



# PHOTOVOLTAÏQUE ET CONSOMMATION PROPRE DANS LES TRANSPORTS PUBLICS

Stratégie énergétique 2050 des transports publics – SETP 2050



Les transports publics affichent une remarquable efficacité énergétique : à prestations de transport égales, ils ne consomment qu'un tiers de l'énergie du transport individuel motorisé. Dans le transport de marchandises, l'écart atteint même un facteur de 1 à 10. Afin de conserver leur avantage écologique, les entreprises de transport doivent toutefois augmenter encore la part des énergies renouvelables dans leur consommation.

Les centrales hydroélectriques des CFF couvrent désormais la quasi-totalité des besoins en électricité des compagnies ferroviaires. Mais le trafic augmente et, dans le même temps, les compagnies de bus doivent passer à l'électrique. Le photovoltaïque (PV) offre à toutes les entreprises de transport public (ETP) la possibilité de prendre en main une grande partie de leur propre approvisionnement en énergie. Les ETP seraient ainsi en mesure de produire près d'un quart de leurs besoins en électricité sur leurs propres

bâtiments. Pour assurer la rentabilité de telles installations PV, une grande partie de l'électricité produite devrait être consommée sur place, ce afin d'atteindre un niveau de consommation propre élevé. L'Office fédéral des transports (OFT) a publié un nouveau guide afin d'aider les ETP à exploiter ce potentiel.

Ce dernier aborde entre autres les thèmes suivants :

- **potentiel PV, rendement énergétique et consommation propre**
- **multiples applications du PV dans les transports publics, illustrées à l'aide d'exemples**
- **élimination des obstacles potentiels et financement**

# LE POTENTIEL DU PHOTOVOLTAÏQUE ET DE LA CONSOMMATION PROPRE

## Le potentiel de la Suisse

Si tous les toits et façades de Suisse appropriés étaient recouverts de modules PV, la somme de leur rendement énergétique annuel atteindrait environ 67 térawattheures (TWh, milliards de kilowattheures) – soit une quantité de courant supérieure à la consommation actuelle de toute la Suisse.

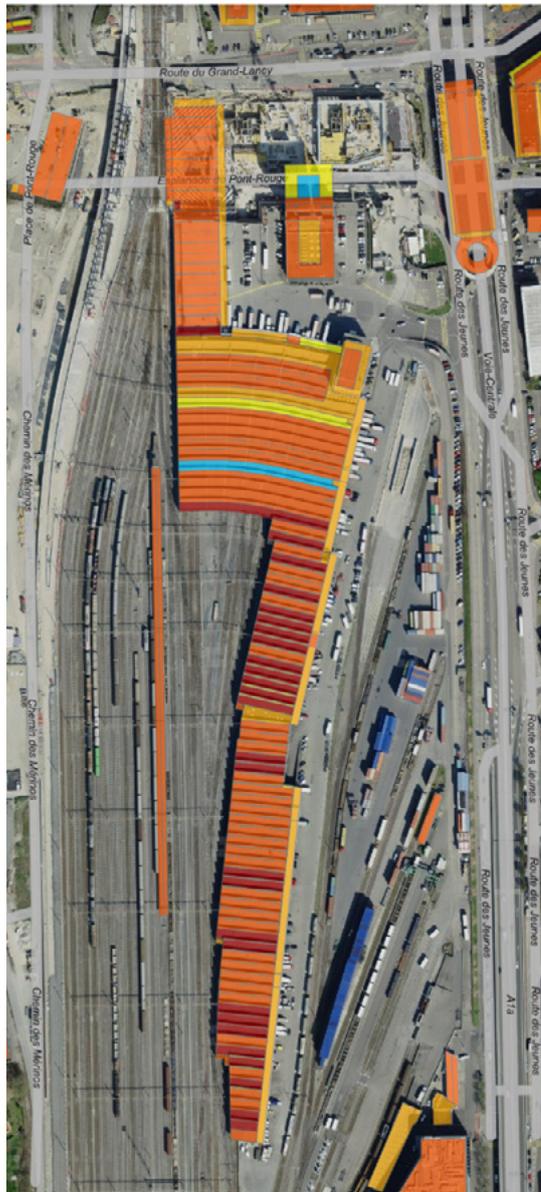
En disant « oui » à la Stratégie énergétique 2050, la Suisse s'est engagée à abandonner l'énergie nucléaire. Par ailleurs, la mise en œuvre du protocole sur le climat n'est possible qu'au prix d'un renoncement aux combustibles fossiles. Au total, la Suisse a besoin d'environ 45 TWh d'électricité supplémentaire. L'énergie solaire produite sur les toits et les façades est donc vouée à jouer un rôle de plus en plus important.

## Produire de l'énergie sur ses propres toits

Les transports publics en Suisse sont très développés et nécessitent des quantités d'énergie en conséquence. La consommation d'énergie cumulée de toutes les entreprises de transport s'élève à près de 2,7 TWh, auxquels il convient d'ajouter 122 millions de litres de diesel. Si l'on souhaite à l'avenir exploiter l'ensemble des transports publics de manière neutre en CO<sub>2</sub>, près de 3,5 TWh d'électricité seront nécessaires, dont les quelque 2 TWh d'ores et déjà produits par les centrales hydrauliques des CFF : un chiffre qui représente déjà près de 60% de la consommation totale d'énergie des entreprises de transport.

Produire l'électricité permettant de couvrir le besoin restant d'1,5 TWh avec de l'énergie solaire nécessiterait une surface de modules PV d'environ 7500 000 m<sup>2</sup>, soit environ 1 m<sup>2</sup> par habitant de la Suisse.

Des projections montrent que diverses entreprises de transport public (ETP) pourraient générer environ 20 à 30% de leurs besoins en électricité sur leurs propres bâtiments. Ainsi, l'énergie du soleil est capable de contribuer de manière décisive au remplacement des énergies non renouvelables dans les transports publics. Plusieurs installations sont d'ores et déjà en cours d'exploitation (voir les exemples de projets).

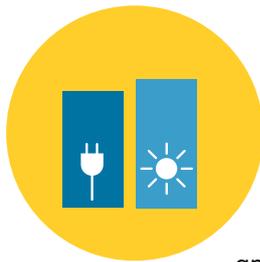


Sur le site [www.toitsolaire.ch](http://www.toitsolaire.ch), il est possible d'estimer le potentiel de chaque bâtiment. Exemple : bâtiment industriel des CFF, gare de Lancy-Pont-Rouge (GE)

- Inconnu
- Faible
- Moyen
- Bon
- Très bon
- Excellent



Toutes les surfaces de l'enveloppe du bâtiment sont à même de fournir de l'électricité. Le graphique indique le pourcentage du rendement maximal possible pour une surface donnée.



Le potentiel d'électricité solaire du parc immobilier suisse est de 67 TWh par an, soit 10% de plus que la consommation actuelle d'électricité de toute la Suisse.



Une surface de modules solaires d'1 m<sup>2</sup> couvre les besoins annuels en électricité d'environ 2500 voyageurs-kilomètres parcourus en train.

# TYPES D'INSTALLATIONS PV DES TRANSPORTS PUBLICS

Pour les entreprises de transport public, les possibilités d'investissement et les procédures d'approbation divergent en fonction de la destination de chaque bâtiment ou infrastructure.

## Immobilier

- Les installations PV s'imposent d'ores et déjà comme une évidence pour les bâtiments neufs et rénovés.
- Vaste champ d'applications : installations ajoutées, intégrées, en façade.
- Pas d'exigences particulières.
- Du fait que l'électricité ne profite pas aux infrastructures de transport, le financement par le fonds d'infrastructure ferroviaire (FIF) n'est pas réalisable.
- Un regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP) peut accroître encore la rentabilité d'un projet PV.

Immeuble d'habitation à Wetzikon avec installation PV de 80 kW sur le toit et les façades.  
Photo : Prix Solaire Suisse 2018



## Technique ferroviaire

- L'aménagement d'une installation PV nécessite généralement une procédure d'approbation des plans de l'Office fédéral des transports (OFT).
- Des solutions standard doivent être testées et développées.
- Dans le cadre d'un projet pilote, un bâtiment de technique ferroviaire (BTF) de la commune d'Immensee a été équipé d'une installation PV. Les CFF étudient la possibilité d'équiper à l'avenir les BTF d'une installation PV de série.

Bâtiment de technique ferroviaire des CFF, Immensee  
Photo : Christof Bucher, Basler & Hofmann AG



## Infrastructure

- Une étude de faisabilité PV doit être réalisée.
- L'aménagement d'une installation PV sur ou contre un équipement ferroviaire est soumis à la loi sur les chemins de fer (LCdF).
- Des solutions standard pour des domaines d'activité divers peuvent réduire considérablement les coûts, rendant possible la réalisation de petites installations rentables, p. ex. sur et contre les abris pour vélos ou les abribus.

Premier mur antibruit solaire bifacial de Suisse, gare de Munisenges/Münsingen ; puissance : 12,8 kW  
Photo : commune de Munisenges/Münsingen



# EXEMPLES DE PROJETS

## Station supérieure du téléphérique du Petit Cervin, Zermatt VS (Zermatt Bergbahnen)

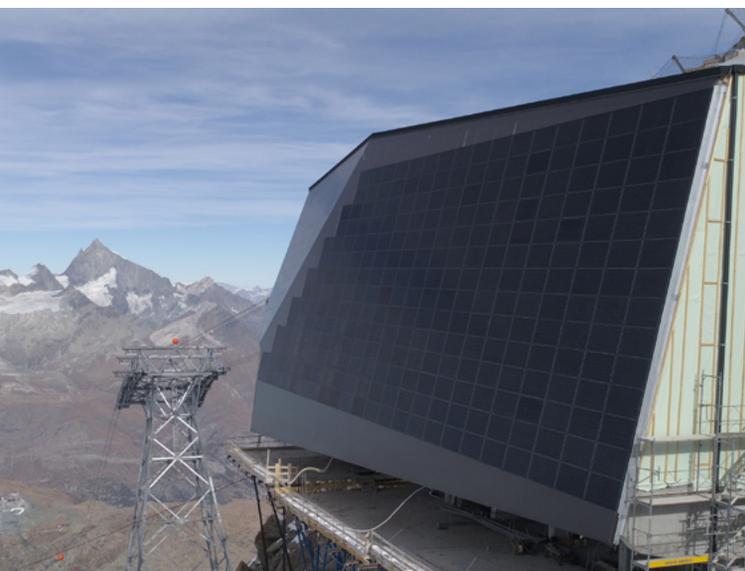


Photo : Zermatt Bergbahnen AG

Au départ de Trockener Steg, la plus haute télécabine à trois câbles du monde vous emmène au sommet du Petit Cervin à 3883 mètres. Depuis la plate-forme du Matterhorn Glacier Paradise, la vue s'ouvre sur pas moins de 38 quatre mille et 14 glaciers.

### Descriptif du projet

- Puissance de l'IPV : 77 kW
- Type d'IPV : installation translucide en façade
- Rendement énergétique : 120 000 kWh/an
- Destination du courant produit : couverture de près de 17% des besoins en courant de traction
- Coût : env. CHF 350 000.-
- Propriétaire, financement et exploitation : Elektrizitätswerk Zermatt AG
- Réalisation : 2018
- Spécificité : modules semi-transparents ultra-robustes (épaisseur du verre : 3,2 mm + 6 mm)

La station inférieure, située à 2923 mètres d'altitude, a été équipée d'une façade PV translucide (136 kW) dès la première phase de construction, en 2018. Le système ayant fait ses preuves, il a été dupliqué sur la station supérieure, perchée à 3821 mètres d'altitude, ce qui en fait l'une des installations photovoltaïques les plus hautes d'Europe.

L'installation solaire de la façade fournit de l'électricité de manière fiable, tout particulièrement l'hiver. Tout risque d'ombrage dû aux salissures et à la neige est exclu. De plus, la surface verticale bénéficie d'une orientation optimale lorsque le soleil est bas.

## Injection 16,7 Hz, Zurich-Seebach ZH (CFF)



Photo : Christof Bucher, Basler & Hofmann AG

Les CFF sont à la fois le premier consommateur d'électricité de Suisse et un gros producteur de courant électrique. Cependant, leur propre production d'électricité n'est plus en mesure de répondre à une demande qui croît d'année en année.

### Descriptif du projet

- Puissance de l'IPV : 132 kW/80 kVA
- Rendement énergétique : 125 000 kWh/an
- Type d'IPV : toiture gravier, légèrement relevée vers le sud
- Coût : env. CHF 210 000.-
- Financement : fonds d'investissement et programme d'encouragement SETP 2050 de l'OFT
- Destination du courant produit : courant de traction des CFF (16,7 Hz)
- Réalisation : 2019/2020

Il est donc d'autant plus crucial que les CFF exploitent toutes leurs surfaces de toiture facilement accessibles aux fins de production d'électricité solaire. L'utilisation directe du courant du poste de conversion de fréquence de Zurich-Seebach comme énergie de traction s'est donc imposée comme une évidence.

### Injection possible dans le réseau de courant de traction pour toutes les compagnies

À l'avenir, les CFF entendent élargir à des tiers la possibilité d'injecter directement dans le réseau de courant de traction leur propre courant issu d'installations PV.

Cette alternative peut s'avérer séduisante en présence de faibles niveaux de besoins propres ou en cas d'infrastructures insuffisantes dans le réseau d'électricité régulier. Pour l'approvisionnement en énergie, chaque entreprise de transport public (ETP) est tenue de conclure un contrat de fourniture avec CFF Énergie.

« Les CFF se sont engagés à exploiter systématiquement leur potentiel d'énergie solaire. En tant qu'entreprise de transport public écologique, les CFF apportent ainsi une contribution précieuse à la production d'électricité pérenne et durable. »

Marcel Reinhard, chef du sous-programme « Nouvelles énergies renouvelables », CFF SA

## Toitures de quai, divers sites dans le canton de Fribourg (Transports Publics Fribourgeois – TPF)



Gare de Belfaux (FR)  
Photo : Julien Horner, TPF

En collaboration avec un entrepreneur, les Transports Publics Fribourgeois (TPF) ont aménagé des installations photovoltaïques sur des toitures de quai sur les sites de Belfaux, Villars-les-Moines, Courtepin et Pensier. Une procédure interne a été lancée dans le but de réaliser des projets similaires sur un grand nombre de nouvelles toitures de quai dont la construction est prévue dans les années à venir. La taille de l'installation PV sera adaptée au potentiel de la consommation propre de chaque gare. L'entreprise a réalisé d'autres installations PV sur différents sites de dépôt de bus (Givisiez, Romont).

### Descriptif du projet

#### (exemple : gare de Belfaux)

- Puissance de l'IPV : 35kW
- Rendement énergétique : env. 35000 kWh/an
- Type d'IPV : toiture plate, structure légèrement élevée
- Destination du courant produit : consommation propre des TPF ; injection du courant excédentaire dans le réseau électrique local
- Réalisation : 2018

# LES TRANSPORTS PUBLICS DOIVENT DEVENIR CLIMATIQUEMENT NEUTRES – LE SOUTIEN AUX « ETP » PASSE PAR LÀ

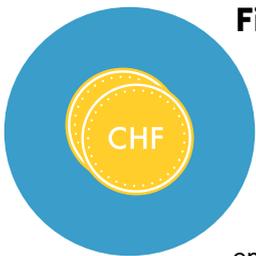
Par le biais de leur pratique en matière d'autorisations, **les autorités communales en charge des travaux publics** soutiennent les projets de valorisation de l'énergie solaire sur les bâtiments des chemins de fer et des compagnies de bus. Cela concerne tout particulièrement les projets où les systèmes photovoltaïques sont judicieusement intégrés dans des bâtiments historiques.

Les **administrations fédérales, cantonales et municipales** viennent en appui aux regroupements dans le cadre de la consommation propre (RCP) : les bâtiments publics mutualisent l'utilisation du photovoltaïque avec les bâtiments voisins et les infrastructures des transports publics.

Les **entreprises locales d'approvisionnement en énergie** paient un prix de rachat équitable et garanti sur le long terme pour l'électricité solaire qui ne peut être consommée par l'ETP elle-même.

Les **organismes responsables des ETP** (p. ex. communautés de transport, cantons) soutiennent le financement des installations photovoltaïques de ces dernières malgré un délai de rentabilité (« payback ») souvent supérieur à 15 ans.

# FINANCEMENT ET OBSTACLES POTENTIELS



## Financement/mesures d'encouragement

Au niveau fédéral, les installations PV (y compris celles des entreprises de transport public ETP) sont subventionnées par le biais de la rétribution unique, laquelle couvre environ 25% des coûts d'investissement.

Les demandes doivent être adressées à Pronovo, l'organisme d'exécution des programmes d'encouragement. Une installation PV est amortie généralement au bout de 15 à 20 ans d'exploitation. Elle devient par la suite un placement rentable jusqu'à la fin de sa durée de vie, laquelle dépasse largement les 25 ans.



## Autorisations

Il convient ici de distinguer la procédure relevant de la législation sur les chemins de fer de celle relevant du droit communal. Aux termes de l'article 18 de la LCdF, l'élément déterminant est la

question de savoir si les bâtiments ou l'installation « servent exclusivement ou principalement à la construction et à l'exploitation ». À l'aide du code QR ci-dessous, vous trouverez un « arbre de décision » permettant d'identifier facilement les approbations requises.



## Protection des monuments historiques

De nos jours, les modules PV sont disponibles dans différentes couleurs, formes et structures de surface. Par conséquent, il existe des solutions pour la plupart des bâtiments historiques répondant aux exigences de la protection des monuments.



## Consommation propre

L'autoconsommation ou « consommation propre » est la clé de la rentabilité ; elle désigne l'électricité produite et consommée sur un même lieu. L'injection directe dans les caténaires semble s'imposer comme une évidence pour les compagnies de chemin de fer.

Toutefois, ce type d'utilisation (p. ex. CFF Zurich-Seebach) ne compte actuellement qu'un petit nombre de projets pilotes.

Dans la plupart des cas, l'électricité est utilisée pour la technique ferroviaire, l'infrastructure informatique, l'éclairage, les distributeurs de billets, etc. Cependant, l'électricité solaire peut également être vendue dans le cadre d'un « regroupement dans le cadre de la consommation propre » (RCP) ou par injection dans le réseau.

### Abréviations

ETP	Entreprise de transport public
Hz	Hertz
IPV	Installation photovoltaïque
kW	Kilowatt, ici la puissance nominale d'une IPV ; souvent aussi appelé « kWc »
kWh	Kilowattheure
LCdF	Loi sur les chemins de fer
PV	Photovoltaïque
RCP	Regroupement dans le cadre de la consommation propre
TWh	Térawattheure

### Contacts

OFT  
Tristan Chevroulet  
Directeur du programme Stratégie énergétique des transports publics  
Office fédéral des transports  
3003 Berne  
T +41 58 465 47 41  
info.energie2050@bav.admin.ch  
www.bav.admin.ch/energie2050

Pronovo  
Organe d'exécution des programmes d'encouragement aux énergies renouvelables  
Dammstrasse 3  
5070 Frick  
T 0848 014 014  
info@pronovo.ch  
www.pronovo.ch

Swissolar  
Association suisse des professionnels de l'énergie solaire  
Neugasse 6  
8005 Zurich  
T +41 44 250 88 33  
info@swissolar.ch  
www.swissolar.ch

CFF  
Daniel Ryter  
Conseiller clientèle pour le courant de traction  
Industriestrasse 1  
3052 Zollikofen  
T +41 79 772 29 61  
daniel.ryter@sbb.ch  
www.cff.ch

### Mentions légales

Éditeur : Office fédéral des transports (OFT)  
Septembre 2020

Directeur du programme : Tristan Chevroulet

Rédaction : David Stickelberger, Swissolar, Association suisse des professionnels de l'énergie solaire, Zurich  
Christof Bucher, Basler & Hofmann AG, Zurich

Les auteurs de ce dépliant et du guide associé sont seuls responsables de son contenu et de ses conclusions.

Mise en page : eMarket, Berne

Version linguistique : cette publication est également disponible en allemand, en italien et en anglais.

Couverture : Biho Song/EyeEm via Getty Images

De plus amples informations du guide sur le développement durable, la rentabilité ainsi que l'élimination des obstacles dans le domaine de l'énergie solaire sont consultables à l'aide du code QR suivant :

