

Solaire

Update
2019



Table des matières

- 3 **Lumière sur les plaques**
- 4 **Le soleil, la plus grande centrale électrique du monde**
- 5 **Des matières premières pour les modules solaires en suffisance**
- 6 **Fonctionnement d'une installation photovoltaïque**
- 8 **La solution idéale pour chaque toit**
- 9 **Un investissement qui paie à coup sûr**
- 10 **L'électricité solaire jour et nuit**
- 11 **Consommation du réseau électrique minimale grâce à une consommation propre maximale**
- 12 **Vous pouvez compter sur elles: les subventions de la Confédération**
- 17 **Solution simple pour les immeubles résidentiels**
- 18 **Bilan environnemental: de bonnes notes pour l'électricité solaire**
- 20 **Maison ancienne bernoise dotée de la dernière technologie PV**
- 22 **Un grossiste en matériel électrique mise gros sur le soleil**

Mentions légales

Éditeur:

Otto Fischer SA, Aargauerstrasse 2, 8010 Zurich

Papier:

Couverture: Plano Art, blanc, mat 300 g/m², FSC

Contenu: Plano Jet, blanc, mat 140 g/m², FSC

Parution:

Février 2019

Tirage:

500 ex.

© Otto Fischer SA

Reproduction et publication uniquement avec

l'autorisation d'Otto Fischer SA, Zurich

Lumière sur les plaques

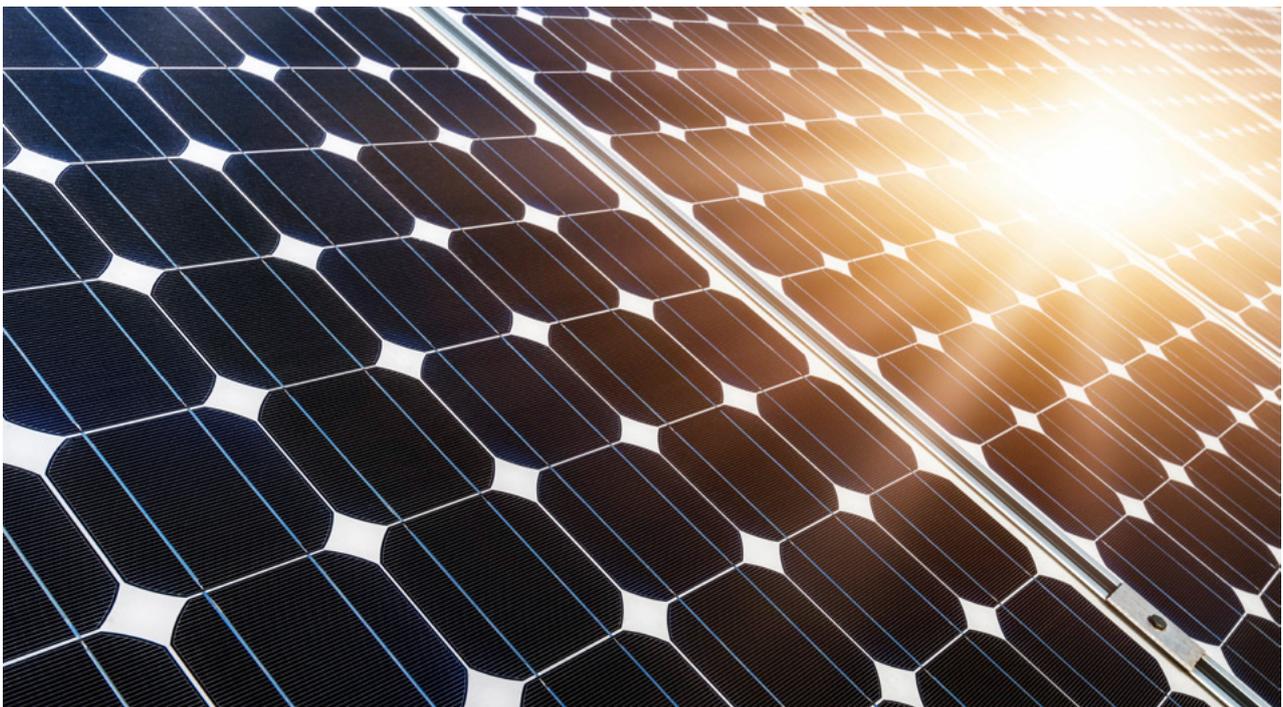
En Suisse, les énergies renouvelables gagnent du terrain, et cela concerne aussi la production d'électricité par le photovoltaïque (PV). En effet, celui-ci devient de plus en plus important et le potentiel de l'énergie solaire est énorme. Ainsi, il est de plus en plus judicieux d'exploiter le photovoltaïque à titre privé. Notamment parce que les possibilités techniques actuelles permettent de profiter plus facilement que jamais des avantages d'une installation solaire.

Les conditions pour produire sa propre électricité avec le photovoltaïque sont plus éblouissantes que jamais. En effet, depuis que la nouvelle loi sur l'énergie est entrée en vigueur, la promotion des énergies renouvelables est encore plus marquée. Cela signifie qu'en raison des rémunérations équitables et du contexte politique, c'est le moment idéal d'opter pour une installation solaire.

Les bonnes perspectives dans le domaine du photovoltaïque sont également mises en lumière par les rapports entre les sources de production actuelles de l'électricité: les centrales hydrauliques produisent 60 pour cent, alors que l'énergie nucléaire arrive en deuxième position avec 33 pour cent. Seule la petite part restante concerne actuellement les «nouvelles énergies renouvelables», dont

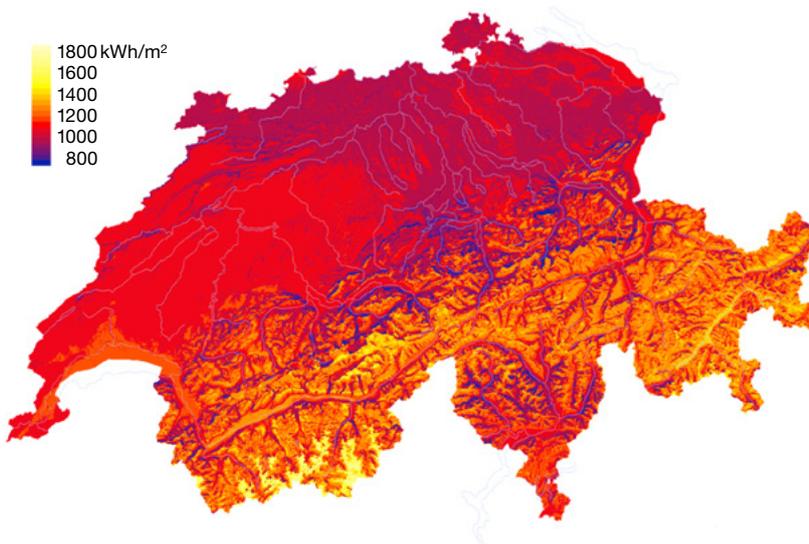
seulement 2,9 pour cent pour l'électricité solaire. Mais pour atteindre les objectifs définis par la Confédération dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050 et réussir la transition énergétique, la part d'électricité issue de la production d'installations PV doit s'accroître bien au-delà de 20 pour cent. En raison de cette évolution, il est évident que l'énergie solaire a encore un énorme potentiel.

Dans cette brochure, vous trouverez beaucoup d'informations utiles sur les multiples possibilités dans le domaine du solaire, afin que vous puissiez utiliser cette technologie durable selon vos idées. Et pour le bien de l'environnement.

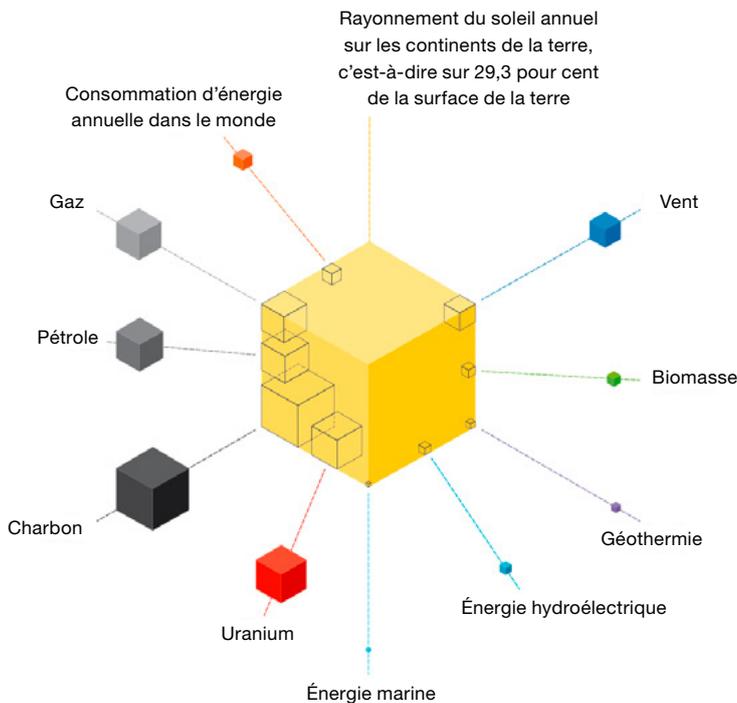


Le soleil, la plus grande centrale électrique du monde

Le soleil surpasse de loin toutes les autres sources d'énergie. Car l'énergie qu'il rayonne en une seule heure sur la terre peut couvrir les besoins de la population du monde entier pendant toute une année. Ou en d'autres termes: il suffit d'un pour cent de l'énergie solaire pour alimenter le monde pendant un an.



Cette carte du soleil montre que la Suisse offre sur le plan du rayonnement des conditions excellentes pour l'exploitation d'installations photovoltaïques.
Source: Swissolar



Le graphique en bas à gauche indique aussi les réserves globales pour les énergies fossiles et nucléaire, les potentiels annuels pour les énergies renouvelables.
Source: Swissolar

i Suisse pays du soleil

La Suisse est très bien ensoleillée, contrairement au préjugé courant. En effet, le géant du ciel jaune rayonne si fort et si souvent qu'il vaut la peine d'exploiter une installation photovoltaïque presque partout dans le pays. La règle générale est la suivante: au sud et aux altitudes plus élevées, les valeurs de rayonnement sont plus grandes qu'au nord ou dans les plaines.

Des matières premières en suffisance pour les modules solaires

Les modules solaires sont fabriqués à partir de sable de quartz, et il en existe en abondance. Mais plusieurs étapes sont nécessaires avant qu'un module solaire soit complet et puisse produire de l'électricité. Ce processus de production a été constamment amélioré et rendu plus efficace au cours des dernières années.



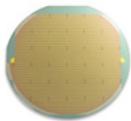
Sable – La matière de départ pour la production d'une cellule photovoltaïque est le sable de quartz, qui est utilisé pour produire la matière première de silicium. Et les réserves mondiales de quartz, qui est généralement connu par sa couleur claire, sont considérées comme pratiquement illimitées. Le motif est que les dunes de sable des déserts de cette terre se composent pour l'essentiel de ce sable de quartz, qui à son tour est principalement composé de silicium.



Silicium – Le silicium ne doit présenter qu'une faible pollution par des atomes étrangers pour être transformé pour les installations photovoltaïques – plus précisément, il doit être pur à 99,99 pour cent. Cela signifie que seul un atome étranger peut être contenu dans un million d'atomes de silicium. Ce haut degré de pureté est obtenu grâce à une procédure de nettoyage en plusieurs étapes et est important pour les autres phases du processus.



Lingots – Le silicium purifié peut maintenant être transformé en des lingots monocristallins ou polycristallins. Pour obtenir des lingots polycristallins, le silicium purifié est fondu et coulé dans une forme parallélépipédique. Lors de ce processus, le silicium reçoit sa typique grille cristalline amorphe pendant le durcissement. Cependant, la production de lingots monocristallins est plus complexe et est effectuée en immergeant ce que l'on appelle un germe de cristal dans la coulée de silicium. Enfin, les lingots ronds et en forme de colonne sont produits à l'aide d'un processus de levage et de rotation lent et contrôlé (que l'on appelle extraction). Ils peuvent atteindre un diamètre de 200 à 300 millimètres et une hauteur de jusqu'à deux mètres.



Pastille – Les lingots sont sciés en tranches fines d'environ 200 micromètres à l'aide de scies à câble ou de la découpe à jet d'eau. Ces tranches de silicium sont maintenant prêtes à être transformées en cellule photovoltaïque. Ces «pastilles» sont donc des tranches de silicium pur.



Cellule photovoltaïque – Une cellule photovoltaïque est construite en deux couches de charges différentes. Pour créer cette différence de charge, différents types d'atomes étrangers sont intégrés de manière ciblée dans la couche supérieure et inférieure. Ensuite, la cellule est généralement recouverte d'une couche antireflet bleutée. Ensuite, les contacts métalliques sont alors placés au recto et au verso.



Panneau solaire – Les cellules sont laminées durablement entre une feuille et le verre sous vide et par une forte chaleur. Le brasage de bandes de cuivre permet ensuite de connecter plusieurs cellules solaires en série. Après le laminage, les tranches sont bordées, les boîtes de raccordement installées et équipées de diodes de roue libre. Un cadre en aluminium assure la stabilité du panneau.

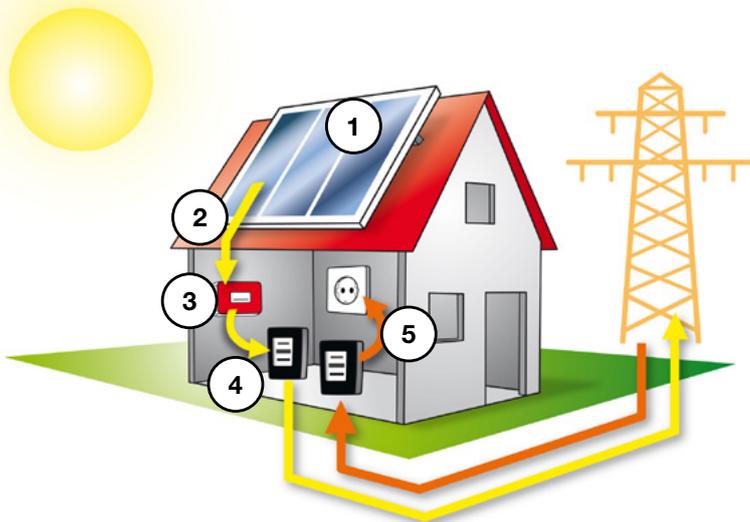
Comment fonctionne une installation photovoltaïque

Grâce à leur propre énergie solaire sur le toit, les particuliers gagnent une part d'indépendance. Cela est possible principalement à travers le montage d'installations raccordées au réseau; ceux qui veulent être complètement indépendants opteront pour une installation en îlot à l'aide d'un accumulateur à batterie.

Les installations raccordées au réseau sont raccordées au réseau électrique public. Du courant continu (CC) est produit dans les cellules photovoltaïques à travers l'énergie des rayons du soleil. Celui-ci passe dans l'onduleur, qui transforme le courant continu en courant alternatif afin qu'il soit compatible avec le réseau public. Ce courant alternatif passe ensuite par un compteur, ce qui permet de voir la quantité de courant produite. Lors des jours ensoleillés, si le courant produit est supérieur au courant consommé, le surplus passe dans le réseau public (= récupération de l'énergie dans le réseau). À l'inverse, en cas de mauvais temps ou le soir, on consomme souvent plus de courant que la production de l'installation photovoltaïque. Le cou-

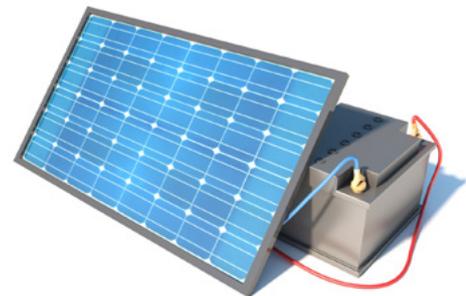
rant manquant passe alors du réseau à la maison (= utilisation d'énergie à partir du réseau). L'utilisation de systèmes de batteries et de gestion de l'énergie permet pourtant d'augmenter fortement la consommation propre.

Les installations en îlot sont des installations photovoltaïques autonomes, sans raccordement au réseau d'énergie. Mais pour assurer l'alimentation électrique, l'énergie produite est généralement stockée dans une batterie ou utilisée immédiatement par les consommateurs de CC. Des installations en îlot sont souvent utilisées pour les cabanes de jardin, les chalets de montagne ou les camping-cars.



Principe de fonctionnement d'une installation raccordée au réseau:

- 1 = générateur solaire (composé de plusieurs modules)
- 2 = raccordement de courant continu
- 3 = onduleur
- 4 = compteur (compteur d'utilisation et de récupération)
- 5 = raccordement de courant alternatif



L'électricité solaire produite est stockée avec une batterie et peut être utilisée par exemple la nuit.

i Généralement aucun permis de construire requis

En dehors des bâtiments protégés, aucun permis de construire n'est nécessaire pour le montage d'une installation photovoltaïque, conformément à la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) dans les zones à bâtir et agricoles. Les projets doivent simplement être signalés aux autorités responsables avant l'exécution.

i Alimenté en énergie solaire pendant un an

Un ménage de 4 personnes, qui désire couvrir sa propre consommation énergétique annuelle de 4750 kilowattheures (sans chaudière électrique), a uniquement besoin d'une surface totale d'environ 30 mètres carrés de panneaux solaires.



La solution idéale pour chaque toit

Tous les toits n'ont pas la même orientation, le même ombrage ou la même situation. Pour les uns, l'esthétique est primordiale, pour d'autres c'est le prix qui est décisif. Mais il y a une solution adaptée à tous les types de toits et de besoins.



Le **montage sur toit** offre toute une série d'avantages, c'est donc le type de montage le plus apprécié. En principe, l'installation des panneaux solaires se fait avec un faible écart de 5 à 15 centimètres du toit. Le grand avantage de cette variante est que l'installation est plus simple et rentable qu'un montage intégré en toiture, par exemple. De plus, elle garantit une bonne ventilation arrière des modules photovoltaïques. Le montage sur le toit est aussi idéal pour les maisons où une installation photovoltaïque doit être montée ultérieurement.



Dans le **montage intégré en toiture**, l'installation photovoltaïque remplace le revêtement de toiture. Cela signifie qu'aucune tuile ou autre n'est nécessaire, car les modules photovoltaïques remplissent leur fonction protectrice. Les coûts d'entretien avantageux – les connexions et raccordements étant protégés des intempéries – et l'aspect esthétique constituent les avantages du montage en toiture. Cependant, les coûts d'installation sont plus élevés que pour d'autres variantes. Par conséquent, le montage intégré en toiture est recommandé en particulier pour les nouveaux bâtiments et lors des réparations du toit.



Le **montage sur toit plat** des installations photovoltaïques offre de grands avantages en matière d'orientation et d'inclinaison optimales des modules photovoltaïques. De plus, ces installations sont faciles d'accès pour les travaux de maintenance et de nettoyage et aucune baisse de rendement n'est à craindre en raison d'une ventilation arrière particulièrement bonne sur un montage sur toit plat. Un autre avantage de cette variante est qu'elle convient à la fois aux bâtiments existants et aux nouvelles constructions. Car les systèmes pour toit plat étant généralement de construction légère, ils apportent peu de surcharge sur un toit. Par conséquent, ils n'altèrent pas l'analyse structurale.

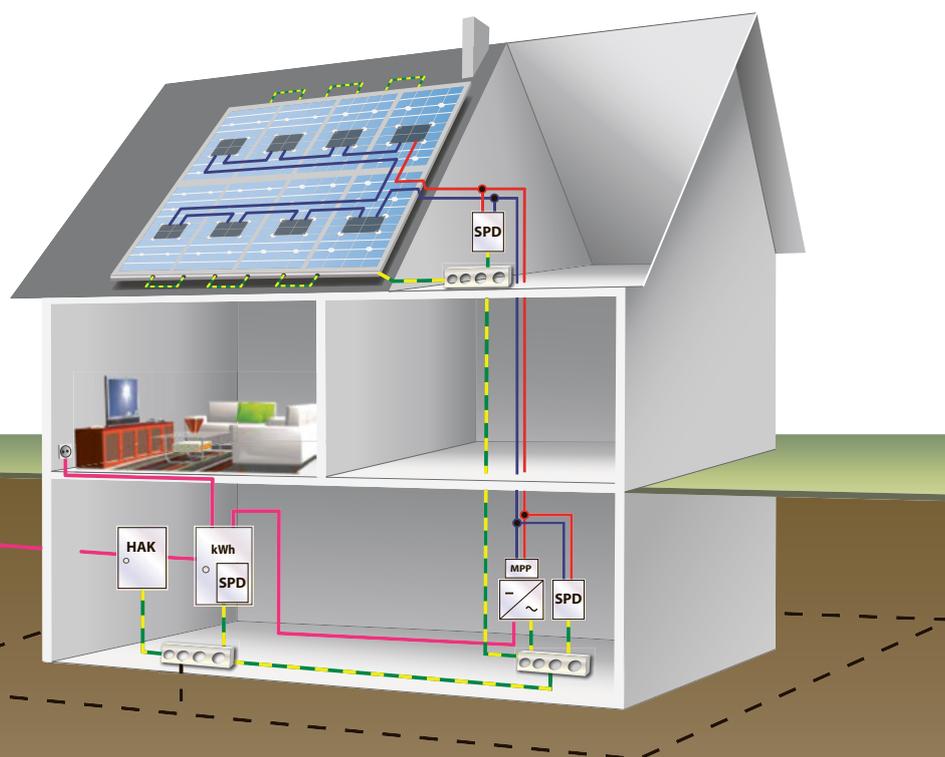


i Les toits orientés à l'est et à l'ouest sont aussi adaptés

Les installations photovoltaïques ne doivent pas toujours être orientées exactement vers le sud pour atteindre un rendement profitable. Les toits orientés vers l'est et l'ouest offrent même un avantage par rapport aux toits orientés vers le sud : la production d'électricité ne se concentre pas à midi, mais est répartie uniformément tout au long de la journée.

Un investissement qui paie à coup sûr

L'investissement dans une installation photovoltaïque comporte généralement peu de risques: comme les installations photovoltaïques fonctionnent presque sans maintenance, les coûts sont faibles pour l'exploitation, la maintenance et les réparations. Il y a cependant des influences qui peuvent affecter négativement le rendement d'une installation.



Il est utile de protéger les installations et les appareils de la maison sensibles contre la surtension.

Source: Bettermann

Les dégâts dus aux événements naturels (grêle, charge de neige, tempête ou éclair), surtension, court-circuit, panne matérielle ou usure peuvent endommager les installations photovoltaïques. Comme dans le pire des cas, ils peuvent coûter cher, il est recommandé de s'informer sur les différentes possibilités de protection financière par une assurance ménage.

i Protection contre la foudre et les surtensions

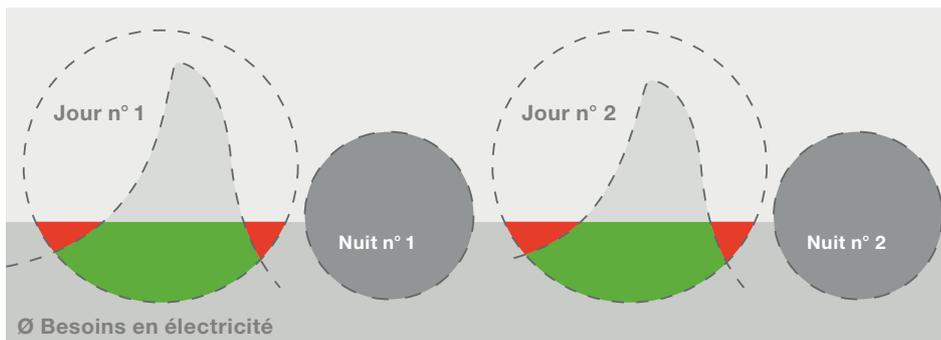
Le fait qu'une installation photovoltaïque soit montée sur le toit n'implique pas d'obligation de protection contre la foudre pour le bâtiment. Cependant, si le bâtiment nécessite une protection contre la foudre, l'installation photovoltaïque doit être intégrée au système de protection contre la foudre. Il est également utile de protéger les installations et appareils sensibles du bâtiment contre la surtension par décharge atmosphérique afin d'éviter des dégâts importants. Votre installateur vous informera volontiers à ce sujet.

De l'électricité solaire jour et nuit

Comme l'exploitation d'une installation photovoltaïque est rémunérée depuis le 1^{er} janvier 2018 par la Confédération sous la forme d'un montant d'investissement unique et non plus par le biais des kWh produits et récupérés sur le réseau, il est particulièrement utile d'atteindre une consommation propre aussi élevée que possible. De plus, l'électricité solaire propre est souvent bien meilleur marché que l'énergie puisée sur le réseau public en raison de la baisse des coûts des matériaux et de l'installation. C'est pourquoi une installation PV est bien plus vite amortie qu'auparavant.

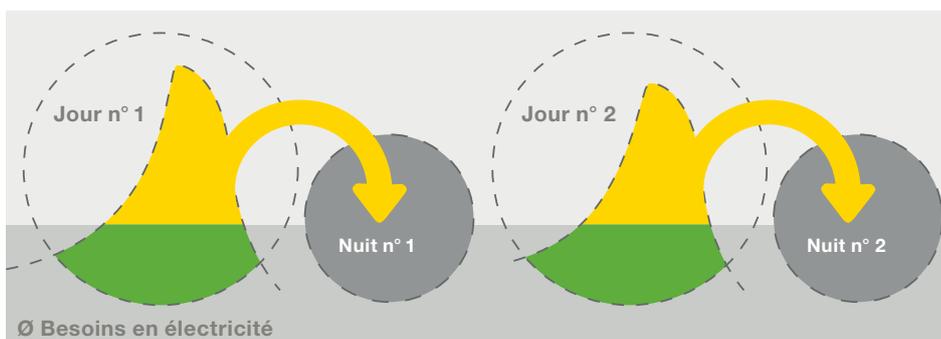
Mais cela signifie que la propre électricité solaire doit être disponible à tout moment, y compris la nuit. Il

est d'autant plus avantageux que grâce à la dernière technologie, plus personne ne se retrouve dans le noir lorsqu'il s'agit d'utiliser l'énergie solaire après le coucher du soleil. En effet, grâce aux solutions de stockage intelligentes, les foyers peuvent utiliser l'électricité solaire en tout temps. Les accumulateurs sont conçus pour que le soleil fournisse du courant même quand il ne brille pas. Cela élimine le problème lié au fait que les habitants quittent généralement la maison avant que l'installation solaire ne produise de l'électricité et ne rentrent qu'une fois que l'installation ne fournit plus ou presque plus d'énergie. Car bien stockée, l'énergie solaire est disponible dès qu'on en a besoin.



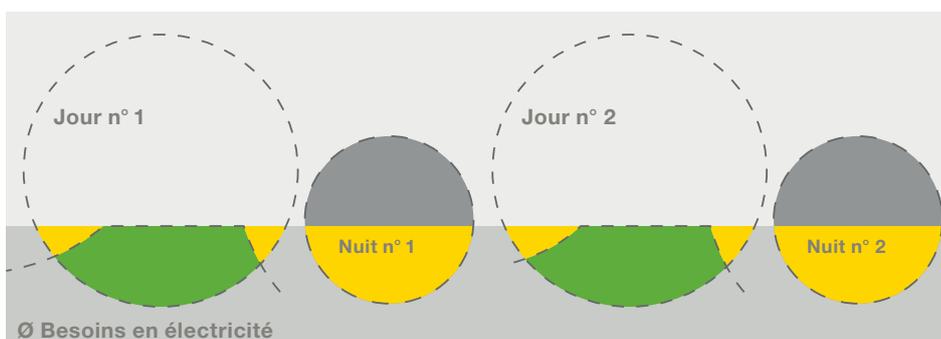
Avec une installation solaire classique sans solution de stockage, la consommation directe permet de réduire la consommation d'électricité d'environ 30 %.

- Consommation d'énergie directe
- Électricité solaire inutilisée
- Énergie du fournisseur d'électricité



Avec un accumulateur, il est possible d'alimenter dans l'accumulateur solaire les pics inutilisés pouvant être produits en cas de fort rayonnement du soleil.

- Consommation d'énergie directe
- Batterie



Avec une taille optimale de l'accumulateur, l'installation solaire peut couvrir jusqu'à 80 % de la consommation d'électricité.

- Consommation d'énergie directe
- Batterie

Consommation d'électricité minimale grâce à une consommation propre maximale

En plus du stockage de l'électricité solaire dans les batteries, il existe encore davantage d'options pour augmenter la consommation propre de l'énergie solaire. Car à l'aide d'une gestion de l'énergie intelligente, il est possible d'affecter l'énergie solaire à différents consommateurs dans le foyer. Ces systèmes de gestion de l'énergie sont donc une acquisition doublement intelligente: d'une part

parce qu'ils répartissent l'électricité disponible à différents appareils de manière intelligente. D'autre part parce qu'ils optimisent encore davantage la consommation propre et offrent ainsi encore plus d'indépendance par rapport au réseau. Ceci en alimentant par exemple les consommateurs suivants avec de l'énergie solaire:



Chauffage utilisant l'énergie solaire

Grâce à la technique de régulation intelligente, les pompes à chaleur modernes offrent la possibilité d'être utilisées avec de l'énergie solaire. En outre, l'option existe d'utiliser l'énergie solaire pour chauffer le chauffe-eau à l'aide d'un thermoplongeur secondaire.



Lavage utilisant de l'énergie solaire

Aujourd'hui, de plus en plus d'appareils ménagers sont «smart grid ready». Cela permet d'intégrer ces appareils dans la distribution intelligente de l'énergie solaire dans le ménage, afin qu'ils fonctionnent quand l'énergie solaire provenant de son propre toit est disponible.



Mobilité utilisant l'énergie solaire

Un nombre croissant de maisons dispose d'un raccordement propre pour une station de recharge pour voitures électriques. Cela signifie qu'une station de charge adéquate permet d'alimenter la voiture électrique directement en énergie solaire provenant de sa propre installation photovoltaïque.

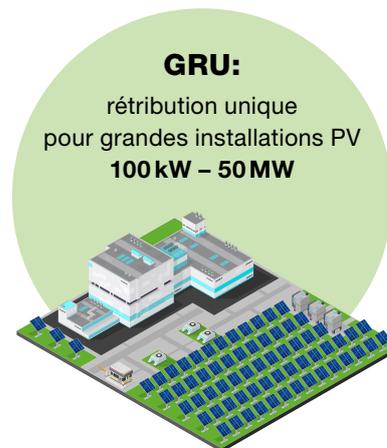
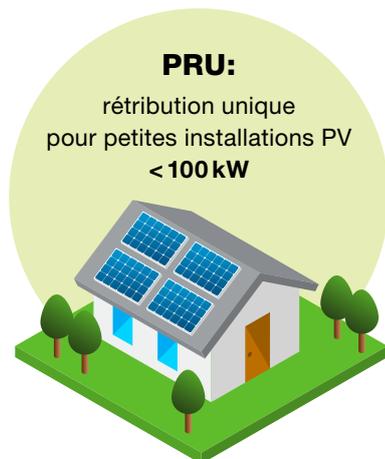
i Pour la protection des réseaux électriques

Grâce à la position haute du soleil à midi et donc un angle d'ensoleillement optimal, l'installation photovoltaïque est plus performante à cette heure du jour. Si plusieurs installations photovoltaïques sont connectées au même réseau électrique, cela peut charger le réseau électrique de façon significative. Si l'énergie solaire est utilisée pour le chauffage, le chauffe-eau, la recharge de la voiture électrique ou le stockage dans le système de stockage, cela protège le réseau électrique et peut empêcher des mises à niveau coûteuses du réseau.

Vous pouvez compter sur elles: les subventions de la Confédération

La Confédération encourage la production d'énergie propre et renouvelable. Cela signifie pour les propriétaires d'une installation photovoltaïque qu'ils obtiennent une rétribution financière unique après l'installation. Celle-ci dépend de la puissance de l'installation PV et est donc répartie en deux classes de rétribution différentes.

En raison des dispositions légales, les exploitants d'installations photovoltaïques d'une puissance de 2 Kilowatt crête (kWc) à 100 Kilowatt crête disposent d'une «rétribution unique pour les petites installations PV (PRU)». Ceux qui exploitent une plus grande installation PV générant 100 Kilowatt crête ou plus, ont droit à la rétribution unique pour grandes installations photovoltaïques (GRU). Le point commun des deux classes de rétribution (PRU et GRU) est qu'il s'agit d'une rétribution unique, c'est-à-dire d'aides à l'investissement uniques couvrant environ 30 pour cent des coûts d'investissement d'une installation de référence correspondante. De manière simple, cela signifie que:



Toutes les installations ne se valent pas

Le montant de la rétribution dépend de la date de mise en service, la puissance de crête CC normée ainsi que de la catégorie (montée, intégrée, autonome). Les taux de rétribution sont définis dans l'ordonnance de promotion de l'énergie et donnent le montant concret que peuvent attendre ceux qui mettent en service une installation photovoltaïque. Vous trouverez deux exemples concrets plus bas.

1. Installations PV intégrées

Si vous avez par exemple mis en service une installation de 57,0 kWc intégrée en mai 2018, le montant de votre rétribution est calculé selon les facteurs suivants:

Contribution de base + contribution aux prestations = montant de la rétribution unique

sur la base des montants légalement définis et présentés dans le tableau ci-dessous, cela donne le montant total de la rétribution unique, qui est le suivant:

$$1600 \text{ CHF} + 460 \text{ CHF/kWc} \times 29,99 \text{ kWc} + 340 \text{ CHF/kWc} \times (57,0 - 29,99) \text{ kWc} = 24\,579 \text{ CHF}$$

Taux de rétribution pour les installations montées et autonomes				
Mise en service	Contribution de base	PRU Contribution aux prestations <30 kWc (CHF/kWc)	PRU Contribution aux prestations <100 kWc (CHF/kWc)	GRU Contribution aux prestations ≥ 100 kWp (CHF/kWc)
À partir du 1.4.2018	1400	400	300	300
1.4.2017 au 31.3.2018	1400	450	350	350
1.10.2016 au 31.3.2017	1400	500	400	400
1.10.2015 au 30.9.2016	1400	500	450	450
1.4.2015 au 30.9.2015	1400	680	530	530
1.1.2014 au 31.3.2015	1400	850	650	600
1.1.2013 au 31.12.2013	1500	1000	750	700
1.1.2012 au 31.12.2012	1600	1200	950	850
1.1.2011 au 31.12.2011	1900	1450	1200	1000
Jusqu'à fin 2010	2450	1850	1500	1300

2. Installations montées et autonomes

Par contre, si vous avez mis en service une installation de 182,0 kWc montée ou autonome en février 2017, votre rétribution est calculée selon les mêmes facteurs, donc:

Contribution de base + contribution aux prestations = montant de la rétribution unique

le montant auquel vous avez droit est calculé selon les montants définis, comme indiqué dans le tableau ci-dessous:

$1400 \text{ CHF} + 500 \text{ CHF/kWc} \times 29,99 \text{ kWc} + 400 \text{ CHF/kWc} \times (99,99 - 29,99) \text{ kWc} + 400 \text{ CHF/kWc} \times (182,0 - 99,99) \text{ kWc} = 77\,199 \text{ CHF}$

Taux de rétribution des installations intégrées				
Mise en service	Contribution de base	PRU Contribution aux prestations <30 kWc (CHF/kWc)	GRU Contribution aux prestations <100 kWc (CHF/kWc)	GRU Contribution aux prestations ≥100 kWp (CHF/kWc)
À partir du 1.4.2018	1600	460	340	
1.4.2017 au 31.03.2018	1600	520	400	
1.10.2016 au 31.03.2017	1800	610	460	
1.10.2015 au 30.9.2016	1800	610	510	
1.4.2015 au 30.9.2015	1800	830	630	
1.1.2014 au 31.3.2015	1800	1050	750	
1.1.2013 au 31.12.2013	2000	1200	850	
1.1.2012 au 31.12.2012	2200	1400	1100	980
1.1.2011 au 31.12.2011	2650	1700	1400	1200
Jusqu'à fin 2010	3300	2100	1700	1500

Informations complémentaires

Vous trouverez plus d'informations sur les programmes de rétribution de la Confédération ainsi que les possibilités d'inscription sur pronovo.ch

Une nouvelle édition à ne pas manquer



Commandez
gratuitement l'édition
d'automne:
e2f.ch/magazin

**Le magazine pour les maîtres d'ouvrage, les électriciens
et les architectes. Avec des solutions de produits, des
avis d'experts et des projets de référence sélectionnés.**



Solution simple pour les immeubles résidentiels

En raison de la nouvelle loi sur l'énergie, il est possible depuis le début de 2018 de former ce que l'on appelle un groupement dans le cadre de la consommation propre (RCP). Ces RCP rendent les maisons multifamiliales équipées de systèmes photovoltaïques plus attrayantes pour les propriétaires et les locataires.

Le regroupement dans le cadre de la consommation propre, le RCP, est un regroupement contractuel entre les locataires et les propriétaires, qui a pour objectif de consommer directement sur place l'électricité solaire produite par l'installation PV d'un immeuble résidentiel. En effet, la création d'un RCP permet aux loueurs de vendre l'électricité produite par la propre installation PV aux locataires. Cela profite aussi aux résidents du bâtiment, car le prix de cette électricité solaire ne doit pas être plus élevé que l'énergie tirée du réseau public.

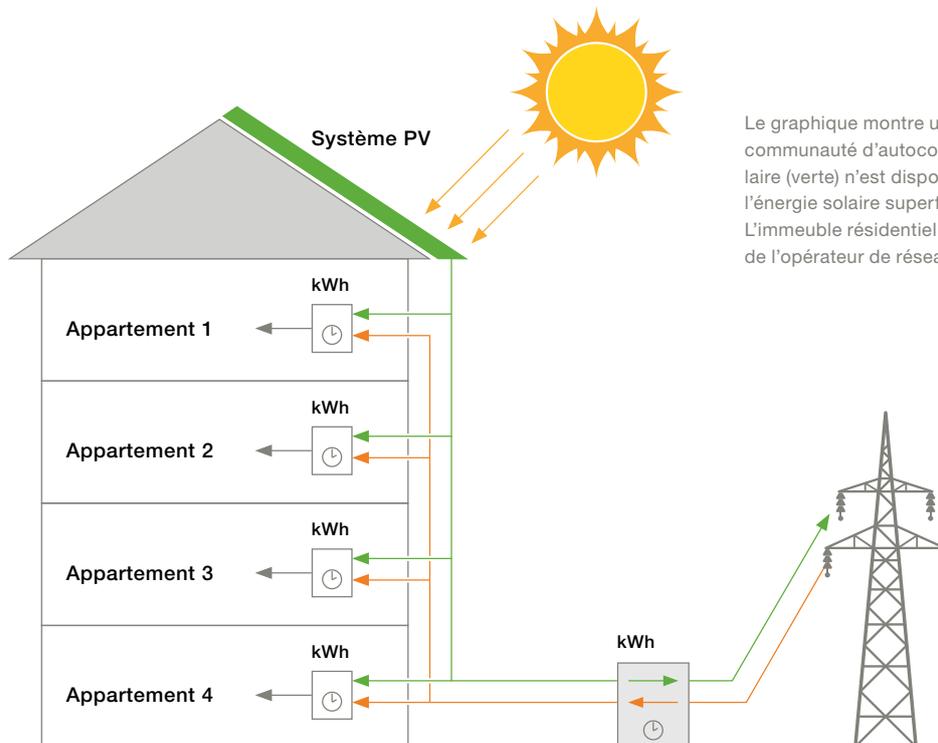
Cela signifie que les locataires peuvent utiliser l'électricité solaire de leur immeuble tant qu'elle est disponible. Si l'installation PV produit plus d'électricité que nécessaire dans le bâtiment, ce surplus peut être injecté dans le réseau. D'autre part, si les locataires consomment plus d'énergie que l'installation PV n'en produit, l'électricité peut être puisée sur le réseau comme d'habitude.

Avantages pour les locataires:

- Énergie renouvelable du propre toit
- Coûts énergétiques constants réduits au minimum

Avantages pour le loueur:

- Augmentation de la valeur de l'immeuble
- La consommation propre augmente le rendement



Bonnes notes pour l'électricité solaire

Selon des critiques récurrentes, l'utilisation de cellules solaires libérerait des substances toxiques pour l'environnement et les modules constitueraient un risque pour l'environnement. Rolf Frischknecht travaille depuis 25 ans sur le bilan écologique dans la production d'énergie – d'après lui, l'énergie solaire permet d'obtenir un mix énergétique nettement plus vert.

On entend régulièrement que la Suisse serait exposée à une forte charge de cadmium en cas d'utilisation intégrale de cellules solaires. Que devrait-il se passer pour que ce cadmium soit libéré?

Il existe différentes technologies de cellules solaires: en plus des cellules de silice cristalline, il y a les panneaux solaires à couche mince. Des métaux lourds tels que le cadmium ou

“ **Avec l'augmentation du rendement et la baisse de la consommation de matériaux, la charge globale peut encore être nettement réduite.**

l'indium sont utilisés dans ces panneaux. Pour les panneaux à tellure de cadmium, environ trois à quatre grammes de cadmium sont intégrés par mètre carré de panneau. Mais sous cette forme, le cadmium n'est pas soluble. Cependant, une libération de cadmium serait possible par exemple en cas d'incendie. Mais les panneaux doivent passer des tests selon des normes internationales. Et les panneaux vendus ici répondent à ces exigences. Cependant, environ 90 pour cent des modules PV installés en Suisse sont composés de cellules cristallines. Leur semi-conducteur est fabriqué en silicium, c'est-à-dire en sable à quartz.

Mais les modules ne sont pas seulement constitués de cellules en silicium. Contiennent-ils aussi des éléments pouvant nuire à l'environnement?

Les modules en silicium contiennent des matériaux tels que l'argent et le cuivre, dont le bilan environnemental n'est pas sans problèmes. L'acquisition de ces métaux est complexe et peut considérablement nuire à l'environnement dans certaines régions d'extraction. De plus, les onduleurs contiennent des composants électroniques standard et donc des matériaux que chacun transporte dans son ordinateur portable ou son smartphone.

En quoi les cellules cristallines peuvent-elles principalement être une charge pour l'environnement?

L'étape la plus importante du point de vue environnemental est la fabrication de la cellule elle-même, en particulier la concentration et le nettoyage du silicium, qui consomment beaucoup d'énergie. 60 à 80 pour cent de la charge environnementale de l'électricité issue de cellules solaires sont causés par les processus de l'acquisition du sable à quartz jusqu'au panneau fini. Les sous-structures des panneaux constituent une autre part importante. Ensuite se trouvent les pièces en aval d'une installation PV, telles que l'onduleur et les installations électriques.

Les modules fabriqués en Chine présentent-ils un bilan environnemental plus négatif que ceux fabriqués en Europe?

D'après les discussions avec les fabricants chinois, nous partons du principe que la plupart utilisent de l'électricité du réseau local pour nettoyer le silicium. C'est problématique parce que la part d'électricité produite à partir de charbon est de 80 pour cent en Chine. Par conséquent, les modules fabriqués en Chine causent des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 70 pour cent supérieures aux produits européens. Avec un panneau PV monté en Suisse et bien structuré, on compte, en fonction de la technologie, de 50 à 100 grammes de CO₂ et autres gaz à effet de serre par kilowattheure d'électricité. On constate donc une nette différence dans le bilan environnemental ou du moins dans le bilan climatique. Les valeurs environnementales de l'électricité des installations photovoltaïques utilisées en Suisse et susmentionnées tiennent compte également de la part d'importation élevée des panneaux de production chinoise.

On entend aussi régulièrement le reproche que les modules PV constituent une forte charge pour l'environnement lors de leur mise au rebut. Est-il possible de recycler efficacement ces modules?

On dispose déjà d'une longue expérience dans le recyclage des modules à couche mince. Dans ce seul do-



Rolf Frischknecht est le fondateur et le directeur de Treeze Ltd. et travaille depuis plus de 25 ans dans le domaine de la réflexion d'avenir et des bilans écologiques. Image: Roland Korner

maine, on a déjà le volume requis pour l'exploitation commerciale d'installations de recyclage. En effet, les panneaux PV comptent comme des déchets électroniques tels les smartphones et ordinateurs portables. Cela signifie qu'ils doivent légalement être apportés au recyclage. En Suisse, on paie aujourd'hui des frais de recyclage anticipés pour le recyclage approprié.

Qu'en est-il des cellules cristallines?

On travaille à la conception de procédures de recyclage pour les cellules cristallines. Mais la plupart de ces cellules seront encore longtemps utilisées, c'est pourquoi aujourd'hui, seules des charges individuelles et de petites quantités parviennent au recyclage. Il est donc difficile de construire une exploitation commercialement rentable. Actuellement, les panneaux cristallins sont traités par des recycleurs qui s'occupent aussi de vitres de voiture (verre feuilleté). Le cadre est démonté et le verre ainsi que d'autres fractions sont revendus sous forme de granulés. Une petite partie est jetée. Mais à l'avenir, l'objectif est de récupérer d'autres matières premières des panneaux, en particulier les métaux tels que le cuivre ou l'argent. Dès que les quantités d'élimination requises seront disponibles, des entreprises proposeront rapidement la prise en charge de ces tâches. Nos bilans écologiques sur le recyclage

des panneaux usagés démontrent que le recyclage des panneaux est nettement moins cher que leur fabrication.

Est-ce que ça s'applique aussi au silicium? Le recyclage réduit-il aussi la charge énergétique?

Le silicium recyclé des plaquettes devrait être nettoyé après la récupération, ce qui nécessiterait probablement presque autant d'énergie que la fabrication de plaquettes en sable à quartz. Pour les panneaux avec des cellules solaires cristallines, la récupération des métaux, aluminium, cuivre et argent, est plus importante du point de vue environnemental. De plus, le silicium ne compte pas comme une matière première en quantité limitée.

En tant que consommateur en Suisse, si je veux choisir l'option la plus écologique pour l'installation d'une installation PV sur mon toit, que me conseilliez-vous?

Je ferais attention au rendement des panneaux. Celui-ci se situe entre 15 et 20 pour cent. Des panneaux puissants permettent donc d'obtenir jusqu'à un tiers de rendement en plus sur la même surface, avec des coûts de fabrication à peu près équivalents pour le mètre carré de panneau. De plus, en fonction de la situation, il peut être judicieux d'orienter les panneaux vers l'ouest ou l'est afin que le service de fourniture de l'énergie local ne doive pas réceptionner des pics de midi trop importants. Les installations PV qui remplacent la façade habituelle dans les bâtiments sont aussi de plus en plus utilisés. En effet, avec ces installations intégrées aux bâtiments, je peux économiser les frais pour le revêtement de façade conventionnel. De plus en plus de fournisseurs d'électricité réfléchissent aussi à des installations solaires avec accumulateur à batterie. Cependant, il ne faut pas oublier le bilan environnemental, car la fabrication des batteries consomme beaucoup de ressources.

i SSES, Société Suisse pour l'Énergie Solaire

L'objectif de la SSES est de promouvoir une large utilisation de l'énergie solaire à travers des informations et services pour les membres. En tant qu'organisation pour les consommateurs, la société offre des informations précieuses dans le domaine solaire lors de séances d'information. De plus, les propriétaires d'installations peuvent consulter des spécialistes de la SSES, qui font un contrôle de l'installation sur place. Et pour les écoles, des spécialistes sont mis à disposition afin d'expliquer de manière compréhensible le thème de l'énergie solaire dans les cours; la SSES met même des supports d'apprentissage à disposition pour cela. Dans le magazine bimensuel «Énergies renouvelables», la SSES présente aussi les dernières nouveautés dans le domaine de l'énergie solaire et des énergies renouvelables. Il est possible de s'y abonner pour 80 francs par an – et les membres de la SSES peuvent aussi soutenir le changement énergétique et profiter d'autres avantages. www.sses.ch

Maison ancienne dotée de la dernière technologie PV

Un couple de Latterbach dans le canton de Berne a fait monter une installation photovoltaïque sur le toit de sa maison bernoise protégée. Bien que l'orientation des modules ne soit pas optimale, l'installation produit plus qu'assez d'électricité.



Beat Kipfer devant sa belle maison bernoise. L'installation photovoltaïque produit assez d'électricité malgré l'orientation nord-est.

Beat Kipfer et sa femme se sentent bien dans leur belle maison ancienne bernoise. Mais en été, il faisait souvent très chaud dans les pièces. Alors le couple a opté pour une climatisation. Naturellement, les Kipfer savaient qu'une climatisation consommait beaucoup d'électricité, c'est pourquoi ils ont décidé de produire eux-mêmes le courant avec une installation photovoltaïque (installation PV).

L'installateur expérimenté Röhli Elektro AG du village voisin Oey a pu les aider. L'entreprise exploite elle aussi une installation PV et a déjà monté plusieurs installations photovoltaïques pour la production d'électricité ainsi que des installations thermiques pour la production d'eau chaude. L'installateur a de l'expérience dans l'administration avec les autorités de construction et Swiss-

grid pour l'inscription relative à la rétribution unique ou le remboursement à prix coûtant.

Assez d'électricité malgré l'orientation nord-est

La maison des Kipfer est protégée, il y a donc eu des obstacles à surmonter. L'autorisation de construire a fini par être donnée, mais les modules ont dû être installés en direction du nord-est. «Ce n'est pas optimal», explique Röthlisberger. Heureusement, après les premiers mois, il s'est avéré que l'installation produisait plus qu'assez d'électricité pour la climatisation malgré l'orientation nord-est.

“ Depuis que nous connaissons la consommation électrique actuelle, nous veillons à éteindre les consommateurs inutiles.

Optimisation avec l'accumulateur à batterie

Comme dans le canton de Berne, le tarif de la récupération de l'énergie n'est que de quatre centimes par kilowattheure, une installation PV n'est rentable que si le maximum d'énergie produite est consommé sur place. C'est pourquoi les Kipfer ont décidé de stocker l'électricité dans une batterie. Röthlisberger a recommandé un accumulateur de six kilowattheures. Mais Beat Kipfer, très enthousiaste à propos de l'installation, était fasciné par le fonctionnement si simple de l'accumulateur et de la commande. «En fait, on pourrait avoir un besoin accru de l'électricité que nous produisons», s'est-il dit. Il a donc demandé à Röthlisberger s'il était possible d'agrandir l'accumulateur. Et comme le système du fabricant Fronius avait des dimensions généreuses, Röthlisberger n'a eu qu'à insérer une batterie supplémentaire. La seule adaptation que l'installateur a dû effectuer a été la synchronisation de la batterie existante avec la nouvelle. «Sinon, la capacité de la batterie en aurait souffert», explique Röthlisberger.

Comportement adapté

Désormais, avec une application sur son téléphone portable, Beat Kipfer voit toujours combien d'électricité produit l'installation PV, combien la maison en consomme actuellement et combien d'électricité est stockée. «De-



Le propriétaire Beat Kipfer (à droite) et l'installateur-électricien Fritz Röthlisberger. L'accumulateur ne prend pas beaucoup de place.

puis que nous connaissons la consommation électrique actuelle, nous veillons à éteindre les consommateurs inutiles», dit-il. Le couple a même commencé à adapter son comportement à l'installation solaire. Ainsi, Anne Kipfer s'assure par exemple de mettre en marche la machine à laver quand le soleil brille. L'investissement a porté ses fruits pour les Kipfer, et l'installation photovoltaïque leur donne aussi une sensation d'indépendance. «Il est évident que c'est la technique du futur», dit Beat Kipfer.

Un grossiste en matériel électrique mise gros sur le soleil

Les installations photovoltaïques sont particulièrement rentables pour les PME, car elles consomment en grande partie elles-mêmes l'électricité solaire. C'est pourquoi l'entreprise Otto Fischer a fait installer plus de 900 modules PV sur le toit plat du bâtiment de l'entreprise. Le montage des éléments n'a duré que quelques jours.

Il y a quatre ans déjà, l'entreprise Otto Fisher a fait agrandir et restaurer le bâtiment de son siège à l'Aargauerstrasse à Zurich. À présent, le bâtiment a encore été modernisé avec le montage d'une installation photovoltaïque: 904 modules photovoltaïques produisent depuis le mois de juin environ 213 000 kilowattheures d'électricité par an. «Je suis content que nous puissions désormais profiter de notre production d'électricité solaire propre», dit Martin Oser, directeur informatique et logistique de l'entreprise Otto Fischer. Christoph Thoma, qui préside au secteur des ventes, se réjouit aussi: «L'installation est un bon objet de démonstration, car nos clients, les électriciens, peuvent volontiers l'examiner à la loupe.»

Livraison et montage en très peu de temps

Les modules solaires, qui recouvrent désormais une grande partie du toit, ont été livrés par Fankhauser Solar AG, une société sœur de l'entreprise Otto Fischer, ce qui a attiré l'attention: au total, neuf semi-remorques sont arrivés et les modules préfabriqués ont été levés sur le toit plat avec

“ La facilité d'installation des modules était spectaculaire.

Roger Frey, coordinateur de projets Otto Fischer SA

une grue. «C'était assez spectaculaire», dit Roger Frey, qui tirait les ficelles en tant que coordinateur de projet du côté de l'entreprise Otto Fischer. «Et la vitesse d'installation des modules a été étonnante.» Mais cela n'a été possible que grâce à un nouveau système très efficace. En effet, les éléments livrés préfabriqués de la «SmartSolarBox», utilisés pour l'installation solaire, comportent chacun deux modules, la sous-construction, le câblage et le lestage. Ainsi, les quatre personnes responsables du montage ont pu déplier les éléments compacts en des panneaux solaires



Les boîtes sont faciles à installer même sans connaissances particulières.



Les modules prémontés sont levés sur le toit à l'aide d'une grue.

à grande surface et les installer sur le toit. Cette étape a été réalisée par des collaborateurs de l'entreprise Otto Fischer, tous d'anciens électriciens, ce qui a constitué pour eux un changement bienvenu par rapport au travail quotidien. «La SmartSolarBox permet à chaque installateur, même sans connaissances PV approfondies, de réaliser l'installation», explique Andreas Fankhauser, membre du conseil d'administration de Fankhauser Solar AG. «En outre, nous avons recommandé cette variante, car elle peut être réalisée sur le toit plat du bâtiment de l'entreprise, rapidement et sans interruption des opérations.»

Taux de consommation propre de 80 pour cent

Entreprise expérimentée dans ce domaine, EKZ Zurich a été chargée du calcul des dimensions. En raison de la géométrie du toit et d'une analyse de l'ombrage à l'aide d'un modèle de bâtiment 3D, il a été recommandé de créer une installation avec un pic de 257 kilowattheures. Et cela signifie que l'entreprise Otto Fischer aura produit environ 5,5 millions de kilowattheures d'électricité dans 25 ans. La quantité d'électricité précise produite et consommée actuellement peut être consultée à tout moment sur le système de contrôle «Solarlog 2000 PM+», qui surveille l'installation en permanence et visualise le rendement actuel.

Globalement, la nouvelle installation solaire est un investissement rentable pour l'entreprise Otto Fischer. Notamment car 80 pour cent de l'électricité produite est consommée dans l'entreprise. Cela signifie qu'en tant que PME, l'entreprise profite toute la journée de l'énergie produite.

Ainsi par exemple, les deux Smart électriques utilisées comme véhicules d'entreprise peuvent désormais être actionnées avec de l'électricité solaire propre. Et ce n'est pas tout, car une extension de l'alimentation en électricité solaire est déjà prévue: un accumulateur sera bientôt installé, qui assurera un temps d'autonomie supérieur en cas de panne, en tant que bloc d'alimentation de secours. Des dispositions ont déjà été prises dans ce sens lors du montage de l'installation solaire.

i Détails de l'installation:

Puissance de l'installation: 257,64 kWc

Rendement la première année: env. 221 400 kWh
 – après 25 ans: env. 205 400 kWh par an
 – moyenne: env. 213 300 kWh par an
 – Rendement total après 25 ans: env. 5 332 500 kWh

Consommation propre: 79 %

Modules solaires: 904 modules Longi de 285 Wc chacun. Le développement et la composition de la SmartSolarBox ont eu lieu en Suisse.

Onduleur: PVS-100 de l'entreprise ABB

Surveillance de l'installation et visualisation: Solarlog 2000 PM+



Votre électricien: