

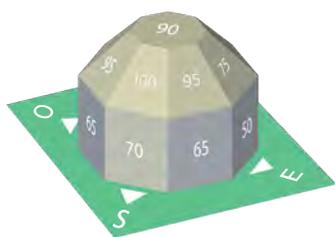
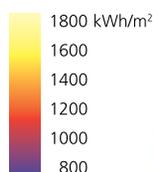
Énergie solaire – évidemment

Photovoltaïque : technique et infrastructure



Conseils et consignes

- Seuls des spécialistes sont autorisés à réaliser des travaux sur les installations électriques.
- Les installations photovoltaïques (PV) créent une valeur ajoutée pour l'immeuble et influent sur sa valeur vénale ainsi que sur sa valeur estimative imposable.
- Les panneaux photovoltaïques peuvent remplacer certains éléments de construction, notamment en matière de protection optique, acoustique, solaire ou contre les intempéries.
- Les panneaux doivent former une surface continue, alignée aux bords du toit et qui ne dépasse pas les contours de ce dernier.
- Actuellement les conditions cadres économiques sont déterminantes pour la rentabilité d'une installation PV. Cela présente un avantage pour les sites ayant une part importante de consommation propre, des coûts d'électricité élevés et de bons tarifs de réinjection du courant.
- Dans tous les cas, il est nécessaire de veiller à une bonne aération derrière les panneaux photovoltaïques, car des températures de cellule élevées peuvent entraîner des pertes de rendement considérables.
- Plus l'altitude du site est élevée, plus l'installation doit être inclinée (neige).
- Plus la part de rayonnement diffus est importante, plus l'angle d'inclinaison de l'installation doit être plat.
- Pour les installations > 100 kWh, il vaut la peine de déclarer à temps les projets auprès de Pronovo (pronovo.ch), voir le point «Rétribution de l'électricité solaire» en page 17 de cette brochure.
- Pour les grandes installations, les postes de transformation doivent être intégrés dès le début dans la procédure d'autorisation.
- Pour le recueil des prescriptions applicables, consultez le site Internet www.swissolar.ch.



La carte du rayonnement solaire

La somme de l'énergie du rayonnement solaire pendant une année permet d'obtenir le rayonnement global annuel en kWh/m². La Suisse atteint des valeurs comprises entre environ 1000 et 1500 kWh/m² par an selon les régions. Bien qu'à l'échelle mondiale, la Suisse fasse plutôt partie des pays peu ensoleillés, l'énergie fournie par le Soleil y est néanmoins considérable.

Le Soleil

- rayonne avec une intensité d'environ 1000 W par m²
- fournit une puissance comprise entre 1000 et 1500 kWh par an et m², ce qui correspond au pouvoir calorifique d'environ 100–150 l de mazout.

Les valeurs se réfèrent à une surface inclinée à 30°, orientée vers le sud.

Une installation photovoltaïque est orientée de façon optimale lorsqu'elle est dirigée vers le sud avec une inclinaison comprise entre 25 et 40°. Il est toutefois possible d'obtenir de bons, voire de très bons rendements avec des surfaces présentant une orientation et une inclinaison différentes.

Consommation propre

Les gestionnaires de réseau de distribution (GRD) sont concernés de différentes manières par la consommation propre. Avec la nouvelle loi sur l'énergie et les ordonnances correspondantes, en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2018, principalement deux possibilités supplémentaires ont été introduites en ce qui concerne la consommation propre.

La consommation propre est aussi possible en incluant les parcelles adjacentes. Des regroupements de consommation propre (RCP) peuvent être formés.

Lorsqu'il existe un RCP, ce ne sont plus les ménages ou les établissements individuels qui sont clients du GRD, mais le RCP. Celui-ci est considéré comme le client vis-à-vis du GRD, avec une seule mesure des données pour l'approvisionnement et la

consommation. Ce n'est plus le GRD qui est responsable de la mesure et du décompte de la consommation électrique des membres du RCP, mais ces derniers.

Définition de la consommation propre

On parle de consommation propre d'électricité photovoltaïque lorsque la production et la consommation de l'électricité produite ont lieu directement et simultanément au même endroit.

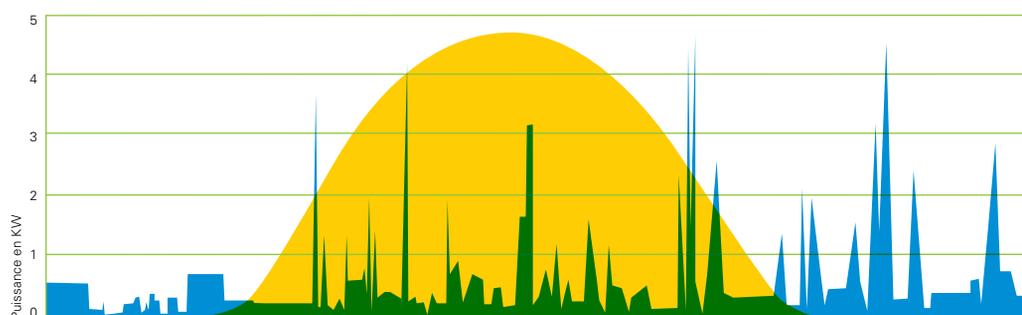
- Électricité PV réinjectée
- Approvisionnement par le réseau
- Consommation propre

$$\text{Degré d'autarcie} = \frac{\text{consommation propre} \quad \color{green}{\blacksquare}}{\text{consommation totale} \quad \color{green}{\blacksquare} + \color{blue}{\blacksquare}}$$

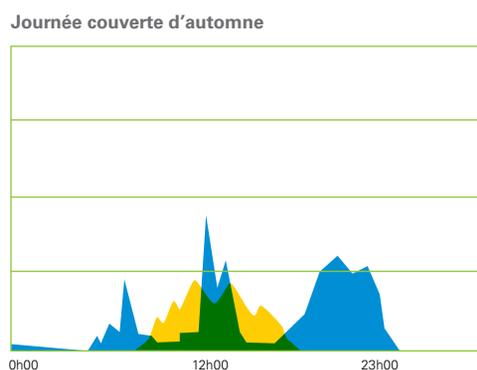
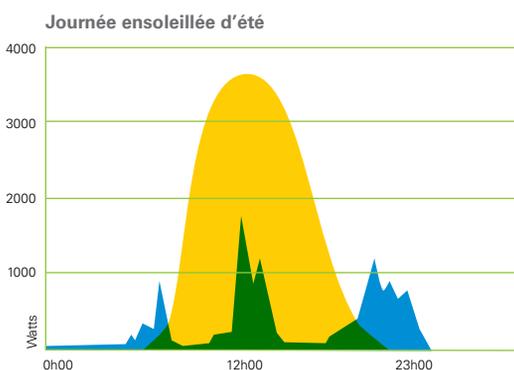
$$\text{Part de consommation propre} = \frac{\text{consommation propre} \quad \color{green}{\blacksquare}}{\text{électr. solaire produite} \quad \color{yellow}{\blacksquare} + \color{green}{\blacksquare}}$$

$$\text{Part d'électricité solaire} = \frac{\text{électr. solaire produite} \quad \color{yellow}{\blacksquare} + \color{green}{\blacksquare}}{\text{consommation} \quad \color{green}{\blacksquare} + \color{blue}{\blacksquare}}$$

Évolution de la puissance lors d'une journée ensoleillée



Dépendance de la météo et autarcie



En route vers sa propre installation PV

Cette liste de contrôle a pour objectif de fournir une première évaluation d'un projet d'installation photovoltaïque (sous toute réserve).

Qu'est-ce qui améliore les rendements d'une installation photovoltaïque ?

Orientation des panneaux PV (voir aussi le calculateur d'énergie solaire sous www.sonnendach.ch)	 sud	 est/ouest	 toit vers le nord
Surface disponible (toit, façade, etc.)	 > 15 m ²	 15 m ²	 < 2 m ²
Ø Rayonnement solaire annuel	 > 1100 kWh/m ²	 700–1000 kWh/m ²	 < 600 kWh/m ²
Part élevée de consommation propre	 > 50 %	 25 %	 < 10 %
Procédure d'autorisation	 aucune	 simple	 complexe
Coûts d'investissement et d'exploitation	 bas	 moyens	 élevés
Intérêts du capital	 bas	 moyens	 élevés
Allègement fiscal (commune, canton)	 oui	 partiel	 aucune
Subventions	 oui	 partielles	 aucune

 Conditions généralement très favorables pour une installation photovoltaïque

 Conditions généralement favorables, renseignements supplémentaires éventuellement nécessaires

 Conditions probablement moins appropriées à la production d'électricité solaire

Les associations et organismes spécialisés en énergie photovoltaïque se font un plaisir de vous fournir des renseignements supplémentaires (voir le point « Informations complémentaires » à la fin de la brochure).

Table des matières

Préface	3
Généralités Énergie solaire	4
La production d'électricité solaire est-elle rentable ? La météo, facteur d'incertitude. Comment fonctionne le photovoltaïque ? Quelles sont les différentes technologies ? Quelle est la durée de vie d'une installation ? Le recyclage.	
Propriétaires et administrateurs de biens immobiliers	6
Le site approprié. Une installation photovoltaïque est-elle «rentable» dans ma situation ? Quelle est la quantité d'énergie fournie par une surface donnée ? L'optimisation de mon approvisionnement en énergie. Fourniture d'électricité au gestionnaire de réseau de distribution ?	
Architectes et planificateurs-électriciens	8
Aspects relatifs au design: une architecture élégante et fonctionnelle ? Quelles sont les inclinaisons et les orientations idéales des panneaux photovoltaïques ? Les installations photovoltaïques créent-elles un risque d'éblouissement ? Les normes et les prescriptions. Mesures de précaution pour les interventions des sapeurs- pompiers.	
Spécialistes et artisans	10
Quels sont les composants d'une installation photovoltaïque ? Qui est autorisé à réaliser certains types de travaux ? À quoi faut-il veiller ? La mise à la terre, la protection contre la foudre et la protection contre les surtensions.	
Gestionnaires de réseau de distribution	12
Les variantes de raccordement au réseau. Quelles sont les différents types de relevé ? Comment s'effectue la facturation ? Comment les locataires peuvent-ils contribuer à l'utilisation de l'énergie solaire ? Consommation propre.	
Autorités	14
Où puis-je obtenir des renseignements et des conseils ? Quelles sont les formalités nécessaires à la réalisation d'une installation photovoltaïque ? La réception, la mise en service et le contrôle.	
Coûts Financement Subventions	16
Quels investissements dois-je prévoir ? Que signifie le «contracting» ? Quels sont les coûts d'exploitation ? Comment financer mon installation photovoltaïque ? Rémunération de l'électricité solaire. Dois-je assurer mon installation photovoltaïque ?	
Perspectives Technologies et tendances	18
Quel sera le potentiel de l'énergie solaire à l'avenir ? Les normes. Faut-il combiner les différents systèmes de production d'électricité ? Est-il judicieux de relier les installations PV à des systèmes de stockage d'électricité ?	
Glossaire Mentions légales	20

« Faciliter l'accès à la technologie solaire aux propriétaires immobiliers. »



Préface

La production d'énergie respectueuse de l'environnement est devenue incontournable. Les sources d'énergie fossiles ne sont pas renouvelables et nous sommes plus que jamais invités à trouver et à mettre en œuvre des alternatives plus écologiques.

Les cellules solaires transforment le rayonnement solaire en énergie électrique, et ce, la plupart du temps sans produire ni déchets, ni bruit, ni gaz d'échappement. Le «photovoltaïque» est considéré comme un élément important de l'approvisionnement en énergie dans le monde. D'une manière générale, on distingue l'utilisation de l'énergie solaire thermique et électrique (photovoltaïque). Dans le photovoltaïque, les cellules solaires transforment directement le rayonnement solaire en énergie électrique. Dans cette brochure, nous nous concentrerons sur la production d'électricité par le biais du photovoltaïque.

La présente brochure a notamment pour but de faciliter l'initiation des propriétaires de biens immobiliers à cette technologie orientée vers l'avenir. Les personnes intéressées trouveront des informations capitales qui les aideront à prendre des décisions quant à la réalisation d'une installation photovoltaïque. La brochure «Énergie solaire – évidemment» résume et explique les questions actuelles, et présente les conditions essentielles et les règles à suivre pour la planification et la réalisation d'une installation photovoltaïque, et ce, en incluant les aspects financiers.

Les spécialistes des associations et organisations suisses compétentes ont apporté leur contribution au contenu de cette brochure. Ils se tiennent également à votre disposition afin de vous apporter des informations et des conseils supplémentaires.

Electrosuisse

Association pour l'électrotechnique, les technologies de l'énergie
et de l'information

Généralités | Énergie solaire

Le Soleil produit autant d'énergie en une heure sur notre planète que l'humanité en consomme pendant une année. 0,1 % de l'énergie solaire (transformée en énergie utilisable) suffirait à couvrir la totalité des besoins énergétiques mondiaux. Une production d'énergie d'une telle ampleur nécessiterait l'exploitation photovoltaïque de 3 à 4 % de la surface des déserts.

« La Suisse, le pays du soleil ? »

La différence entre l'électricité solaire et la chaleur solaire

D'une manière générale, on distingue deux formes d'installations solaires : l'une produit du courant électrique et l'autre de la chaleur. Les installations solaires électriques transforment directement le rayonnement solaire en courant électrique par l'intermédiaire des panneaux solaires. Cette technologie s'appelle le « photovoltaïque ». La chaleur solaire (solaire thermique) est produite, quant à elle, par des « capteurs solaires » au sein desquels circule un fluide chauffé par le Soleil. La chaleur est ainsi transportée jusqu'au ballon (chauffe-eau) pour y chauffer l'eau.

La météo, facteur d'incertitude

Le site d'une installation photovoltaïque (PV) influe directement sur ses performances et sur son rendement. La lumière solaire se compose sur la surface terrestre d'une partie directe et d'une partie diffuse. La puissance rayonnée ainsi que les proportions de rayonnements direct et diffus peuvent varier fortement en fonction de la nébulosité et du moment de la journée. Le rayonnement direct domine par beau temps alors que le rayonnement est essentiellement diffus en cas de forte nébulosité ou de brouillard (voir le calculateur d'énergie solaire : www.sonnendach.ch). La part moyenne du rayonnement diffus sur le Plateau suisse est d'environ 50 %. De plus, sous nos latitudes, la trajectoire du Soleil varie très fortement au cours de l'année : l'été, le Soleil monte à environ 67° à midi, alors qu'il n'atteint qu'environ 20° en hiver.

Le potentiel du photovoltaïque

Selon le rapport sur les tendances en matière de photovoltaïque (« Trends Report ») publié par l'IEA Photovoltaic Power System Programme, les installations photovoltaïques affichaient en 2016, à l'échelle mondiale, une puissance installée de 306 GW. 100 GW supplémentaires ont encore été ajoutés en 2017. Les estimations de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) se basent sur une croissance continue, quoique ralentie. À l'avenir, on s'attend à une croissance du marché photovoltaïque global avec un taux d'expansion nettement supérieur à 100 GW par année.

Du fait de ses fluctuations journalières et saisonnières, l'énergie solaire ne pourra pas couvrir à elle seule les besoins en électricité. En combinaison avec d'autres sources d'énergie, de préférence renouvelables, p. ex. la géothermie, l'énergie hydraulique, l'éolien, la biomasse et les technologies de stockage, l'énergie solaire peut toutefois fortement contribuer à l'approvisionnement énergétique.

Comment fonctionne le photovoltaïque ?

La cellule solaire classique en silicium cristallin se compose de deux couches de silicium superposées entre lesquelles se produit une différence de potentiel. En cas de rayonnement solaire, des électrons libres se déplacent de la couche de niveau de potentiel inférieur vers celle présentant un niveau supérieur. Il est possible à présent d'utiliser cette différence de potentiel sous forme d'énergie électrique par l'intermédiaire d'un circuit électrique raccordé. Pour obtenir une tension exploitable, le nombre correspondant de cellules photovoltaïques nécessaires sont montées en série. Ainsi, une tension de service de 200 V requiert le montage en série d'environ 400 cellules solaires en silicium. L'intensité du courant s'obtient à partir de l'intensité de la lumière solaire, du rendement et de la taille de la cellule solaire. À l'heure actuelle, les valeurs caractéristiques sont comprises entre 5 et 8 A par cellule.

Les installations photovoltaïques sont constituées de différents composants qui doivent être adaptés les uns aux autres de façon optimale :

Le générateur photovoltaïque

Le générateur photovoltaïque transforme la lumière solaire incidente en énergie électrique. Il comprend les panneaux solaires bien visibles, le câblage pour le courant continu ainsi que l'ossature.

L'onduleur

L'onduleur fait office de trait d'union entre l'installation et le réseau. Il transforme le courant continu produit par les panneaux solaires en courant alternatif conforme au réseau.

Les différentes technologies

Les développements ont donné naissance à une grande variété de technologies en matière de cellules solaires. D'une manière générale, on fait la distinction entre les cellules solaires cristallines et les cellules en couches minces. Les cellules monocristallines permettent d'obtenir le plus haut rendement. Fortes d'une part de marché d'environ 80 %, elles constituent la technologie photovoltaïque la plus importante. Les cellules en couches minces existent dans de nombreuses variantes et sont fabriquées à partir de compositions et de matériaux différents. Elles peuvent également être déposées sur des supports flexibles. Cependant, leur rendement est inférieur à celui des cellules solaires cristallines.

Installation raccordée au réseau ou solution en îlot

On parle d'installation raccordée au réseau lorsqu'une installation est raccordée au réseau électrique public. L'électricité solaire est directement injectée dans le réseau électrique public par l'intermédiaire d'un onduleur. Soit elle est consommée sur le site même où elle est produite, soit elle est transportée vers d'autres consommateurs via le réseau. Cette brochure se consacre aux installations raccordées au réseau. Les systèmes combinant des installations photovoltaïques avec des batteries gagnent aussi actuellement en importance.

Les installations en îlot, quant à elles, ne sont pas raccordées au réseau électrique public. L'électricité produite est exploitée directement pour les besoins propres de l'installation en îlot, ou bien elle est stockée dans un accumulateur d'énergie distinct, une batterie la plupart du temps. Les installations en îlot sont principalement utilisées sur les cabanes du CAS, les

maisons de vacances ou, par exemple, également sur les parcmètres.

Durées de vie et d'amortissement énergétique

Une installation photovoltaïque fournit tout au long de sa durée de vie d'environ 25–30 ans à peu près 12 fois la quantité d'énergie nécessaire à sa fabrication. Cela signifie que l'énergie nécessaire à la fabrication de l'installation photovoltaïque (énergie grise) est compensée au bout de 2 à 3 ans.

Le recyclage

L'élimination des panneaux solaires usagés est soumise en Suisse aux dispositions de la loi sur la protection de l'environnement et, par conséquent, au principe de causalité. Avec la révision de l'OREA (Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques), les panneaux photovoltaïques sont soumis aux mêmes conditions que les appareils ménagers, les ordinateurs ou les luminaires. L'association de la branche Swissolar a conclu un contrat-cadre avec la fondation Sens (www.erecycling.ch). D'après ce document, les entreprises participant conformément au contrat verseront une taxe anticipée de recyclage facultative. Les entreprises non participantes devront quant à elles payer une taxe d'élimination nettement supérieure auprès de l'OFEV (Office fédéral de l'environnement). Une fois leur durée de vie écoulée, la plupart des panneaux photovoltaïques installés en Suisse peuvent être recyclés sans problème. Les matériaux peuvent être réutilisés pour de nouveaux panneaux ou d'autres produits. La branche solaire met en outre en place un réseau européen de centres de collecte (voir www.pvcycle.org). Les cellules solaires qui contiennent du cadmium ou d'autres métaux lourds à la place du silicium sont soumises à des prescriptions d'élimination particulières. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) fournit des informations complémentaires sur son site Internet www.bafu.admin.ch/dechets.

Propriétaires et administrateurs de biens immobiliers

Une installation photovoltaïque traduit un engagement pris en faveur d'une utilisation durable des ressources. De plus, elle offre des possibilités de conception architecturale intéressantes susceptibles de valoriser les bâtiments.

« Une place au soleil – produire son électricité solaire. »

Le site approprié

Les installations photovoltaïques peuvent être construites partout sur le territoire suisse. Le rayonnement solaire est compris entre 1000 et 1500 kWh par mètre carré et par an. Les sites bien ensoleillés, tels que ceux du sud de l'Europe, présentent un rayonnement supérieur d'environ 50 % à celui de Berne (environ 1300 kWh/m²).

Les panneaux solaires doivent bénéficier d'un rayonnement le plus direct possible. Pour ce faire, une orientation allant de sud-est à sud-ouest, ainsi qu'une inclinaison comprise entre 10 et 60° se révèlent très avantageuses. Dans la plupart des cas, les panneaux solaires sont soit intégrés au toit et remplacent la couverture de ce dernier, soit ils sont installés sur le toit existant. Actuellement d'autres types d'installation gagnent aussi en importance, p.ex. sur des façades, sur des abris pour les voitures ou les deux roues, en tant que protection contre le soleil, etc.

Une installation photovoltaïque est-elle «rentable» pour moi ?

Les coûts d'acquisition, les tarifs locaux de l'électricité et la part de consommation propre constituent les facteurs déterminants d'une installation photovoltaïque. L'énergie solaire présente l'avantage majeur de ne pas générer de coûts intrinsèques. D'un point de vue technologique, les coûts d'entretien sont moindres. Par ailleurs, un dimensionnement correct de l'installation ainsi que le taux de consommation propre jouent un rôle décisif dans la rentabilité de l'exploitation.

D'une manière générale, il est recommandé de s'informer en détail sur les points suivants

avant la réalisation de son installation photovoltaïque :

- Quelles sont les conditions préalables légales (ainsi qu'en matière de construction) à l'échelle locale ?
- Les conditions structurelles relatives à la mise en place d'une installation solaire (orientation, dimensions, etc.) sont-elles réunies ?
- Existe-t-il des obstacles tels que l'ombrage des bâtiments actuels ou futurs ou des arbres, la protection des monuments et des problèmes de réflexion de la lumière qui seraient susceptibles de gêner le voisinage ?
- Est-il possible de consommer directement sur place une part importante de l'électricité produite ?
- Un permis de construire est-il requis ? Les installations solaires sur les toits réalisées conformément aux prescriptions ne nécessitent en général pas de permis de construire. Ces installations doivent cependant toujours être signalées au service communal. Les installations sur les façades et sur des bâtiments protégés ou dans des zones à bâtir spéciales nécessitent un permis de construire.
- Une demande relative à la capacité de la ligne d'alimentation doit être déposée auprès du gestionnaire de réseau de distribution (GRD), notamment pour les installations plus importantes.

La liste de contrôle figurant sur la deuxième page de la couverture permet de réaliser une première estimation rapide du projet.

La surface nécessaire

En moyenne, une famille de 4 personnes consomme environ 4500 kWh d'électricité par an. La production de 1000 kWh d'électricité nécessite une installation photovoltaïque d'une surface comprise entre 6 et 12 m² (en fonction de son rendement). Pour 4500 kWh par année une surface de toit d'environ 40 m² est donc nécessaire. La puissance de l'installation est ainsi d'environ 5 kW. Si le courant est stocké, l'installation doit être plus puissante de quelques pourcents en raison des pertes du système de stockage.

Optimisation de l’approvisionnement en énergie

Il peut s’avérer payant de vérifier l’optimisation de l’approvisionnement énergétique actuel et des installations éventuellement existantes. Les spécialistes des associations, des pouvoirs publics, des bureaux d’étude ou de l’industrie solaire se tiennent à votre disposition pour vous conseiller (voir la section « Informations complémentaires » à la fin de la brochure). Les toits ou les façades des bâtiments des entreprises ou des entrepôts, les places de stationnement, les granges ou les clubhouses présentent un potentiel considérable en termes de production d’électricité solaire. Il est également possible de vendre l’énergie excédentaire. Les renseignements correspondants fournis par le GRD local permettent d’y voir plus clair.



Fourniture d’électricité au GRD

Le GRD local est tenu d’acheter la production électrique solaire au sein de son réseau. Toutefois, le prix payé pour l’énergie réinjectée est souvent plutôt modeste. Il est donc plus rentable, dans la mesure du possible, de consommer directement sur place le courant que l’on produit (voir « consommation propre » sur la deuxième page de la couverture). Seul l’excédent sera alors vendu au gestionnaire de réseau de distribution local. Depuis le 1.1.2018, la consommation propre peut aussi être étendue aux parcelles adjacentes, pour autant que le réseau public ne soit pas mis à contribution. Plusieurs usagers peuvent se réunir en une communauté de consommation propre, donnant ainsi lieu à un «regroupement de consommation propre» (RCP).

La formation de RCP a été quelque peu facilitée grâce à la révision de l’Ordonnance sur l’énergie (OEne) au 1.4.2019, en permettant par

exemple que des parcelles adjacentes séparées par des routes ou des ruisseaux puissent faire partie du RCP, pourvu que l’on possède les droits de passage requis et que les autres conditions soient remplies.

Au lieu de former des RCP, l’autoconsommation peut aussi être réalisée en collaboration avec le GRD local.

Les consommateurs d’électricité qui achètent, mais aussi fournissent, de l’énergie électrique au gestionnaire de réseau de distribution sont souvent désignés par le terme de «prosumer».

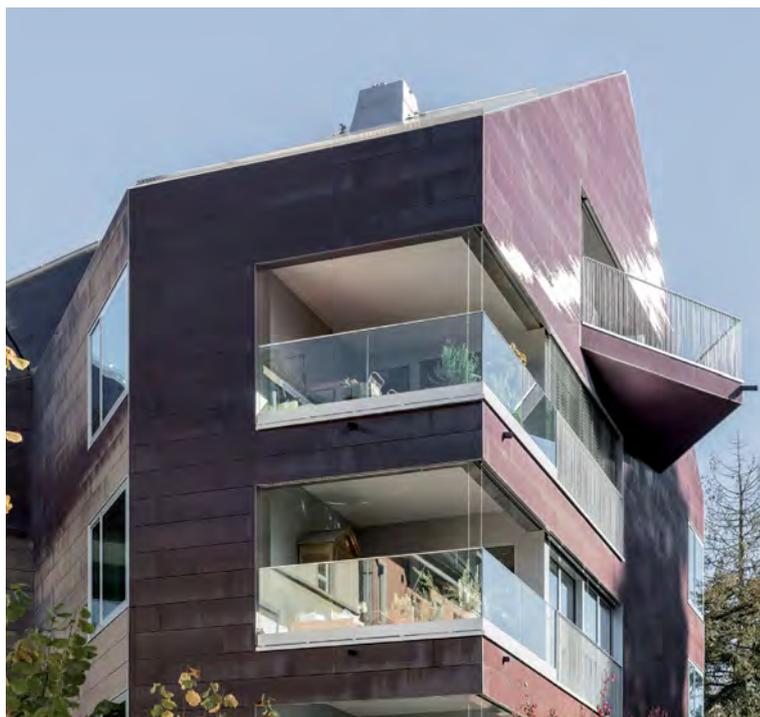
Architectes et planificateurs-électriciens

Au-delà de la production d'énergie, les installations photovoltaïques sont de plus en plus souvent utilisées comme un élément de design ou fonctionnel d'un bâtiment. Elles peuvent servir de façade vitrée ou d'ombrage, tout en fournissant de l'électricité.

« Donner une dimension architecturale avec le photovoltaïque. »

Aspects relatifs au design

Il est recommandé la plupart du temps de tendre à la création d'une vue d'ensemble paisible. Ainsi, le photovoltaïque et le solaire thermique peuvent trouver leur place dans des systèmes de cadres identiques ou bien les capteurs en façade peuvent être intégrés d'une façon similaire à celle des fenêtres contiguës. Les panneaux solaires sont capables d'assurer la fonction d'éléments de construction qui sont de toute façon nécessaires, tels que la protection optique, acoustique, solaire ou contre les intempéries.



Les installations photovoltaïques sont réparties en trois catégories :

- les installations fixées (montées la plupart du temps sur un toit)
- les installations intégrées au bâti (par exemple dans la toiture ou dans la façade)
- les installations indépendantes (posées par exemple sur un champ ou un sol en extérieur)

Angle d'inclinaison et orientation

Le rayonnement solaire est toujours plus efficace lorsqu'il est perpendiculaire à la surface des panneaux, et non incliné par rapport à ces derniers. Sachant que l'orientation (azimut) et la hauteur du Soleil sont soumises à d'importants changements dans le courant de la journée et de l'année, le rendement des installations fixes (par exemple sur les maisons) fait également l'objet de certaines variations. La prise en considération du rayonnement annuel se révèle donc utile. Il n'est pas obligatoire que le toit soit toujours orienté au sud ! Les prix à la baisse des panneaux solaires rendent également intéressantes les surfaces qui ne sont pas exactement orientées vers le sud. Les toits orientés vers l'est et l'ouest présentent l'avantage d'une meilleure répartition de la production électrique sur la journée selon la trajectoire du Soleil.

Ordonnances, normes et prescriptions

Les installations photovoltaïques sont soumises à différentes normes et prescriptions. En voici quatre exemples importants :

Installation électrique

L'installation électrique est soumise à la norme sur les installations à basse tension NIBT (SN 411000), notamment le chapitre 7.12 ou la norme HD 60364-7-712 disponibles ici : www.normenshop.ch

Analyse des structures

Voir la norme SIA 261 : Actions sur les structures porteuses, charges de neige et de vent. Dimensionnement mécanique des structures porteuses et charges de vent et de neige spécifiques à la Suisse (www.webnorm.ch).

Protection contre l'incendie

Les exigences relatives à la formation de compartiments coupe-feu et aux sites des appareils et installations électriques sont fixées par l'AEAI et la police du feu cantonale du canton respectif (www.praever.ch).

Raccordement au réseau

Il convient de respecter les prescriptions des gestionnaires de réseau de distribution locaux (www.werkvorschriften.ch).

Déroulement du projet

Lors de nouvelles constructions et de rénovations, l'option d'installations photovoltaïques sur les façades et les toits est aujourd'hui souvent prise en compte dès le début dans de nombreux projets. Le photovoltaïque est alors intégré en fonction de la situation et des besoins dans le déroulement habituel du projet, à commencer par l'étude préliminaire, l'avant-projet, le projet de construction et d'exécution. Avec la numérisation dans le secteur du bâtiment, les différentes phases du projet sont de plus en plus imbriquées entre elles.

La division en phases figurant dans le règlement SIA 112 Modèle de prestations fournit un bon aperçu du déroulement général d'un projet avec l'étude préliminaire, l'avant-projet, le projet de construction, le projet d'exécution, la phase de réalisation et l'exploitation de l'installation. Le flux d'informations entre le bureau de planification, le maître d'ouvrage et les représentants des pouvoirs publics tels que les gestionnaires de réseau de distribution (GRD), les communes, etc., mérite une attention toute particulière afin de mettre en œuvre le projet de manière efficace.



Précautions relatives aux interventions des sapeurs-pompiers

Une installation photovoltaïque modifie les risques liés aux interventions des sapeurs-pompiers. Il faut notamment considérer les points suivants:

- Pour un grand nombre d'installations photovoltaïques, le côté courant continu ne peut pas être déclenché. Elles produisent déjà de l'électricité avec une faible intensité lumineuse.
- Certaines lignes électriques sont sous tension, et ce, même si le réseau est coupé.
- Il faut assurer l'accès au toit ou depuis celui-ci.

L'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) a publié une notice qui fixe à la fois les mesures de précaution relatives aux interventions des sapeurs-pompiers et les prescriptions relatives à la protection incendie. La notice est disponible en libre téléchargement sur le site Internet www.praever.ch. Swissolar a complété cette notice en rédigeant un «Document sur l'état actuel de la technique» en coopération avec l'AEAI.

Spécialistes et artisans

La mise en place d'installations photovoltaïques nécessite une collaboration étroite entre les différents spécialistes. La fonction d'installateur photovoltaïque peut être exercée également par un autre artisan (par exemple un électricien, un ferblantier, un couvreur ou un constructeur de façades).

« Une bonne planification pour une exploitation optimale. »

Il convient de respecter le point suivant: conformément à l'ordonnance sur les installations électriques à basse tension (OIBT), seul un installateur possédant une autorisation d'installer a le droit de réaliser tous les travaux d'installation électrique. Les travaux d'installation et d'assemblage des panneaux sont permis pour les couvreurs. Pour ce faire, une autorisation d'installer n'est pas requise, mais ils doivent toutefois avoir reçu les instructions nécessaires. La pose et le raccordement des câbles de la chaîne de panneaux ainsi que les travaux relatifs au courant alternatif doivent être effectués par un installateur-électricien agréé. Les entreprises dont la qualification a été attestée par Swissolar sont répertoriées sur www.solarprofis.ch.

Quels sont les composants d'une installation photovoltaïque ?

Les panneaux solaires, les dispositifs de fixation, les connecteurs, les câbles solaires, les fusibles, les dispositifs de protection contre les

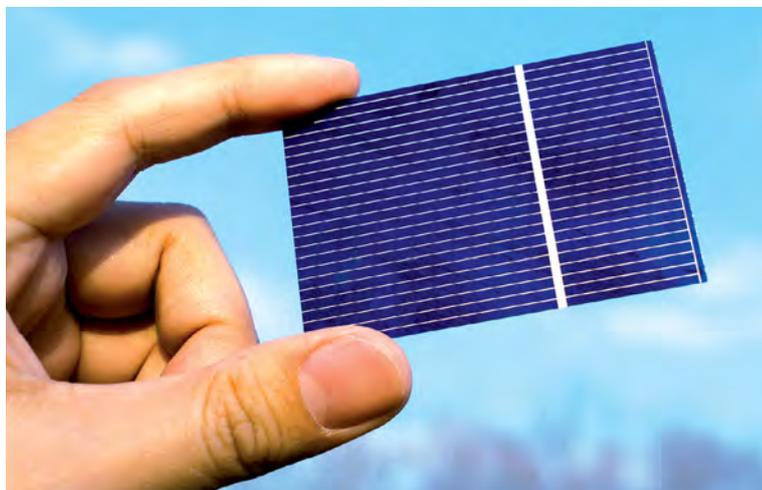
surtensions, la mise à terre, les interrupteurs, les onduleurs et les compteurs électriques constituent les composants essentiels d'une installation photovoltaïque. Dans le cas d'installations de petite taille, de nombreux composants sont directement intégrés dans l'onduleur. Les installations de plus grande taille nécessitent, quant à elles, des coffrets de raccordement. Une chaîne est formée en montant en série plusieurs panneaux photovoltaïques. L'interconnexion des différentes chaînes est ensuite assurée par le biais du coffret de raccordement. D'une manière générale, il contient également les dispositifs de protection contre l'effet de la foudre et la surcharge des chaînes. Le courant continu créé dans le panneau solaire doit être transformé en courant alternatif conforme au réseau afin d'être injecté dans ce dernier. Cette tâche est accomplie par l'onduleur qui assure également des fonctions de commande et de sécurité. Dans de nombreux cas, les câbles des chaînes de panneaux sont raccordés directement à l'onduleur sans effectuer de détour par le coffret de raccordement.

Exploitation et entretien

En règle générale, les installations PV de qualité ne nécessitent pas d'entretien régulier. Les coûts d'exploitation sont généralement modérés, car aucune énergie ne doit être fournie et le fonctionnement se déroule automatiquement. Une étude consacrée aux coûts d'exploitation a montré de grandes différences entre les différentes installations; en moyenne, il faut compter environ 2–4 ct/kWh. La brochure « Coûts d'exploitation des installations photovoltaïques – Gérer efficacement des installations photovoltaïques » éditée par SuisseEnergie présente des exemples et les différents facteurs de coûts.

Il est judicieux de contrôler le fonctionnement de l'installation PV et de consigner les rendements. Dans les grandes installations, cela se fait automatiquement au moyen de systèmes de surveillance. Le fonctionnement correct des petites installations peut aussi être contrôlé en relevant régulièrement les valeurs de production. Il est recommandé de contrôler régulièrement l'installation photovoltaïque.

Comme pour d'autres installations électriques domestiques, il faut également veiller aux exigences en matière de protection incendie pour les installations PV. Cela concerne surtout la



qualité des câbles et le type de pose pour les câbles DC dans les bâtiments, qui se trouvent généralement sous tension de jour du fait des panneaux PV. De telles lignes ne doivent donc pas être installées dans les issues de secours sans mesures de protection adéquates. Ceci est aussi valable pour les onduleurs. De plus, ceux-ci ne doivent pas être placés dans des locaux à risque d'incendie.

Mise à la terre, protection contre la foudre et protection contre les surtensions

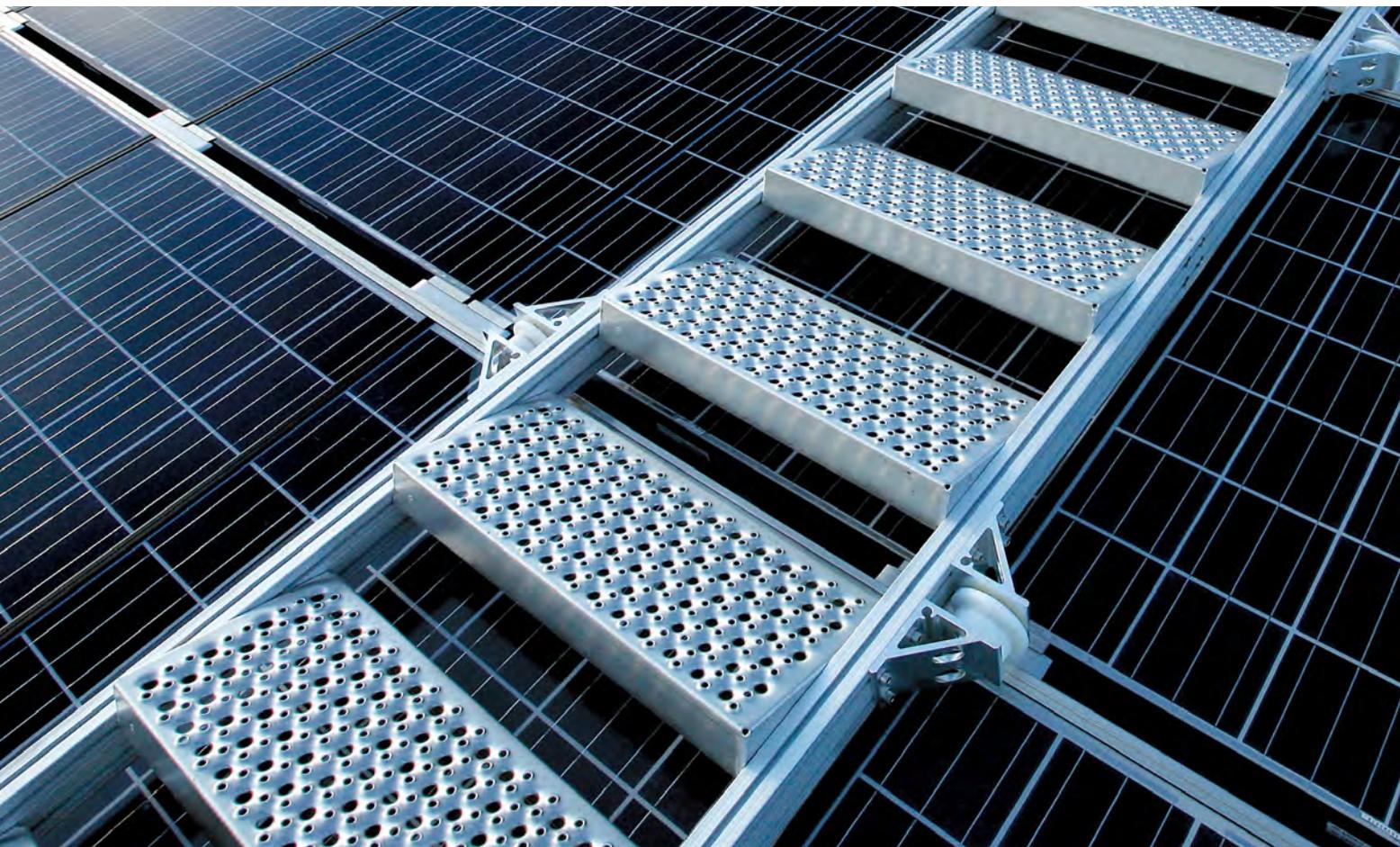
Les mesures relatives à ces trois questions se recouvrent mutuellement. Une protection contre la foudre correctement réalisée comprend la mise à la terre ainsi que la liaison équipotentielle. Dans le cadre de la protection des installations prévue par l'assurance bâtiment, un grand nombre de cantons exige avant le début des travaux un concept de protection de l'installation contre la foudre.

La pose d'une installation photovoltaïque ne soumet pas un bâtiment à l'obligation d'être

protégé contre la foudre. Pour les installations disposant d'une protection contre la foudre, les directives de la SNR 464022 prescrivent l'intégration de l'installation solaire dans le système de protection contre la foudre. Par ailleurs, les mesures de protection doivent être également mises en œuvre conformément à la norme sur les installations à basse tension NIBT, chapitre 7.12, pour les bâtiments sans protection contre la foudre. Une liaison équipotentielle allant du champ de panneaux solaires au tableau de distribution principal est pratiquement toujours nécessaire.

Conseil indépendant

Pour tout type de problème éventuel et des conseils généraux, des spécialistes compétents sont à votre disposition aussi bien chez Electrosuisse que dans le réseau de Swissolar. Sous Solarprofis.ch, il est possible de rechercher et de trouver les spécialistes régionaux souhaités.



Gestionnaires de réseau de distribution (GRD)

Avant de procéder au montage de l'installation photovoltaïque, il est recommandé de clarifier la façon de gérer l'injection avec les responsables du GRD correspondant. Le gestionnaire de réseau de distribution peut exiger des mesures de réception spéciales pour les installations de production d'énergie, telles que les installations PV, qui sont susceptibles de provoquer des perturbations sur le réseau. Le propriétaire de l'installation doit faire fonctionner ses installations de manière à satisfaire aux souhaits du GRD.

Les variantes de raccordement au réseau

Le raccordement au réseau doit être intégré à la planification du projet dès les premières étapes. Les points suivants font notamment partie de cette démarche:

- l'emplacement du raccordement au réseau
- la capacité d'injection maximale possible au point d'injection prévu dans le réseau
- l'emplacement du compteur supplémentaire
- le schéma d'injection



D'une manière générale, il existe trois différents schémas d'injection:

- Le type de relevé « Production » permet d'injecter directement l'électricité solaire produite localement dans le réseau en passant par le compteur de production. Ce processus est utilisé lorsque l'électricité solaire générée est vendue directement à un consommateur. Dans ce cas, il n'y a aucune consommation propre.
- Type de relevé « Excédent »: l'électricité solaire produite est utilisée en premier lieu pour la consommation propre. Seul l'excédent d'électricité est fourni au réseau. Il existe deux variantes de mesure de l'énergie fournie en retour: un compteur de retour supplémentaire ou un compteur d'alimentation qui détecte les deux directions (compteur à quatre quadrants).
- La « mesure sérielle » permet d'injecter l'électricité solaire dans le réseau privé. Le décompte est effectué comme en présence de deux points d'injection du GRD. Le GRD achète l'énergie produite à partir du compteur et la vend simultanément sur le même point de raccordement. Le GRD doit donc pouvoir effectuer un relevé du compteur de production à tout moment. Pour ce faire, une interface de données est connectée la plupart du temps au point de raccordement du réseau. Ce type de relevé est utilisé pour les bâtiments raccordés au réseau moyenne tension. Les grands réseaux privés des lotissements peuvent également constituer une autre application.

Abonnement à l'électricité solaire

Un grand nombre de GRD proposent à leurs clients de s'abonner à l'électricité solaire. Cette option permet également aux locataires ou aux personnes ne souhaitant pas poser d'installation solaire d'utiliser une électricité respectueuse de l'environnement. Il est possible de calculer les coûts, ce qui confère à une telle alternative une réelle transparence. Le label de qualité «naturemadestar» (www.naturemade.ch) a également été créé à cet effet.

Consommation propre

La consommation propre dans plus d'une parcelle est aussi possible dans le contrat normal de fourniture d'électricité dans le cadre de l'approvisionnement de base entre le client final et le GRD. Dans ce cas, l'installation PV four-

« Le photovoltaïque: une contribution importante à l'approvisionnement en électricité. »

nit de l'électricité aux consommateurs situés sur une ou plusieurs parcelles mutuellement adjacentes. Dans ce cas de figure, le GRD est responsable de la mesure et du décompte. Pour l'électricité produite et consommée sur place, les GRD facturent, selon les prestations offertes, les coûts de revient proprement dits ainsi qu'une taxe administrative. Dans le modèle ewz.solarsplit, par exemple, elle est actuellement de 4 ct/kWh. Pour l'électricité solaire consommée directement et simultanément, il n'y a ni coûts de réseaux, ni taxes. Lorsque l'installation PV bénéficie de bonnes conditions, l'énergie solaire est dans la plupart des cas plus avantageuse que l'énergie provenant du réseau (pour plus d'informations voir la deuxième page de la couverture).

Gestion des consommateurs en fonction du degré d'ensoleillement

Dans l'intérêt mutuel des GRD et de leurs clients, il y aura à l'avenir davantage de gros consommateurs individuels qui seront pilotés en fonction de la production momentanée d'électricité solaire. Cela est désormais plus simple qu'auparavant grâce aux nouveaux appareils contrôlables et aux compteurs intelligents. À l'avenir, il faudra encore évaluer si la gestion des consommateurs doit se faire avant tout selon les besoins du réseau ou plutôt dans l'intérêt des consommateurs d'électricité.

Autorités

Dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050, le Conseil fédéral mise notamment sur des économies renforcées (efficacité énergétique) et sur les «nouvelles énergies renouvelables» afin de garantir la sécurité de l’approvisionnement. La production d’électricité solaire (le photovoltaïque) joue un rôle important dans le but de réaliser cet objectif.

« Des règles pour un fonctionnement sans souci. »

L’article 18a de la loi fédérale sur l’aménagement du territoire est entré en vigueur depuis le début de l’année 2008: «Dans les zones à bâtir et les zones agricoles, les installations solaires soigneusement intégrées aux toits et aux façades sont autorisées dès lors qu’elles ne portent atteinte à aucun bien culturel ni à aucun site naturel d’importance cantonale ou nationale.» Une nouvelle révision a été autorisée par la population lors d’un référendum organisé au printemps 2013. Depuis, les installations solaires «suffisamment adaptées» ne sont généralement pas soumises à autorisation conformément à l’article 18a de la loi sur l’aménagement du territoire (LAT). Les installations posées sur des façades ou sur des sites naturels ou des biens culturels d’importance cantonale ou nationale sont toujours soumises à autorisation. Les installations solaires placées au sol et les installations solaires qui ne sont pas suffisamment adaptées sont soumises à autorisation comme par le passé.

Conseil

Le site Web suisseenergie.ch/page/fr-ch/services-de-conseil indique les adresses des services cantonaux de l’énergie et des services d’information en matière d’énergie ainsi que des informations relatives aux aides financières. Les bureaux d’étude indépendants ou les organisations et entreprises de la filière solaire fournissent des renseignements complets (voir par exemple www.solarprofis.ch).

Formalités

La pose d’une installation photovoltaïque est soumise à l’obligation d’annoncer ou à la délivrance d’un permis de construire ([\[energie.ch/page/fr-ch/services-de-conseil\]\(http://energie.ch/page/fr-ch/services-de-conseil\)\). L’autorité communale compétente est en mesure de conseiller comment il convient de procéder. De plus, il faut régler la question du raccordement électrique au réseau. De manière générale, le gestionnaire de réseau de distribution \(GRD\) local exige au minimum une demande de raccordement, éventuellement complétée par une déclaration relative à la qualité du courant \(par exemple en ce qui concerne les harmoniques générées par les onduleurs\). Pour les installations d’une puissance nominale supérieure à 30 kVA, un plan doit être alors présenté à l’Inspection fédérale des installations à courant fort \(ESTI\).](http://suisse-</p></div><div data-bbox=)

L’éblouissement créé par une installation photovoltaïque constitue un motif fréquent d’opposition. Les panneaux solaires sont toutefois fabriqués dans l’objectif d’absorber autant que possible la lumière, ce qui leur permet de refléter moins de lumière que le verre à vitre en temps normal. En outre, à quelques exceptions près, une réflexion éventuelle de la lumière n’a lieu que pendant une courte période.

Réception | Mise en service

Un procès verbal est établi aussi bien lors de la réception que lors de la mise en service des installations photovoltaïques dont la construction est terminée. La remise de l’ouvrage de l’installateur au client est souvent effectuée au cours de la même étape. Le contenu du procès-verbal de réception n’est pas fixé par la loi et est susceptible de varier. Swissolar met à disposition des modèles de procès-verbaux de mise en service (www.swissolar.ch). Par ailleurs, les recommandations de la branche «Prescriptions des distributeurs d’électricité CH (PDIE-CH)» (www.werkvorschriften.ch) et de la SIA (www.webnorm.ch) doivent être observées. Un procès-verbal de mesure et d’essai photovoltaïque selon l’OIBT doit être établi par l’auteur de l’installation lorsqu’elle est terminée. Electrosuisse (www.electrosuisse.ch) met à disposition un modèle de procès-verbal à cette fin.

Contrôle de réception

L'ordonnance sur les installations à basse tension OIBT 734.27 traite aussi notamment la question des contrôles des installations électriques. Outre le contrôle initial de nouvelles installations, l'OIBT fixe aussi la fréquence des contrôles périodiques des installations électriques. Ce faisant, une distinction est établie selon l'auteur de l'installation.

Généralement, le propriétaire fait procéder, dans les six mois suivant la réception de l'installation, à un contrôle de réception supplémentaire par un organe de contrôle indépendant ou un service d'inspection accrédité, qui complète en conséquence le certificat de sécurité de l'installateur. L'organe de contrôle indépendant remet au GRD pour le compte du propriétaire une copie du certificat de sécurité complété.

Une installation photovoltaïque n'a aucune influence sur les périodes de contrôle fixées par la loi pour l'ensemble de l'installation électrique.

Pour les installations selon l'OIBT art. 14, le contrôle initial de l'installation doit être effectué par un organe de contrôle accrédité.

Bâtiments publics

Les autorités et les administrations sont en règle générale responsables de la construction et de l'exploitation des bâtiments publics. À ce titre, il leur incombe d'exploiter ces bâtiments de manière optimale selon leur but, en tenant compte aussi des objectifs économiques et écologiques. Pour l'électricité produite et consommée directement sur place, l'électricité solaire est souvent la solution la moins coûteuse. L'exploitation d'une installation solaire est indiquée en particulier pour les maisons de retraite, les établissements médico-sociaux, les écoles, les bâtiments administratifs, les dépôts, les entreprises d'élimination des déchets, l'infrastructure pour les trains, les trams et les trolleybus, les stations de recharge électrique et bien plus.



Coûts | Financement | Subventions

Une installation photovoltaïque représente un investissement. La rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) par la Confédération permet de rentabiliser les installations conçues de manière optimale sans recourir à des configurations spéciales.

« Produire soi-même de l'électricité solaire ? »

Les investissements

Comme pour toutes les technologies, les prix de l'énergie solaire baissent dès que les quantités de production augmentent. Les coûts d'investissement présentent une réduction annuelle d'environ 6 à 7 % sur une moyenne calculée sur le long terme. Les dépenses pour les installations sur toitures et toits plats (jusqu'à 10 kW) sont comprises actuellement entre 2000 et 4000 CHF/kW alors que le prix pour de grandes installations de plusieurs centaines de kilowatts est inférieur à 1500 CHF/kW. Les installations bien intégrées au bâti sont environ 20 % plus chères. Toutefois, elles remplissent la plupart du temps des fonctions supplémentaires, telles que l'ombrage ou l'étanchéité.

Le «contracting»

Les propriétaires de maison qui ne souhaitent pas investir eux-mêmes dans une installation ont la possibilité de louer leur toit à un «contractor». Celui-ci se charge alors de monter l'installation sur le toit. Les propriétaires ne disposant pas de surfaces sur leur toit, mais qui souhaitent néanmoins participer à l'exploitation d'une installation photovoltaïque ont quant à eux la possibilité d'investir auprès d'un contractor. Ce dernier réunit plusieurs investissements afin de réaliser de plus grandes installations sur des bâtiments appropriés.

Les coûts d'exploitation

Il vaut la peine de surveiller régulièrement le rendement de l'installation photovoltaïque et de contrôler son état. Un contrôle mensuel du rendement permet de détecter à temps les dysfonctionnements et d'éviter les pannes. Un nettoyage des panneaux peut se révéler nécessaire en fonction de l'environnement et de la réalisation de l'installation. La documentation de l'installation devrait contenir des informations relatives à l'exploitation et au nettoyage.

Les coûts de maintenance et d'entretien dépendent notamment de la taille de l'installation. La catégorie de l'installation (au sol, fixée ou intégrée) ne joue, quant à elle, aucun rôle. La publication «Coûts d'exploitation des installations photovoltaïques» de l'Office fédéral de l'énergie indique des coûts d'entretien compris entre 2 et 5 ct/kWh.

Les coûts d'exploitation comprennent également la maintenance générale, le nettoyage des panneaux, éventuellement le contrat de services, la télésurveillance, le service et la maintenance des onduleurs, ainsi que le travail effectué pour la mesure, le décompte et l'audit pour le certificat d'origine.

Les coûts de revient de l'électricité et la rentabilité

Les coûts de revient désignent les coûts qui sont nécessaires à la transformation d'une certaine forme d'énergie en courant électrique. Les coûts d'une installation bien orientée sont d'environ 12 ct/kWh (grandes installations) et de 18 ct/kWh (petites installations). Le montant exact dépend d'un grand nombre de facteurs tels que les coûts de l'installation, le site,



l'orientation, la durée de vie, le taux d'intérêt, les coûts de maintenance, etc. L'annuité correspond à la part annuelle linéaire des coûts du capital d'un investissement sur une durée déterminée et à un taux d'intérêt déterminé.

Rétribution de l'électricité solaire

Les fournisseurs sont libres de décider s'ils souhaitent vendre leur électricité et à qui. La rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) selon la loi fédérale sur l'énergie et l'ordonnance sur l'énergie est en vigueur depuis 2009. Conformément à cette mesure, le producteur recevait pour chaque kilowattheure de courant injecté le tarif de référence pour l'électricité solaire valable lors de la mise en service, pour une période de 25 ans, pour autant que Swissgrid ait donné son aval (tarifs : www.suisseenergie.ch). Depuis lors, certaines conditions ont été modifiées : les nouvelles installations ne recevront plus qu'une contribution unique à hauteur de maximum 30 % des coûts de l'installation. De plus, l'option relative à la consommation propre a été ancrée dans la loi. Pour les petites installations jusqu'à 100 kW, la demande pour une rétribution unique doit être effectuée après la mise en service. Pour les installations de plus de 100 kW,

l'inscription peut se faire en tout temps avant le début de la construction. Il vaut la peine de déclarer les projets à un stade précoce auprès de Pronovo (www.pronovo.ch). Pronovo tient des listes d'attente. La Confédération adapte en permanence les conditions de la rétribution à la situation du marché.

Les banques

Le financement des installations photovoltaïques doit être évalué individuellement par les banques. Plusieurs éléments influent sur les conditions et le montant du prêt, notamment :

- Qui est le propriétaire de l'installation ?
- Le détenteur de l'installation est-il également le propriétaire du bâtiment ?
- Existe-t-il un prix d'achat garanti pour la production d'électricité avec un contrat d'approvisionnement ?
- Quels sont les délais de remboursement ?
- Quelles sont les conditions d'un éventuel contrat d'exploitation du toit ?
- L'exploitation du toit est-elle inscrite comme servitude au registre foncier ? La banque du détenteur renonce-t-elle à son rang au profit de cette servitude ?

L'assurance

La valeur et la fonctionnalité des installations photovoltaïques doit être protégée pendant de nombreuses années. Il existe différents besoins et diverses conditions-cadres légales à l'échelle régionale en matière d'assurance. Les risques contre lesquels il convient et il est possible de s'assurer se divisent généralement en trois groupes :

1. les dommages causés par les incendies ou les éléments naturels (tempête, grêle, inondation, etc.)
2. la responsabilité civile
3. Le vol, l'eau, le bris de glace, la construction ou le montage et d'autres dégâts tels que les dommages techniques et les coûts consécutifs liés à l'interruption de la production

Dans certains cantons, une partie des risques est couverte par l'assurance bâtiment. L'inscription de la somme assurée supplémentaire est nécessaire. En l'absence d'assurance bâtiment obligatoire, la conclusion de contrats d'assurance est alors facultative.

Exemple simplifié :

Installation, fixée	5 kWc
Production annuelle	4750 kWh
Coûts d'investissement ./ Rétribution unique de	13 700 CHF 3100 CH
Coûts nets :	10 600 CHF
Annuité * (durée de vie de 25 ans et taux d'intérêt de 2 %)	5,12 %
Intérêts et amortissement par année (annuité)	543 CHF
Coûts d'entretien annuels, 3 ct/kWh	142 CHF
Total des coûts annuels	685 CHF
Coûts de production	14,4 Rp./kWh

* L'annuité correspond à la part annuelle linéaire des coûts pour l'amortissement d'un investissement à un certain taux d'intérêt pendant une durée déterminée.

Perspectives | Technologies et tendances

La part d'électricité solaire doit couvrir 17 % de la totalité des besoins à l'horizon 2050, selon les projections réalisées par le Conseil fédéral. Il y a encore des objectifs plus ambitieux : selon Swissolar, le photovoltaïque serait susceptible de couvrir 20 % des besoins en électricité d'ici 2025, ce qui correspond à 12 TWh. La production de ces 12 TWh d'électricité solaire d'ici

lules en couches minces sont également utilisées. D'autres matériaux tels que le CIGS (sélénium de cuivre, d'indium et de gallium), les matériaux organiques (pigments) et les combinaisons de différentes cellules feront probablement aussi l'objet d'une utilisation accrue.

« Exploiter le grand potentiel. »

2025 serait possible avec des installations sur des bâtiments existants. Cependant, la croissance reste plutôt faible en raison de l'excédent de courant dans le réseau interconnecté européen et des subventions très restreintes au cours des années à venir. Pour le proche avenir, Swissolar table sur environ 400–500 MW de puissance installée supplémentaire par année.

En s'appuyant sur les données du site toitsolaire.ch, l'Office fédéral de l'énergie a identifié un potentiel de production pour le photovoltaïque pouvant atteindre jusqu'à 50 TWh par année, et ce, uniquement pour les surfaces de toits existantes et bien adaptées. Il n'a pas encore été étudié plus précisément à quel point et avec quelles mesures cela pourra être réalisé.

La recherche

La Suisse occupe une position de premier plan dans les différents secteurs de la recherche en matière de cellules solaires. Une utilisation efficace de l'énergie solaire nécessite toutefois la réalisation de travaux de recherche supplémentaires, et ce, également dans des domaines extérieurs au photovoltaïque, notamment dans ceux de l'intégration au réseau et du stockage.

La fabrication

Les processus de fabrication et les matériaux photovoltaïques font l'objet d'une optimisation continue qui permet d'obtenir des rendements plus élevés, un amortissement énergétique plus rapide et une meilleure création de valeur. Outre les cellules en silicium cristallin ou polycristallin qui constituent actuellement plus de 85 % de la production mondiale, des cel-

L'exploitation

Outre les cellules solaires, la technique des systèmes joue également un rôle important. Les onduleurs solaires les plus récents fonctionnent à des rendements de pointe supérieurs à 98 %. Ces appareils ne présentent donc qu'une faible marge de progression. Toutefois, les onduleurs solaires pourraient également être capables d'assurer d'autres fonctions à l'avenir telles que la compensation de la puissance réactive, l'augmentation de la qualité du réseau et les fonctions de soutien au réseau en combinaison avec une batterie.

La normalisation

Afin de garantir une coexistence harmonieuse entre les installations existantes et les nouvelles, il est nécessaire d'adapter les normes actuelles ou bien de définir de nouvelles réglementations. Les représentants de la Suisse, issus des organismes de normalisation du Comité Électrotechnique Suisse (CES), exercent régulièrement des fonctions de direction dans les commissions internationales, où ils influent durablement sur les processus de normalisation. Il est toutefois indispensable de continuer à encourager une coopération interdisciplinaire entre les différentes commissions consacrées à la normalisation et les comités techniques.

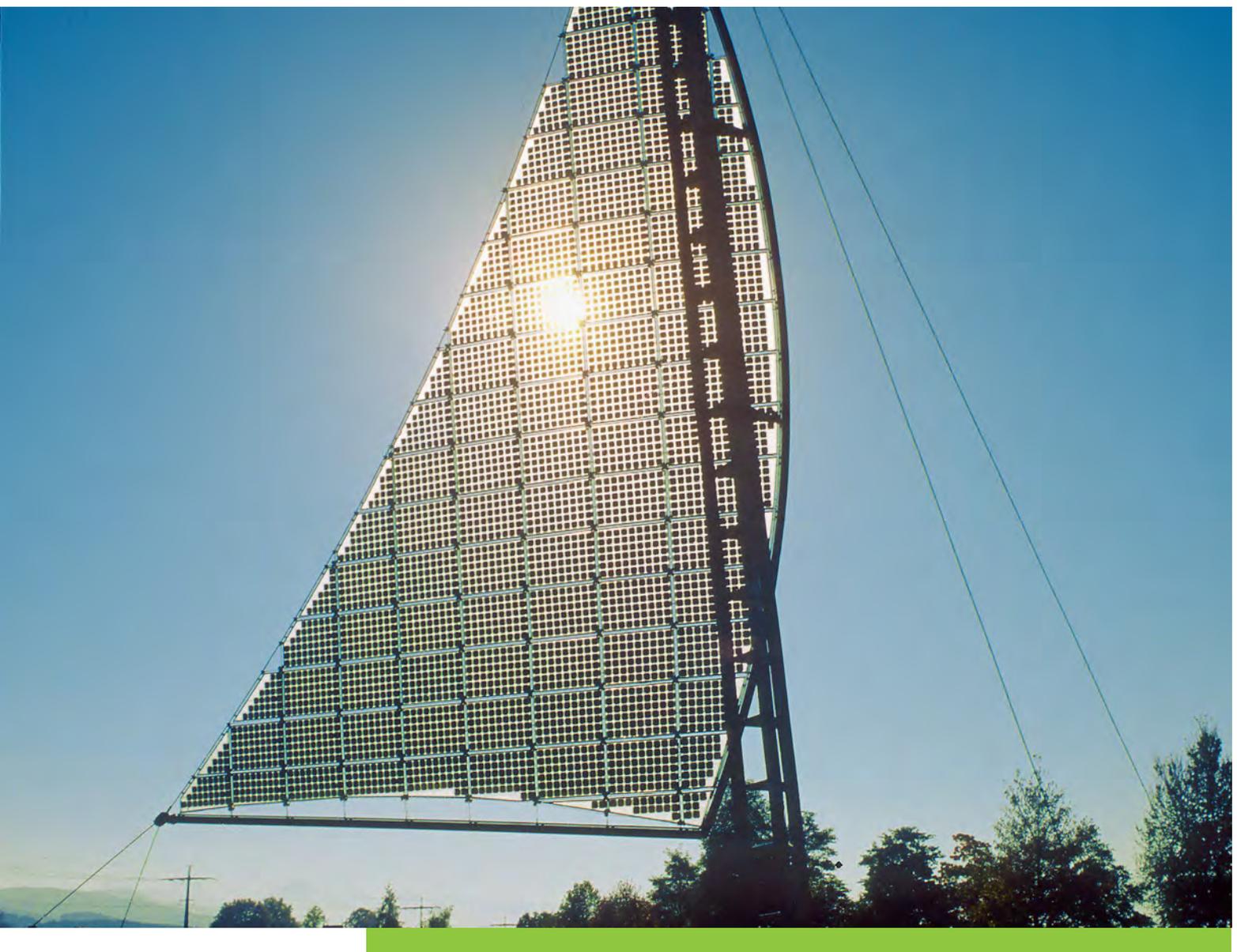
La combinaison de différents systèmes de production électrique

La quantité d'électricité renouvelable susceptible d'être produite sous nos latitudes est soumise aux variations météorologiques et saisonnières. C'est la raison pour laquelle il est judicieux d'intégrer le photovoltaïque dans des solutions globales. Les technologies les plus diverses telles que le photovoltaïque, le solaire thermique, l'énergie hydraulique, la cogénération, la géothermie ou d'autres formes d'énergie renouvelables, font dès à présent

l'objet de différentes combinaisons. De telles associations technologiques sont de plus en plus utilisées dans les lotissements. Un réseau électrique bien développé constitue la pierre angulaire d'une telle interconnexion. Dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'énergie, le choix technologique, les investissements et les modèles d'affaires vont poursuivre leur dynamique. Une telle perspective proposera de nouveaux défis à relever en matière d'investissements et d'infrastructures durables.

Combinaison d'éléments de stockage

Grâce aux nouvelles technologies de batteries, le stockage à court terme d'électricité est devenu plus simple aujourd'hui et est possible à un coût raisonnable. On peut ainsi notamment stocker l'électricité produite le jour et la consommer pendant la nuit; la consommation propre augmente en conséquence.



Glossaire

A	Ampère, unité de mesure de l'intensité du courant électrique.
AC	Alternating Current ; courant alternatif
DC	Direct Current ; courant continu
Rendement énergétique	Énergie produite par l'installation photovoltaïque exprimée en kWh
W	Le watt désigne l'unité de mesure de la puissance consommée ou fournie (énergie/temps).
kWh	Le kilowattheure désigne l'unité de l'énergie produite ou consommée; 1 kWh correspond à l'énergie consommée par une ampoule de 100 W pendant 10 h (puissance x temps).
kWc	Le kilowatt-crête désigne la puissance nominale d'un panneau ou de toute l'installation photovoltaïque aux STC; cette puissance se réfère au côté courant continu (DC).
MWh	1 mégawatt heure correspond à 1000 kWh.
GWh	1 gigawatt heure correspond à 1000 MWh.
TWh	1 térawatt heure correspond à 1000 GWh.
Puissance	La puissance électrique désigne le produit de la tension et du courant sans prendre en compte le facteur temps.
Rendement du panneau	Le rendement du panneau indique la part de lumière solaire incidente transformée en énergie électrique par le panneau.
Photovoltaïque	Méthode de production électrique à partir de la lumière
Panneau solaire	Assemblage de cellules solaires destiné à la transformation du rayonnement solaire en électricité
Capteur solaire	Les capteurs solaires servent à transformer le rayonnement solaire en chaleur (eau chaude).
STC	Standard Test Condition (conditions de test normalisées) : 1000 W/m ² , température des cellules de 25 °C, coefficient de masse d'air AM 1,5. Afin de comparer et d'évaluer de façon indépendante différents types de panneaux solaires, des conditions de test et d'exploitation uniformes (et normalisées) sont utilisées à l'échelle mondiale dans le domaine du photovoltaïque.
V	Volt, unité de mesure de la tension électrique
Onduleur	Les onduleurs transforment la tension continue provenant du générateur en tension alternative, synchronisent la fréquence avec celle du réseau électrique public, possèdent des dispositifs de surveillance permettant de les séparer du réseau en cas de dysfonctionnements et servent de fournisseurs de données.

Informations complémentaires

Les associations suivantes fournissent des informations relatives aux différents aspects de l'énergie solaire :
www.electrosuisse.ch
www.swissolar.ch

Les organisations et institutions suivantes se font un plaisir de donner des renseignements supplémentaires :

www.endk.ch
www.suisseenergie.ch
www.iea-pvps.org
www.praever.ch
www.pronovo.ch
www.pvcycle.org
www.solarprofis.ch
www.strom.ch
www.swissgrid.ch
www.topten.ch
www.eitwiss.ch
www.VSEK.ch

Mentions légales

Directeurs de la publication

Electrosuisse, Swissolar

Responsables du contenu

Electrosuisse, Swissolar

Indications relatives aux sources des images

P. 5: Bellwald/enAlpin, Bellwald

P. 8: (BIPV) Solaris, photographe: Beat Bühler

P. 18: Georges Miserez, photographe, Ostermundigen

Droits d'auteur :

Reproduction et publication autorisées avec mention de la source.

Brochure disponible en allemand, en français et en italien ainsi qu'au format PDF.

De petites quantités jusqu'à 10 exemplaires peuvent être obtenues gratuitement, à partir de 11 ex. avec contribution aux frais : verband@electrosuisse.ch ou auprès des éditeurs.

Indication :

La présente brochure a été réalisée avec le plus grand soin et uniquement à titre d'information. Aucune responsabilité ne sera assumée quant au caractère exact, exhaustif et actuel de son contenu. Cela ne dispense notamment en aucun cas de consulter et de suivre les recommandations, les normes et les prescriptions actuelles en vigueur. La présente brochure sert uniquement à des fins d'information. Nous déclinons expressément toute responsabilité quant aux dommages survenus après avoir consulté ou suivi la présente brochure d'information (31.03.2019).

Autres brochures d'information de cette série:

«Créer le contact» – Électromobilité et infrastructure | «Détendu – grâce à l'efficacité» – Une utilisation raisonnable de l'électricité | «LED's go!» – Conseils et consignes à propos des éclairages LED

Avec le soutien de:



www.neovac.ch



Electrosuisse
Luppenstrasse 1
Case postale 269
CH-8320 Fehraltorf

T +41 44 956 11 11
info@electrosuisse.ch
www.electrosuisse.ch