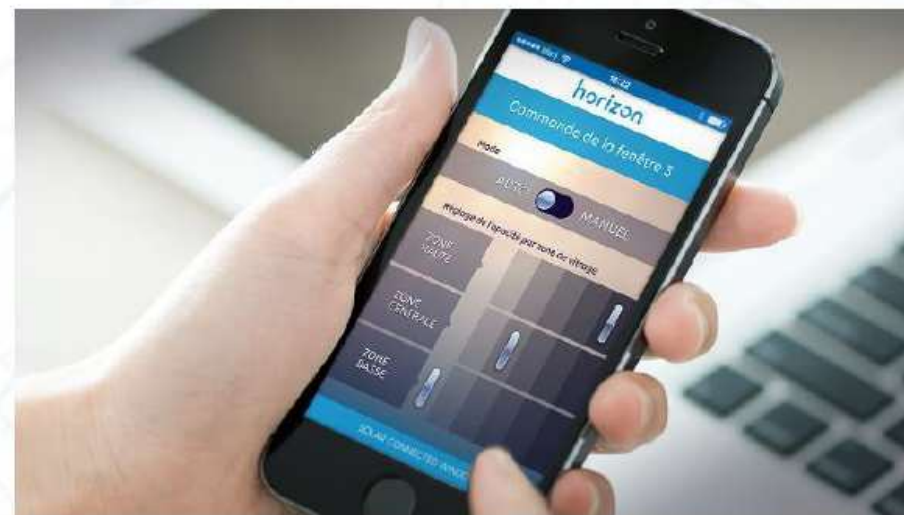
- l'électricité est produite sur deux côtés de modules solaires bifaciaux
- le rôle de sécurité de la balustrade est garanti

Une balustrade solaire de 10 m<sup>2</sup> fabriquée par MegaSlate (100% suisse) peut produire environ 1'600-1'900 kWh/an.

# FAÇADE INTELLIGENTE



Communications radio intégrée (Bluetooth ou LoRa) pour relier les fenêtres intelligentes à la Gestion Technique du Bâtiment (GTB)





## LE PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ EN FAÇADE





INGÉNIERIE FAÇADE



PHYSIQUE DU BÂTIMENT



DIRECTION DE TRAVAUX



EXPERTISES



MERCI DE VOTRE ATTENTION

**Ingénieurs & Spécialistes**  
**ENVELOPPE DU BÂTIMENT**  
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX  
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50  
1003 Lausanne  
T +41 21 601 83 23  
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64  
1201 Genève  
T +41 22 786 89 20

[info@biffsa.ch](mailto:info@biffsa.ch)  
[www.biffsa.ch](http://www.biffsa.ch)