

LIVRE BLANC

v. 02.2022

Le solaire photovoltaïque en Valais

 OIKEN

Avenir activé.



Sommaire

Préface	3	
Lexique	4	
1	Quelle est l'évolution de la production solaire PV en Valais ?	5
2	L'ensoleillement est-il supérieur en Valais ?	6
3	Quel est le potentiel solaire en Valais ?	7
4	Quels sont les objectifs pour le solaire PV ?	8
5	Quelle surface serait nécessaire pour couvrir notre consommation ?	9
6	Quelle est l'évolution des prix du solaire ?	10
7	Combien coûte un kilowattheure solaire aujourd'hui ?	11
8	Où sont les installations solaires PV en Valais ?	13
9	Quelles sont les communes avec le plus d'installations solaires ?	14
10	Quels sont les indicateurs pertinents pour comparer les communes ?	15
11	Le développement du solaire en Suisse est-il en retard par rapport aux pays voisins ?	17
12	Quelle est la distribution des puissances installées ?	18
13	Y-a-t-il un lien avec l'altitude ?	19
14	Quel est l'impact du solaire PV sur les réseaux électriques ?	20
15	L'énergie « grise » nécessaire pour fabriquer les cellules photovoltaïques est-elle importante ?	20
16	Le solaire PV peut-il répondre aux besoins de la mobilité électrique ?	21
17	Le solaire PV peut-il faire de l'eau chaude ?	22
18	Le solaire PV peut-il faire du chauffage ?	23
19	Quels sont les tarifs de reprise de l'électricité solaire PV ?	24
20	À quoi correspond le tarif de rachat ?	25
21	Le tarif de rachat est-il déterminant pour encourager le développement du PV ?	26
22	Que font les distributeurs d'énergie pour favoriser le solaire PV ?	27
23	Que fait le canton pour favoriser le solaire PV ?	27
24	Quelles sont les bases légales ?	28
25	Le solaire est-il compatible avec une architecture de qualité ?	28
26	Comment palier l'intermittence du solaire PV ?	29
27	Perspectives	30
Impressum	31	



Préface

Le canton du Valais est connu pour ses barrages. L'hydro-électricité s'est développée depuis près d'un siècle pour atteindre la situation actuelle (10 TWh de production annuelle soit 4 fois la consommation du canton hors grande industrie). C'est le fruit du travail de plusieurs générations et c'est notre héritage.

Le solaire photovoltaïque est plus récent. Son essor a commencé il y a 10 ans à peine. Il ne manque pas d'atouts: renouvelable, bas carbone, décentralisé. Il est aujourd'hui rentable sur la majorité des toitures. Son potentiel de développement est élevé et il a un rôle prépondérant à jouer pour décarboner les usages de l'énergie encore dominés par les énergies fossiles (chaleur, mobilité).

Pour bien développer le solaire, il faut bien le connaître. Ces dernières années, au fil des échanges et des discussions, tant avec des collaborateurs en interne qu'avec des experts externes, nous avons accumulé beaucoup d'informations: des données, des cartes, des graphiques, des réflexions, des idées. Nous les avons regroupés dans ce mémento.

À l'heure des réseaux sociaux et des fake news, je suis convaincu qu'il est essentiel de partager ces informations avec tous: citoyens, journalistes, décideurs, clients.

J'en profite pour remercier tous ceux qui contribuent au développement de l'énergie solaire et pour remercier Pierre-Olivier Moix, CTO de Studer-innotec, pour la relecture attentive de ce document.

Bonne lecture!

François Fellay
Directeur général OIKEN





Lexique

Unités de mesure

Puissance

La puissance se mesure en watt (W).

kW = kilowatt = 1000 W

MW = mégawatt = 1000 000 W

On utilise régulièrement le kilowatt crête (kWc ou kWp pour kilowatt-peak en anglais) pour désigner la puissance maximale délivrée par une installation solaire PV.

Énergie

L'énergie se mesure en wattheure (Wh).

kWh = kilowattheure = 1000 Wh

Le kilowattheure est une mesure de l'énergie produite ou consommée et correspond à une puissance d'un kilowatt (kW, soit 1000 W) pendant une heure.

MWh = mégawattheure = 1000 kWh
(mille kWh)

GWh = gigawattheure = 1000 000 kWh
(un million de kWh)

TWh = térawattheure = 1000 000 000 kWh
(un milliard de kWh)

Exemple

Un panneau solaire standard (1 m × 1,7 m) a une puissance d'environ 330 W. Donc 3 panneaux = 990 W soit environ 1kW. Avec un ensoleillement annuel à pleine puissance de 1150 heures environ on arriverait à une production de 1150 kWh, soit 1,15 MWh.

Abréviations

CAD: Chauffage à distance

COP: Coefficient de performance
(~rendement d'une pompe à chaleur)

ECS: Eau chaude sanitaire

LCOE: Levelized cost of energy
(coût actualisé de l'énergie sur la durée de vie)

OFEN: Office fédéral de l'énergie

PAC: Pompe à chaleur

PCP: Prestations dues aux collectivités publiques.

PV: Photovoltaïque

RPC: Rétribution à prix coûtant

SPI: System Performance Index
(rendement d'un stockage par batteries)

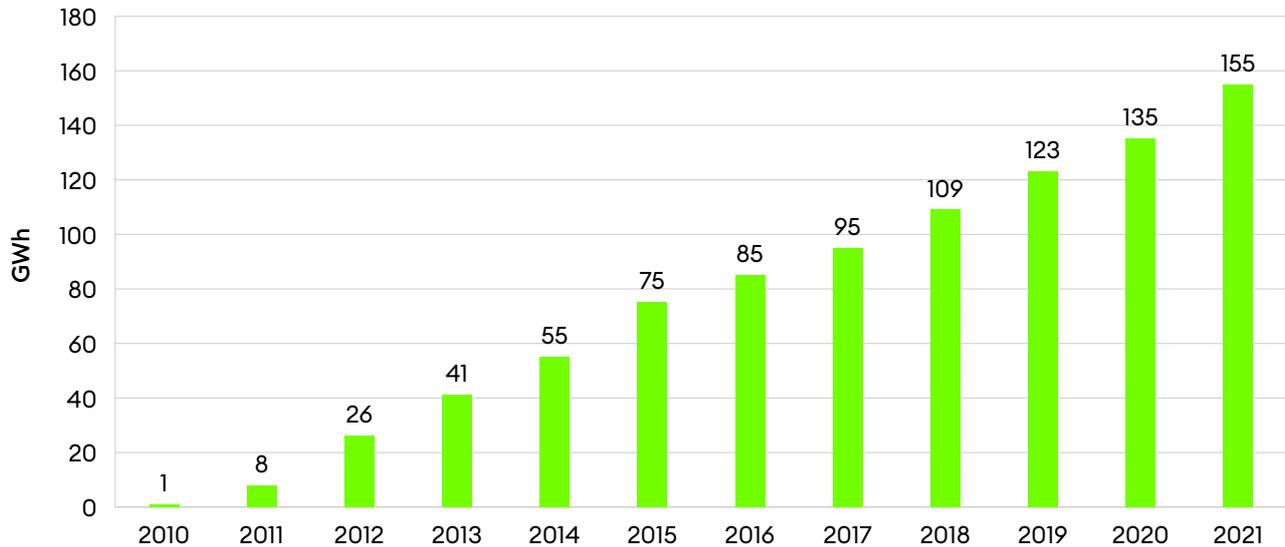
TVA: Taxe sur la valeur ajoutée

V2G: Vehicle to grid (capacité d'un véhicule électrique à restituer une partie de son électricité au réseau électrique)



1 Quelle est l'évolution de la production solaire PV en Valais ?

Le graphique suivant montre l'évolution de la production d'électricité photovoltaïque en Valais depuis 2010¹.



La production a été multipliée par 20 en 10 ans.

Les installations photovoltaïques en Valais couvrent une surface équivalente à environ 110 terrains de football (766 000 m²).

Ces installations produisent de l'électricité pour 34 500 ménages.

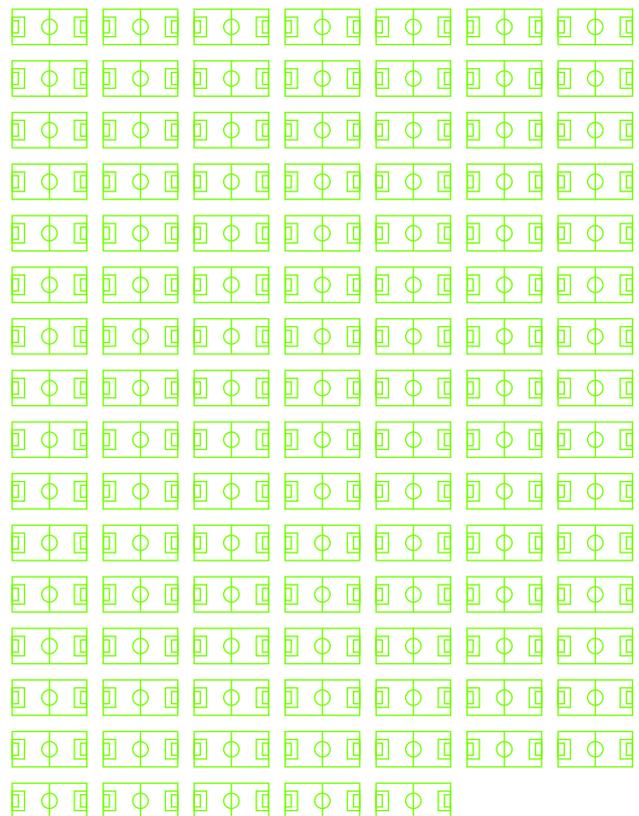
Par comparaison, en Valais et sur la même période (2010-2021), la production d'électricité éolienne est passée de 10 à 20 GWh.

× 20

augmentation de la production en 10 ans

34 500

ménages alimentés

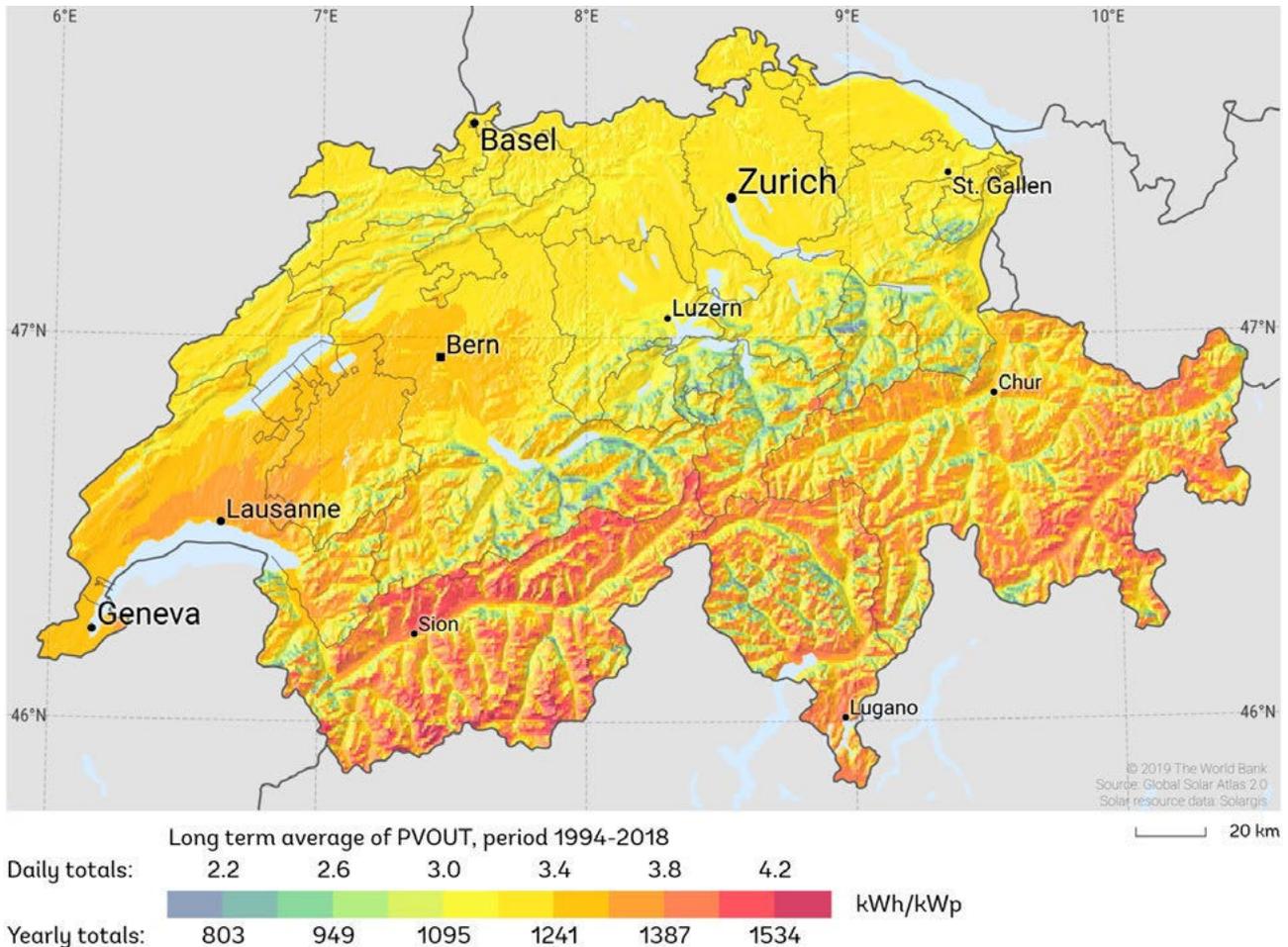


¹ Ce graphique est obtenu à partir des données publiques de l'OFEN et de ProNovo. <https://opendata.swiss/de/dataset/elektrizitatsproduktionsanlagen>
La production est estimée à partir de la puissance cumulée avec 1150 heures à pleine charge. Les données de l'année 2021 sont encore incomplètes, il manque les données du dernier trimestre, la production devrait donc être supérieure au chiffre indiqué.



2 L'ensoleillement est-il supérieur en Valais ?

Globalement, l'ensoleillement est meilleur dans les Alpes que sur le plateau Suisse. La carte suivante illustre le rayonnement global.



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

Certains se basent là-dessus pour demander que le canton contribue davantage au déploiement du solaire PV. Or, si l'on voulait faire des répartitions plus précises des objectifs nationaux, il faudrait tenir compte du patrimoine bâti (puisque les installations PV sont principalement sur les toitures), de la proportion de grandes toitures dans ce bâti (puisque ce sont celles-ci qui sont le plus rentables), du potentiel réel de production sur les toitures et les façades, de la proportion de résidences secondaires (près de 40% de résidences secondaires en Valais), de l'effet de l'altitude (production accrue en moyenne, mais nulle lorsque la neige recouvre les toits), du potentiel hors du bâti (infrastructures routières et ferroviaires, lacs, etc.).

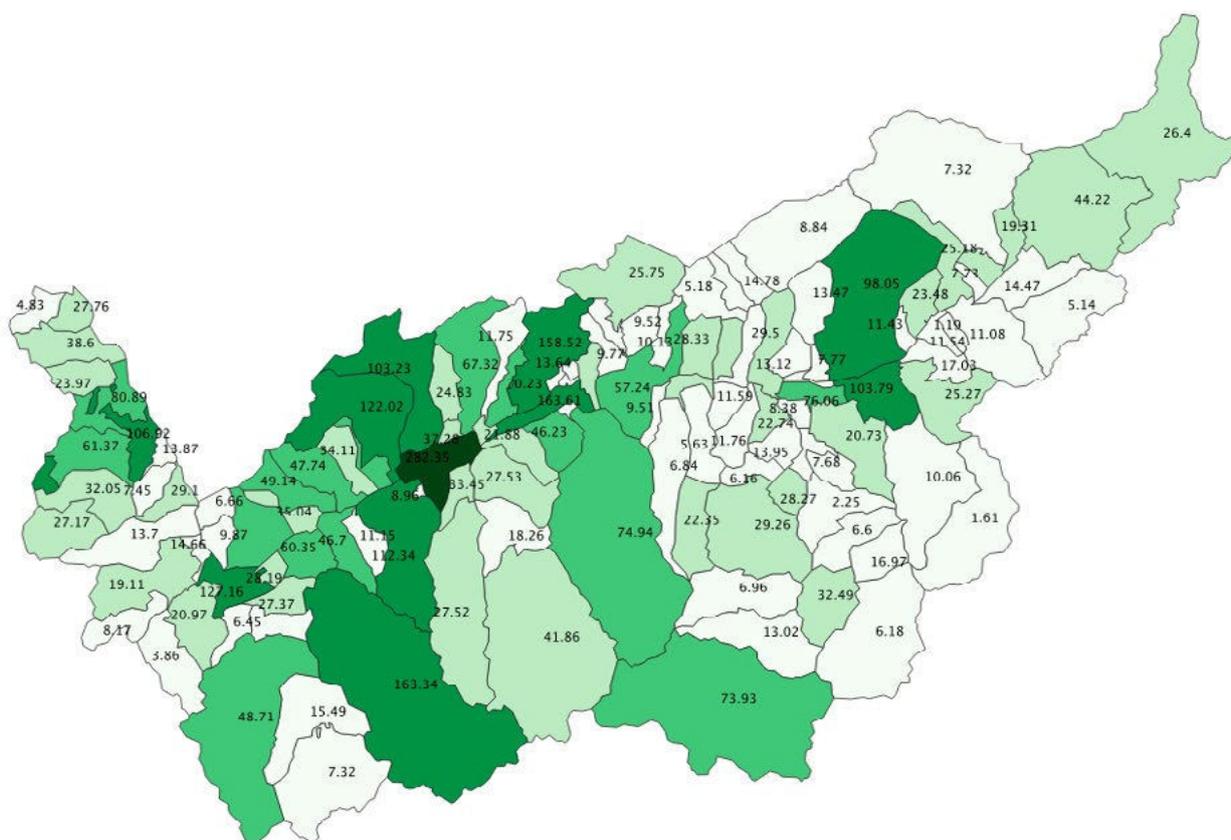
Quoi qu'il en soit, le Valais représente 4% de la population Suisse et environ 6% du potentiel solaire des bâtiments, donc l'ordre de grandeur est comparable.



3 Quel est le potentiel solaire en Valais ?

Le potentiel de production d'électricité photovoltaïque sur les bâtiments est estimé à maximum 4200 GWh, dont 3100 GWh en toitures et 1100 en façades. C'est environ deux fois la consommation du Valais hors grande industrie.

Ces potentiels ne tiennent pas compte des autres installations possibles, telles que les couverts à voitures, les parois anti-bruit le long des autoroutes et des chemins de fer, les lacs de barrages, les agri-voltaïque, etc.).



Carte des potentiels par commune (toitures et façades)².

² L'Office fédéral de l'énergie fournit les potentiels par commune et par bâtiment.
www.toitsolaire.ch et www.facade-au-soleil.ch
<https://opendata.swiss/de/dataset/solarenergiepotenziale-der-schweizer-gemeinden>



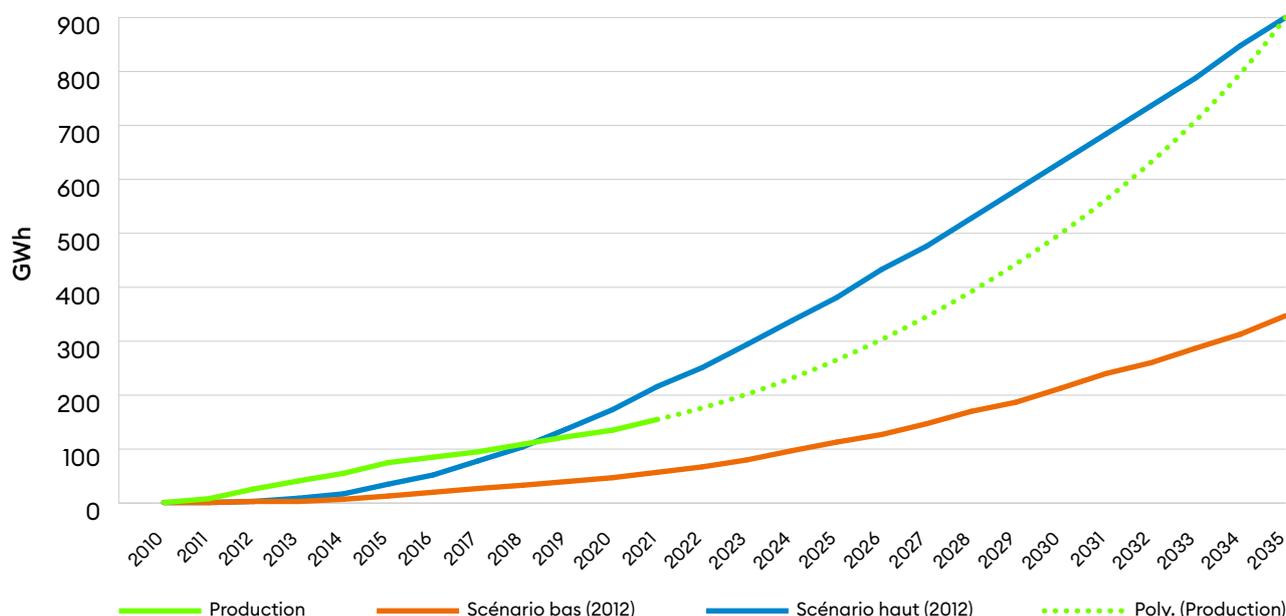
4 Quels sont les objectifs pour le solaire PV ?

La Confédération a défini ses objectifs pour le solaire PV dans sa stratégie 2050 : 34 TWh en 2050. Le Valais représente environ 4% de la population Suisse donc la cible serait d'environ 1360 GWh pour 2050.

Le Conseil fédéral a présenté fin 2021 trois scénarios³ pour le développement des réseaux électriques. Le scénario de référence vise 24 GW en 2040, soit environ 28 TWh donc 1100 GWh pour le Valais.

Les objectifs 2012 du canton du Valais⁴ prévoyaient 350 GWh pour 2035 (scénario bas) et 900 GWh (scénario haut). Le scénario haut a été retenu lors de la mise à jour des objectifs en 2019⁵, ce qui est aligné avec les objectifs de la Confédération.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution de la production d'électricité photovoltaïque en comparaison avec les objectifs.



On peut constater que :

- Le solaire suit une bonne croissance (production multipliée par 20 en 10 ans).
- La courbe de production est assez proche du scénario haut avec un léger retard d'environ 2 ans sur les objectifs (quel aurait été la tendance sans la pandémie ?).
- Le scénario haut est réalisable, mais nécessite une accélération du déploiement.

En comparaison, l'objectif cantonal pour l'éolien est de +290 GWh et pour l'hydro-électricité de + 250 GWh.

3 <https://www.lenouvelliste.ch/suisse/electricite-les-3-pistes-de-berne-pour-developper-le-reseau-suisse-1132062/>

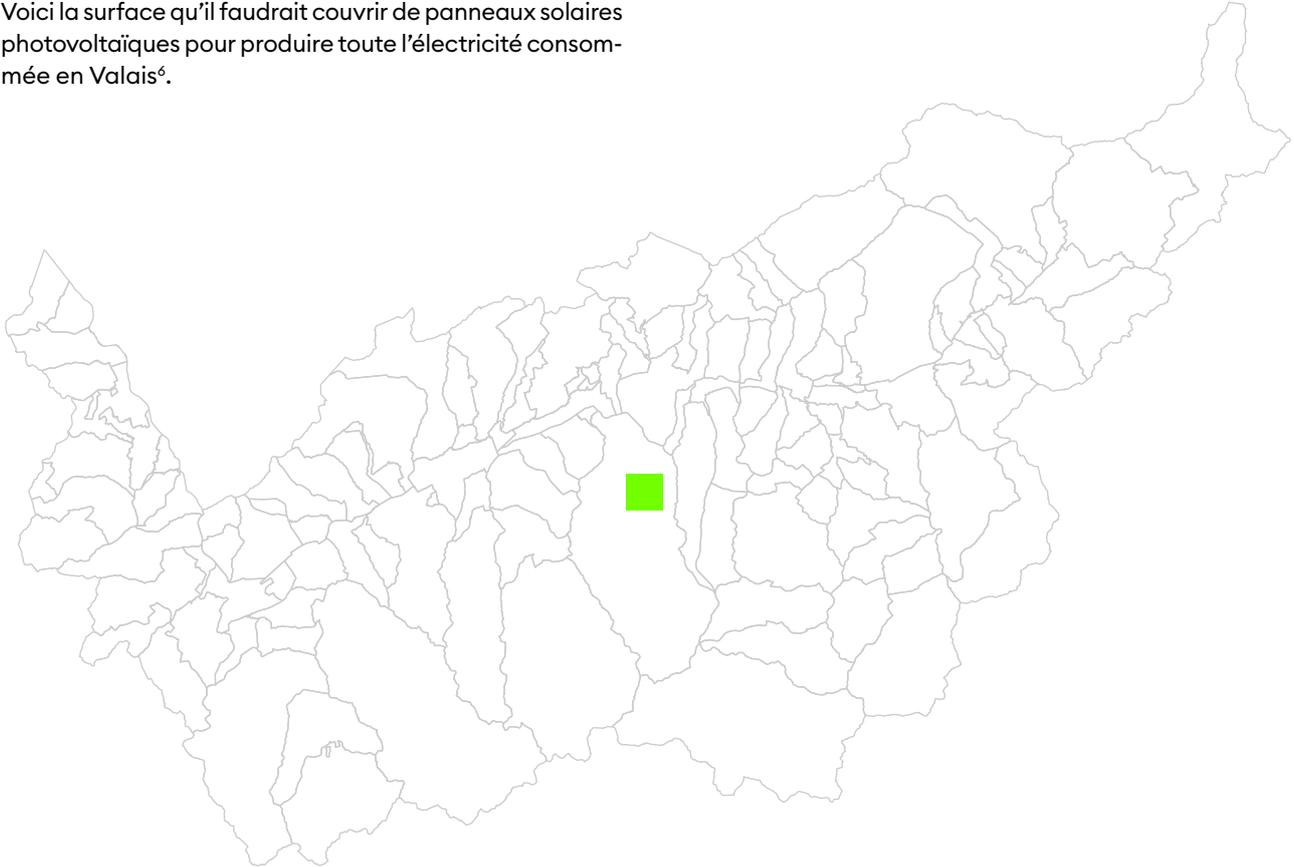
4 Stratégie sectorielle «Energie solaire photovoltaïque», Canton du Valais, Service de l'énergie et des forces hydrauliques, janvier 2013 (1^{re} édition). www.vs.ch/energie > Politique énergétique

5 Valais, Terre d'énergies: Ensemble vers un approvisionnement 100% renouvelable et indigène. Vision 2060 et objectifs 2035. État du Valais. Publié en 2019. www.vs.ch/energie > Politique énergétique



5 Quelle surface serait nécessaire pour couvrir notre consommation ?

Voici la surface qu'il faudrait couvrir de panneaux solaires photovoltaïques pour produire toute l'électricité consommée en Valais⁶.



Il faudrait 440 éoliennes pour arriver au même résultat⁷.

Par rapport à l'objectif 2035 de 900 GWh/an (40 % de la consommation du Valais hors grande industrie), ceci correspondrait à un carré de 2200 m de côté, soit 20% de la surface des toitures du canton.

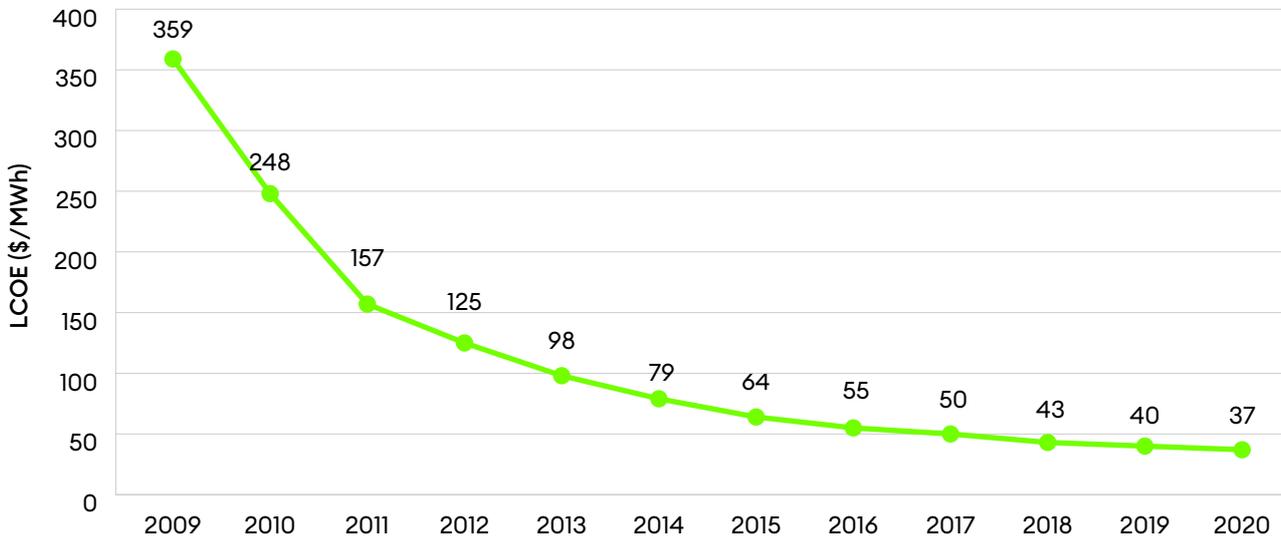
⁶ Consommation du Valais sans grande industrie: 2,2 TWh, production d'un m² de PV 180 kWh / an, soit un carré de 3,5 km de côté, ce qui correspond à une surface de 35 m² par habitant.)

⁷ La production d'une grande éolienne de 2 MW comme celle de Martigny est d'environ 5 GWh/an.



6 Quelle est l'évolution des prix du solaire ?

Le prix des installations photovoltaïques a diminué de plus de 90% en 12 ans.



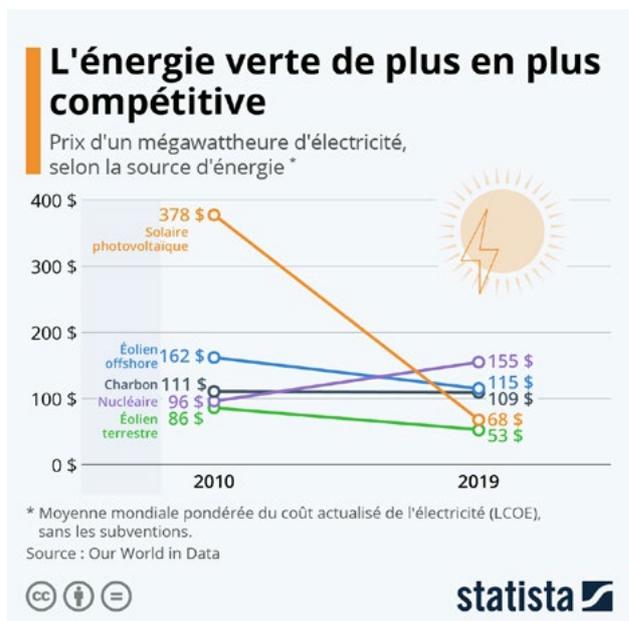
Évolution du prix de l'électricité (Lazard LCOE)

L'éolien a également diminué, mais dans des proportions plus faibles. En revanche, les énergies fossiles ont connu une évolution inverse.

Aujourd'hui, un mix d'électricité éolien et solaire est environ deux fois moins cher qu'un mix fossile et nucléaire⁸.

-90%

évolution du prix des installations photovoltaïques en 10 ans



⁸ <https://fr.statista.com/infographie/26088/evolution-prix-energies-renouvelables/>



7 Combien coûte un kilowattheure solaire aujourd'hui ?

Installer du solaire photovoltaïque c'est un peu comme acheter un stock d'électricité à prix fixe pour les 25 prochaines années (au moins). Or le coût du kilowatt installé, et donc du kilowattheure produit, dépend de la surface posée : plus l'installation est grande et moins le coût au mètre carré est élevé.

L'Office fédéral de l'énergie publie chaque année une évaluation du coût⁹ :

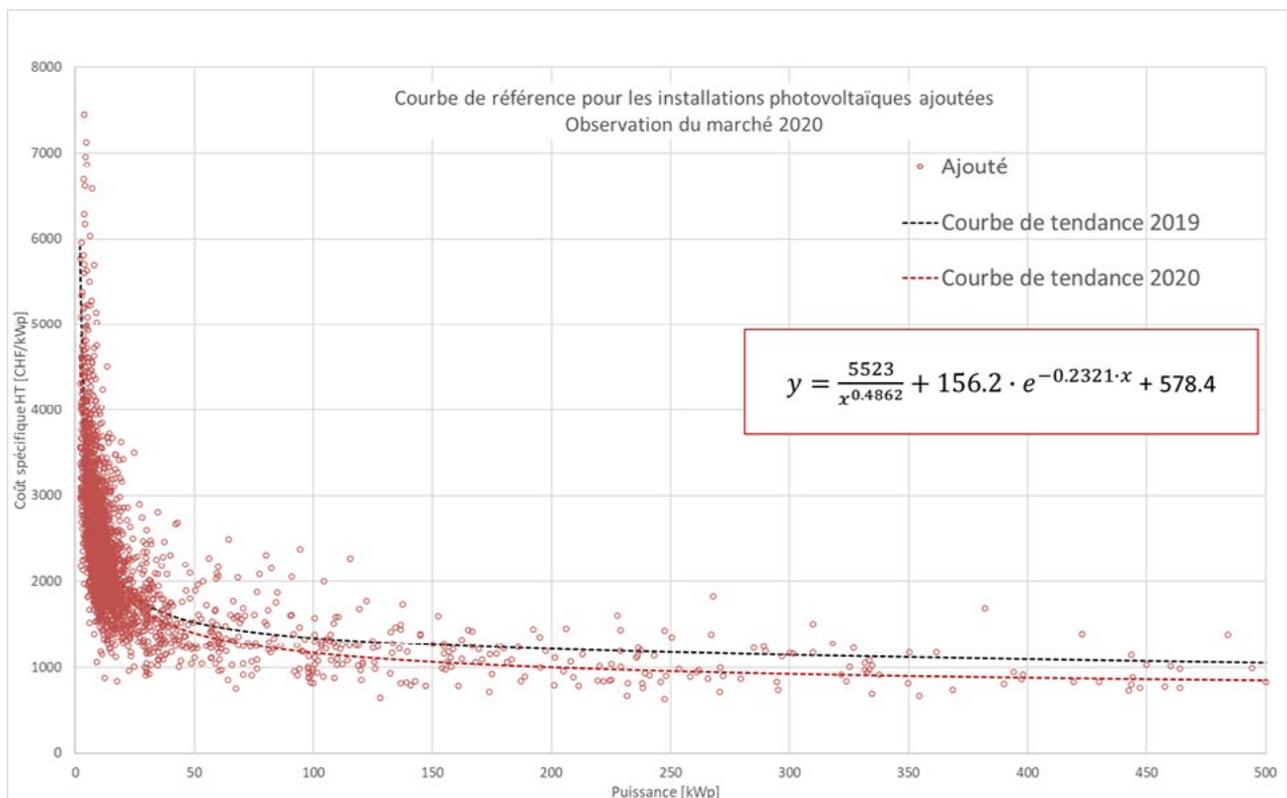


Figure 21 : Coût spécifique hors taxes des installations photovoltaïques ajoutées en fonction de la puissance avec la courbe de référence. Zoom sur la plage 2-500 kWp.

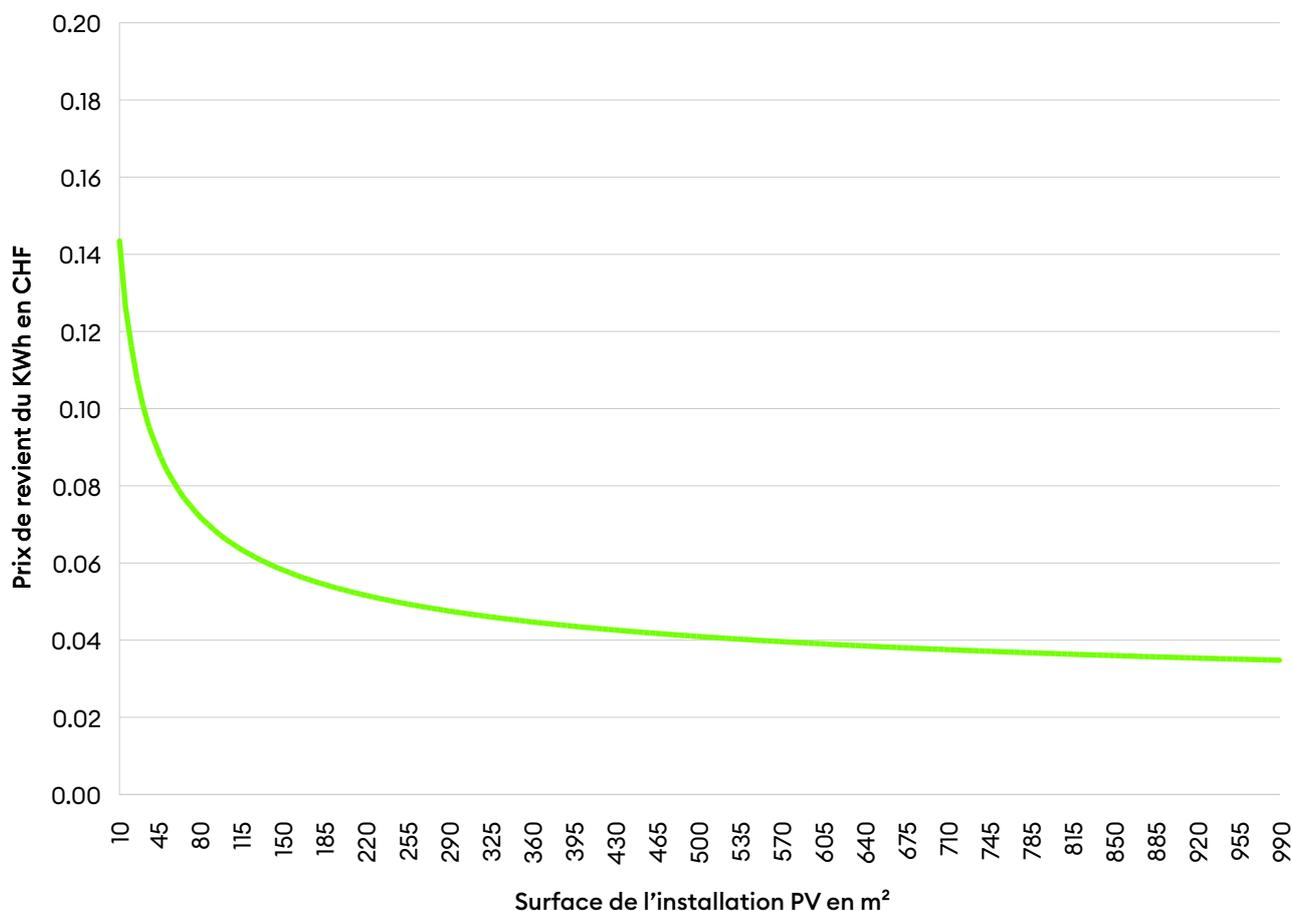
Cette courbe indique les coûts spécifiques (en CHF/kWp) par rapport à la puissance installée (kWp). Ces unités ne sont pas très explicites pour le commun des mortels. On peut convertir la puissance installée en surface équivalente et le prix de l'installation peut être rapporté aux nombres de kilowattheures produits ce qui permet de comparer avec l'électricité fournie par le distributeur d'énergie. C'est ce qui est illustré sur la figure suivante¹⁰.

⁹ Office fédéral de l'énergie, « Observation des prix du marché photovoltaïque 2020 », juin 2021.

¹⁰ Les hypothèses sont les suivantes : 6,5 m² par kWp, production annuelle de 1150 kWh / kWp, production sur 25 ans avec une dégradation progressive de 10%, investissement selon « Observation des prix du marché photovoltaïque 2020 » OFEN, 30% de subventions ProNovo, majoration de 20% de l'investissement pour tenir compte du coût du remplacement des onduleurs après 12 ans.



Prix du kWh solaire PV en fonction de la surface installée



Sachant que l'on paie environ 0.20 CHF/kWh l'électricité du réseau, on se rend compte que le solaire PV produit du courant sur place pour un prix inférieur...

La rentabilité réelle de l'installation dépend de la capacité à autoconsommer ce courant produit, puisque le surplus injecté dans le réseau est rétribué à un tarif plus bas (5 à 10 centimes par kWh). Cet effet est davantage marqué sur les petites installations (jusqu'à 100 m² environ) dont le prix de revient est supérieur à ces tarifs.

Les installations PV en service en Valais aujourd'hui représentent un investissement de plus de 200 millions de francs (installations calculées aux prix d'investissement 2020, alors que le prix a fortement baissé).

200 Mio.

investis en Valais dans les installations PV



8 Où sont les installations solaires PV en Valais ?

Il existe plus de 6270 installations en service en Valais. La carte suivante montre leur répartition.

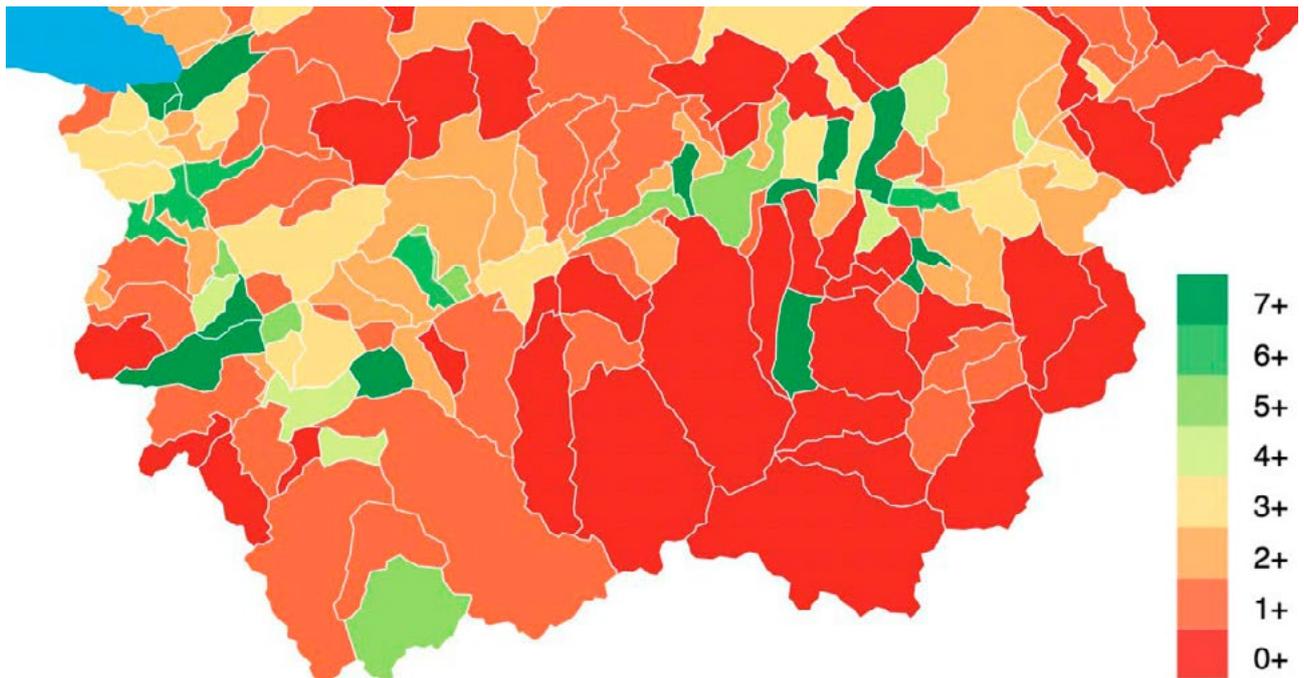
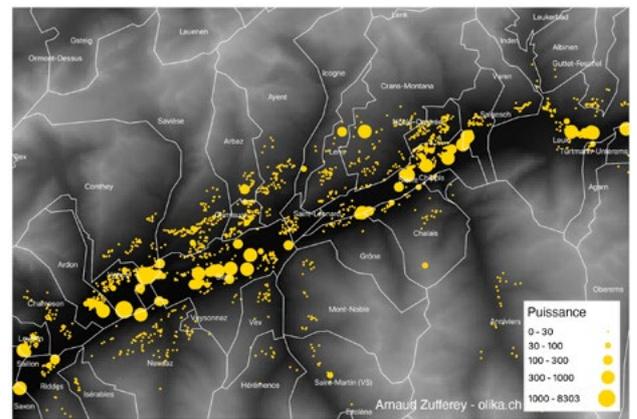
À cette échelle on voit surtout que le solaire est présent de façon décentralisée partout en Valais.

Il faut zoomer davantage pour voir apparaître plus précisément la répartition. C'est ce qui est illustré sur la carte suivante.

Les installations PV sont essentiellement situées sur des toitures de bâtiments. Comme les grandes toitures sont les plus rentables et qu'elles sont situées en plaine, c'est donc assez logique d'y retrouver les plus grandes installations. Les autres installations sont principalement sur la rive droite qui est davantage bâtie et davantage ensoleillée.

À cause de cette structure spatiale très particulière, l'agrégation des installations à l'échelle de la commune n'a aucun sens. La carte suivante montre la puissance installée en pourcentage de la puissance potentielle par commune (pvpower.ch).

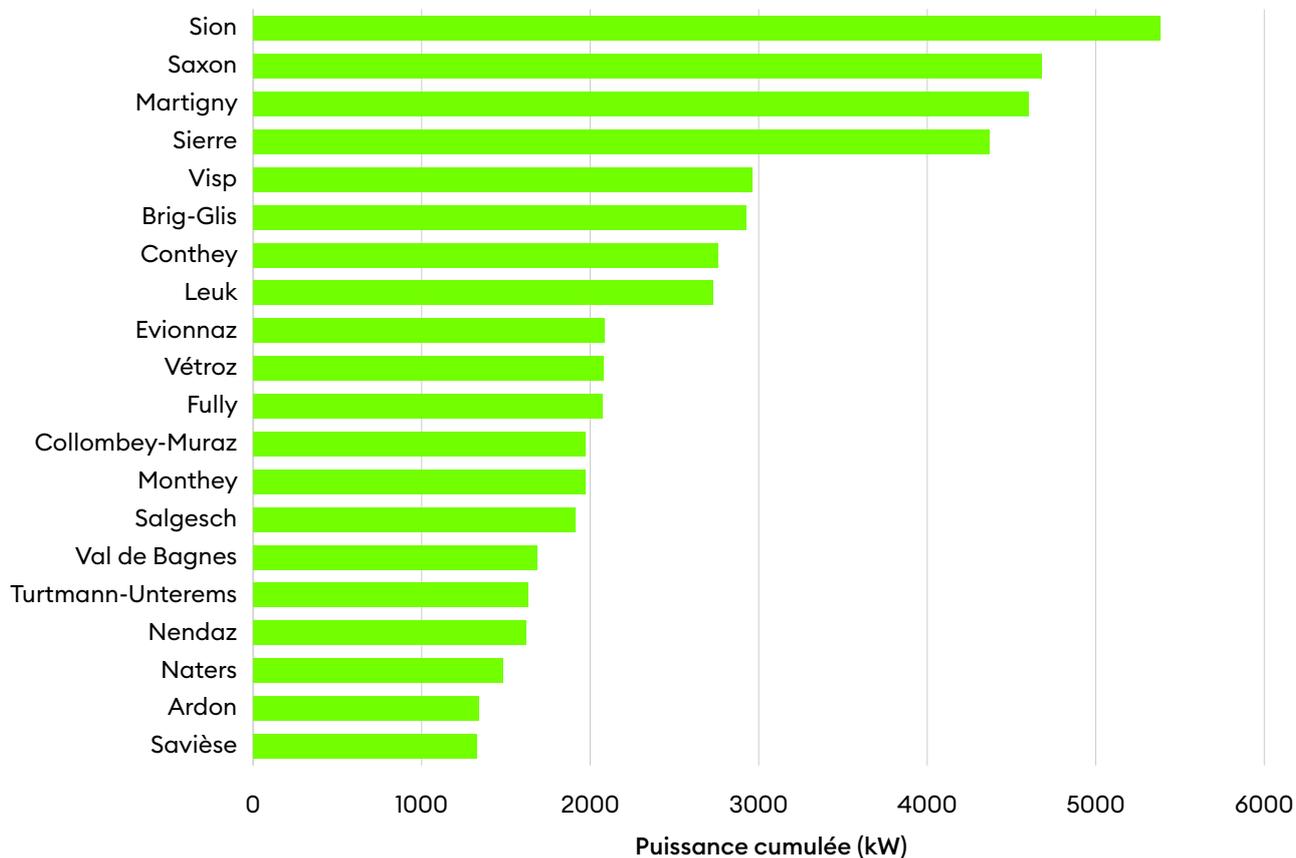
On voit que les communes de plaine sont meilleures que les communes de montagne, mais cela ne dit rien sur la réelle politique énergétique des communes. Le même biais est présent dans toutes les Alpes...





9 Quelles sont les communes avec le plus d'installations solaires ?

Le graphique suivant montre le top 20 des communes valaisannes :



Sans surprise, on retrouve principalement les communes de plaine au sommet du classement, puisque de grandes toitures y sont installées.



10 Quels sont les indicateurs pertinents pour comparer les communes ?

Le site pvpower.ch permet de comparer les communes entre elles à l'aide de différents indicateurs, mais sont-ils pertinents ?

Puissance potentielle

La puissance potentielle dépend de la surface de toitures et de façades disponible sur une commune. Par exemple, Inden dispose d'une puissance potentielle cent fois inférieure à Sion (3 MWc contre 302 MWc).

Il est utile pour la commune de connaître son potentiel, mais il n'est pas pertinent de comparer les communes entre elles sur cette base, et encore moins pertinent d'afficher une carte avec ces valeurs, avec une palette de couleurs discriminante (de rouge à vert).

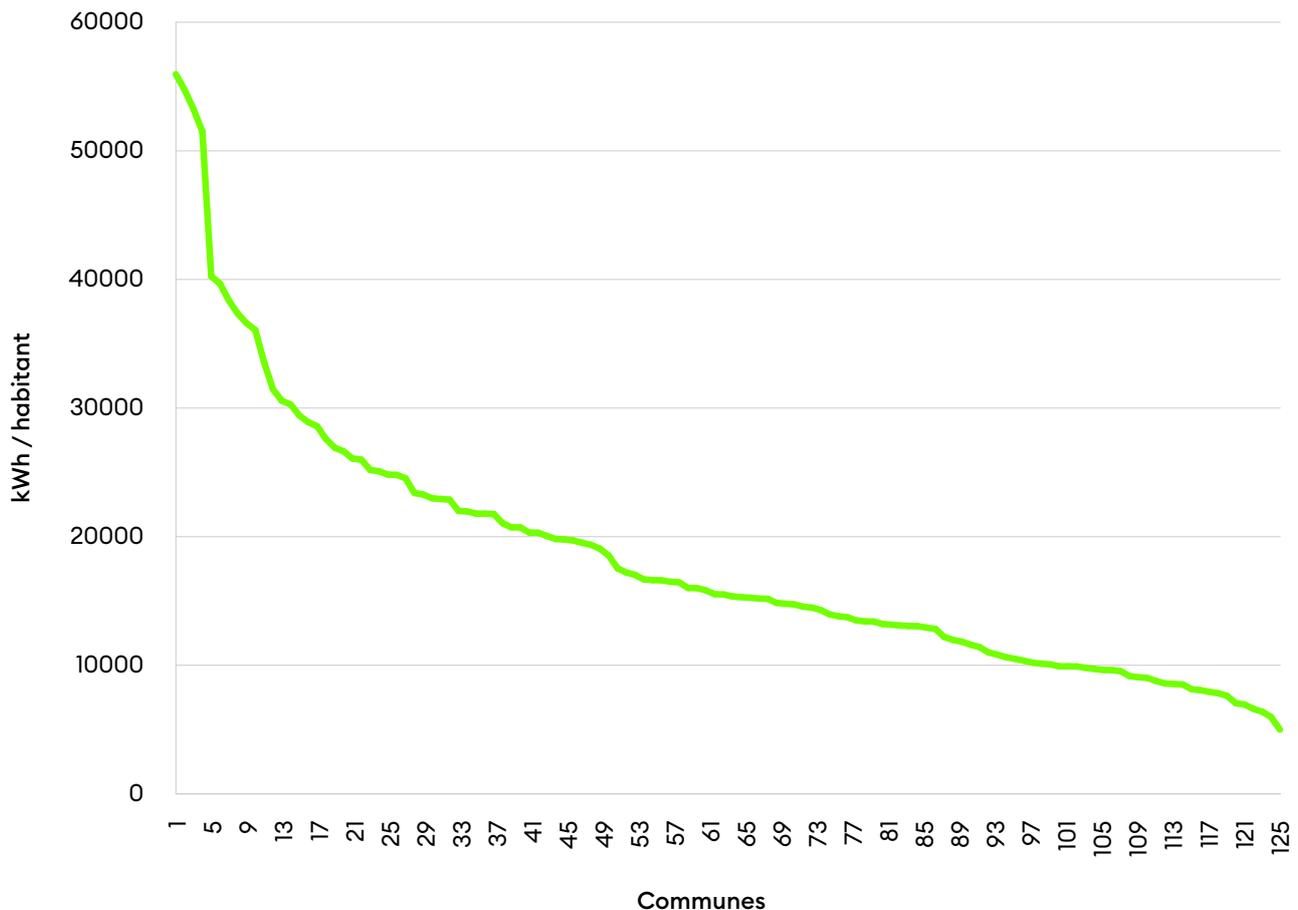
Puissance potentielle par habitant

La puissance potentielle n'est déjà pas très pertinente, mais quand on la divise par la population on obtient n'importe quoi. En effet, la population des communes valaisannes varie de 33 à 34710 habitants et n'est pas corrélée avec la surface de toitures. Ainsi Bettmeralp est à 60 kWc par habitant alors que Saint-Gingolph est à 5 kWc par habitant. Que peut-on en tirer ? Rien.

Production potentielle par habitant

Le graphique suivant montre le potentiel de production solaire par habitant (en kWh/habitant). Les valeurs par commune vont de 5000 à 56000 kWh/habitant, et comme pour la puissance potentielle par habitant, on ne peut rien en tirer.

Potentiel par habitant





Puissance installée

La puissance installée varie énormément en fonction du bâti : par exemple 10 623 kWc pour Sion contre 4 kWc pour Leukerbad. Les communes de plaine qui disposent de grandes surfaces de toitures rentables sont par conséquent automatiquement mieux placées. Cet indicateur n'est donc pas non plus pertinent pour comparer les communes.

Puissance installée par habitant

À nouveau, le fait de diviser un indicateur peu pertinent par la population ne donne rien d'utilisable : Bourg-Saint-Pierre avec ses 2285 Wc/habitant fait nettement mieux que Binn avec ses 46 Wc/habitant. À Bourg-Saint-Pierre il existe trois installations solaires, dont celle du barrage des Toules (448 kWc).

Surface installée par habitant

Cet indicateur est similaire à la puissance par habitant et n'est pas plus pertinent. Prenons l'exemple de Sierre¹¹ :

« De 22 mètres carrés en 2010, la surface cumulée de panneaux solaires photovoltaïques sur les toits sierrois est passé à plus de 35 000 mètres carrés en 2020, ce qui représente 2,1 mètres carrés par habitant. Objectif, selon le programme de politique énergétique de la Ville : 3 mètres carrés par habitant d'ici 2035. »

L'installation photovoltaïque de Micarna à Granges a rajouté du jour au lendemain 11 000 m² de panneaux solaires soit 0,65 m²/habitant. Il en sera de même avec la construction du nouveau bâtiment OIKEN à Daval (aussi 11 000 m² de solaire PV).

Puissance installée en pourcentage de la puissance potentielle

Cet indicateur a déjà été traité dans l'analyse de la distribution des installations solaires (sur les grandes toitures en plaine). Evionnaz est en tête du classement avec 14,7% (les deux plus grandes installations PV de cette commune expliquent 93% de cette valeur).

Synthèse

Les indicateurs par habitant (production par habitant, puissance par habitant, potentiel par habitant...) sont à proscrire absolument : il n'existe aucune corrélation entre la population et les installations PV.

Les autres indicateurs absolus (puissance, production, potentiel) sont utilisables pour le suivi d'une commune dans le temps, mais pas pour comparer les communes entre elles.



¹¹ https://www.sierre.ch/data/documents/officielle/publications/infoSierre/Infosierre40_BAT_final.pdf



11 Le développement du solaire en Suisse est-il en retard par rapport aux pays voisins ?

La Suisse est régulièrement présentée comme le mauvais élève du développement du photovoltaïque, par exemple¹²:

« Dans une brève étude, la Fondation suisse pour l'énergie SES a comparé la production d'énergie solaire et éolienne par habitant en Suisse et dans les 28 États de l'Union européenne. La Suisse a réussi à améliorer son classement par rapport à l'année dernière, mais ne se situe encore qu'à la 24^e place, juste devant la République tchèque, la Hongrie, la Slovaquie et la Lettonie. La production d'énergie éolienne par habitant en Suisse est de 17 kWh, ce qui est peu, comparé à la moyenne européenne. En Autriche, cette production atteint même 821 kWh. En comparaison avec les neuf pays voisins (voir graphique), la Suisse se classe à l'avant-dernier rang. »

Un tel classement n'a aucune valeur. D'une part les comparaisons par habitant sont à proscrire (cf. exemple des communes valaisannes), ensuite on cumule le solaire avec l'éolien tout en excluant l'hydro-électricité et finalement on compare des réalités territoriales très différentes (un pays alpin dense avec des pays comportant de vastes étendues libres et des parcs éoliens offshore).

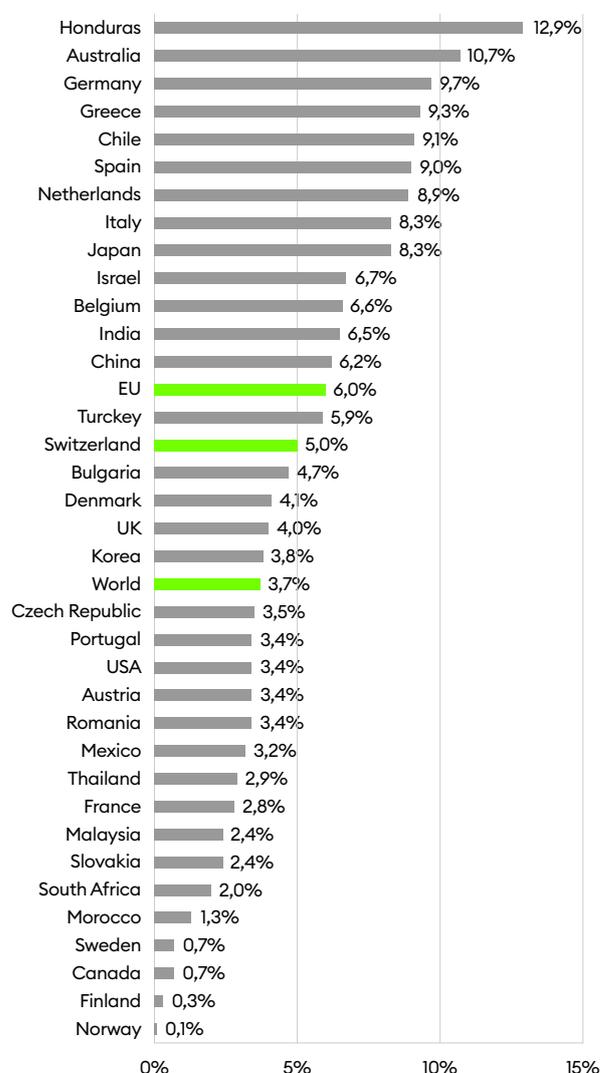
Par exemple, en Allemagne, une installation de 187 MW vient d'être mise en service sur un terrain de 164 hectares¹³. On voit le champ d'éoliennes au loin.



Par comparaison, l'installation la plus puissante en Valais fait 2,2 MW et la plus puissante en Suisse fait 8,3 MW. La puissance cumulée de toutes les installations du canton est de 135 MW.

Une comparaison moins biaisée repose sur la part du solaire dans le mix électrique, comme l'illustre le graphique suivant¹⁴. La Suisse y occupe une place moyenne, légèrement en dessous de la moyenne européenne, mais devant des pays comme l'Autriche, la France ou le Portugal.

Theoretical PV penetration 2020



¹² <https://www.suisse-eole.ch/fr/news/2020/6/3/ses-la-suisse-mauvaise-eleve-de-leurope-en-matiere-denergie-solaire-et-eolienne-397/>

¹³ <https://www.ee-news.ch/de/article/47518/trina-solar-und-enbw-nehmen-mit-187-mw-grossten-photovoltaikpark-deutschlands-in-betrieb>

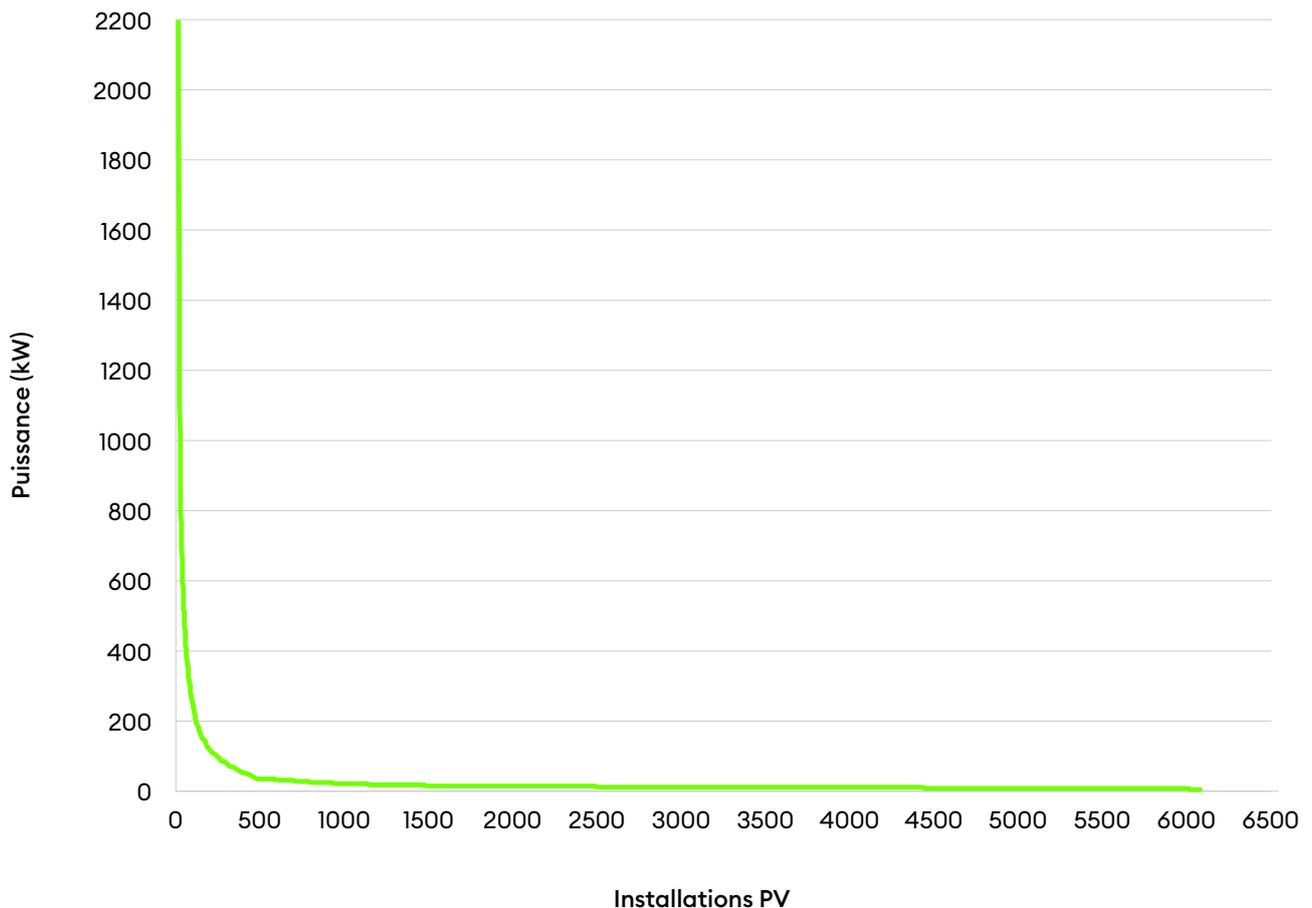
¹⁴ IEA PVPS – Snapshot of Global PV Markets 2021, Avril 2021.



12 Quelle est la distribution des puissances installées ?

La puissance cumulée est de 135 000 kW. Les puissances totales installées vont de 0,52 à 2190 kW. Si on trie les 5500 installations par ordre décroissant, on obtient le graphique suivant :

Distribution des puissances de toutes les installations



On voit qu'il y a assez peu de grandes installations (ligne quasi verticale du graphique) et beaucoup de petites installations (ligne quasi horizontale du graphique).

Les grandes installations (≥ 30 kW soit plus de 200 m^2) représentent 8,0% des installations mais 61,0% des puissances. À l'opposé, les installations de moins de 5 kW (soit moins de 33 m^2) représentent 20% des installations mais seulement 3,5% des productions. C'est une distribution typique de Pareto.

L'analyse géospatiale de l'EPFL¹⁵ met aussi en lumière cette distribution très inégale :

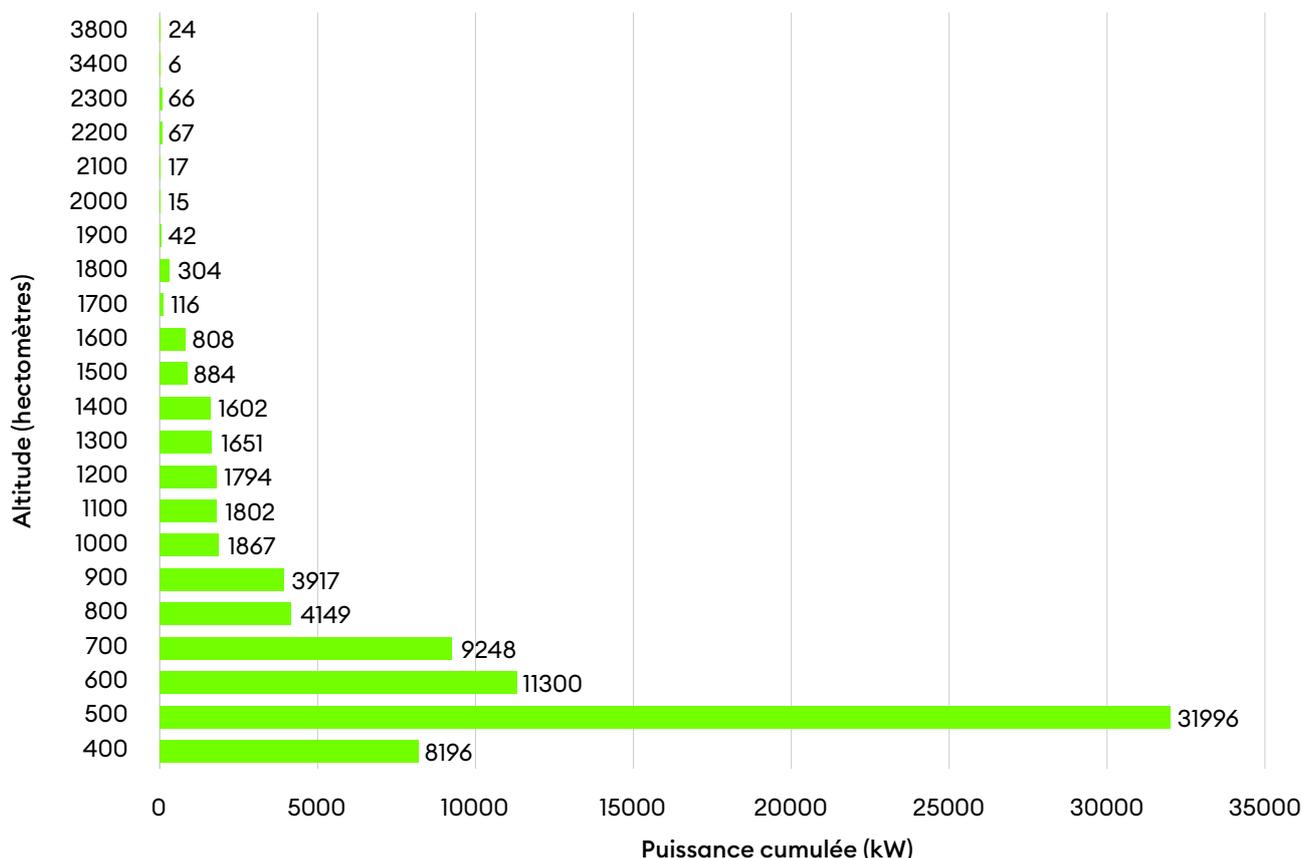
« L'analyse géospatiale de ces résultats montre que déjà 25 % du potentiel estimé peut être réalisé en installant des panneaux PV sur moins de 2 % des bâtiments, ceux présentant le potentiel le plus élevé, comme les toits plats. Et si l'on veut aller plus loin, les 75 % du potentiel restants peuvent être atteints en installant des panneaux sur un tiers des bâtiments. »

¹⁵ <https://www.lenouvelliste.ch/dossiers/special-habitat/articles/il-est-temps-de-mettre-les-toits-suissees-en-lumiere-la-chronique-immobiliere-de-l-epfl-1018697>



13 Y a-t-il un lien avec l'altitude ?

L'altitude des installations vont de 372 à 3833 m. Le graphique suivant montre le cumul des puissances par 100 m d'altitude:



Cela confirme l'impression que les installations se situent surtout en plaine. Ceci s'explique d'une part par le bâti qui est plus important en plaine qu'en altitude, par la présence de grandes toitures en plaine, et par la présence plus rare de neige sur les toitures. La présence de nombreuses résidences secondaires en altitude pourrait aussi jouer un rôle.

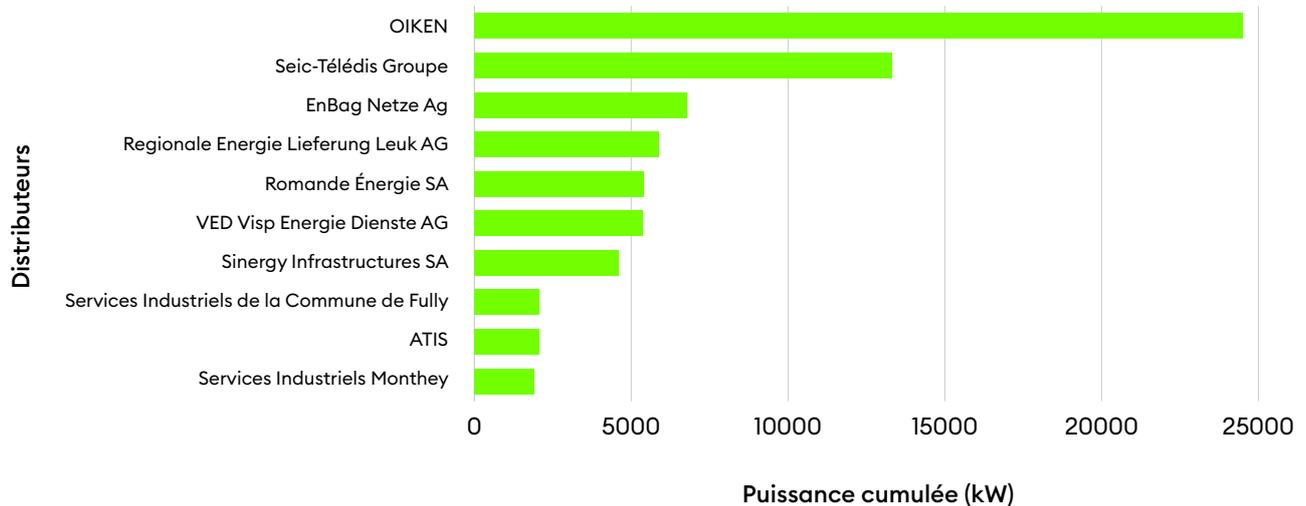
Et en haute altitude? On entend beaucoup parler du parc flottant sur le lac du barrage des Toules, mais celui-ci n'est qu'à 1810 m d'altitude. Voici le top 5 des installations les plus hautes en Valais:

	Adresse	Code postal	Lieu	Puissance kW	Altitude
654	Chlei Matterbore	3920	Zermatt	24,02	3833,0
3911	Bahnhofstrasse	3920	Zermatt	5,75	3382,0
279	Crêt du Midi	3967	Vercorin	66,25	2330,0
336	Fiescheralp 2	3984	Fiescheralp	50,60	2222,0
952	La Chaux	1936	Verbier	16,64	2168,0



14 Quel est l'impact du solaire PV sur les réseaux électriques ?

OIKEN est le distributeur valaisan qui possède le plus de solaire sur sa zone de desserte : 25 MW.



Le dimanche 21 juillet 2019, vers 15h (consommation faible et production élevée), le solaire a représenté 46% de la puissance du réseau de l'esr! Ce n'est plus du tout négligeable!

15 L'énergie « grise » nécessaire pour fabriquer les cellules photovoltaïques est-elle importante ?

Christophe Ballif, professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne et directeur du PV-center répond très bien à cette question¹⁶:

« Non. Après un an ou un an et demi en Suisse, un module photovoltaïque a produit l'équivalent de l'énergie nécessaire à sa fabrication, de l'extraction du silicium à son installation sur un toit. Et son fonctionnement est garanti pour vingt-cinq à trente ans. On peut aussi calculer le bilan CO₂ d'un tel dispositif. S'il est fabriqué en Chine par un producteur qui n'utiliserait que de l'électricité carbonnée, le panneau générerait durant toute sa durée de vie un kWh équivalent de 30 à 40 grammes de CO₂ (à titre

de comparaison, une centrale au charbon produit plus de 900 g de CO₂ par kWh). Si on le fabrique de manière plus propre, on descend à environ 15 g par kWh. Et si, dans un futur proche, on parvient à mettre en place un système énergétique totalement décarboné, cette quantité avoisinera évidemment le zéro. »

Par comparaison le mix électrique Suisse est d'environ 170 à 180 g CO₂/kWh¹⁷. Par conséquent, chaque nouvelle installation photovoltaïque contribue à améliorer le bilan CO₂ du mix électrique suisse.

¹⁶ <https://www.unige.ch/campus/143/invite-christophe-ballif-avec-le-solaire-on-decarbone-la-suisse-en-trente-ans/>

¹⁷ Valeur obtenue à partir de la publication suivante (203 g CO₂/kWh) en actualisant les valeurs pour 2020. En effet, entre 2015 et 2020, les émissions de CO₂ du mix électrique allemand sont passées de 527 g à 401 g/kWh. Temporal variations in the primary energy use and greenhouse gas emissions of electricity provided by the Swiss grid. Didier Vuarnoz, Thomas Jusselme. Energy Volume 161, 15 October 2018, Pages 573-582. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544218313847>.



16 Le solaire PV peut-il répondre aux besoins de la mobilité électrique ?

Un seul panneau solaire PV standard de 350 W (dimension 1 m × 1,7 m) produit 400 kWh/an. Cette électricité permet de charger 800 batteries de vélo électrique (500 Wh par batterie) soit de quoi faire 40 000 km en vélo électrique.

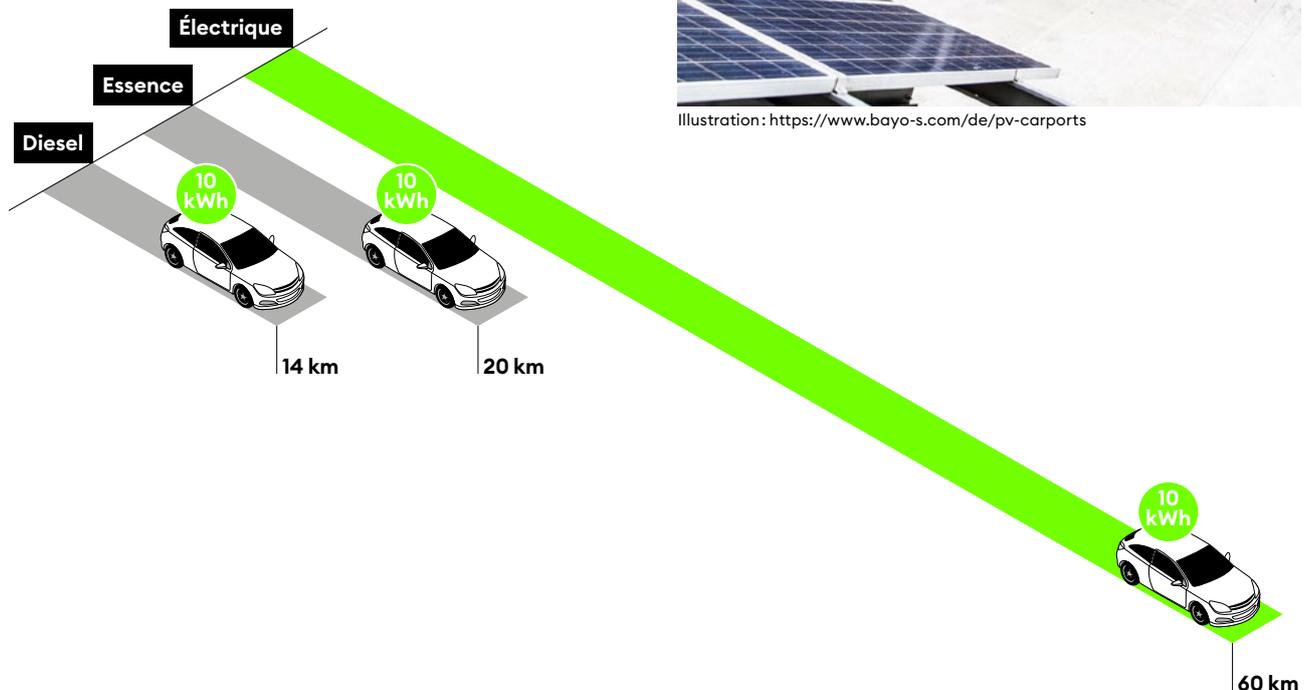
Une place de parking fait environ 5 m × 2 m soit 10 m². Sur cette surface, une installation solaire produit environ 1700 kWh/an. Sachant qu'une voiture électrique de taille moyenne¹⁸ consomme environ 17 kWh/100 km, cette électricité permet de parcourir environ 10 000 km par an. Le coût de l'électricité au kilomètre est inférieur à 3 ct (à 18 ct par kWh).

Au niveau du canton, la consommation actuelle de carburants fossiles est estimée à environ 2 TWh. Une conversion complète à l'électricité (18 kWh/100 km) représenterait 400 GWh d'électricité supplémentaire.

À noter que cette estimation ne tient pas compte de l'amélioration continue de l'efficacité des voitures électriques. Par exemple la voiture la plus efficace actuellement, la Lightyear One consomme 10 kWh/100 km, soit 40% d'électricité de moins que la moyenne actuelle.



Illustration : <https://www.bayo-s.com/de/pv-carports>



18 Par exemple: Renault Megane E-Tech, BMW i3, VW ID.3, Tesla Model 3, Hyundai Kona, Kia e-Niro, Mercedes EQS, etc. <https://ev-database.org>

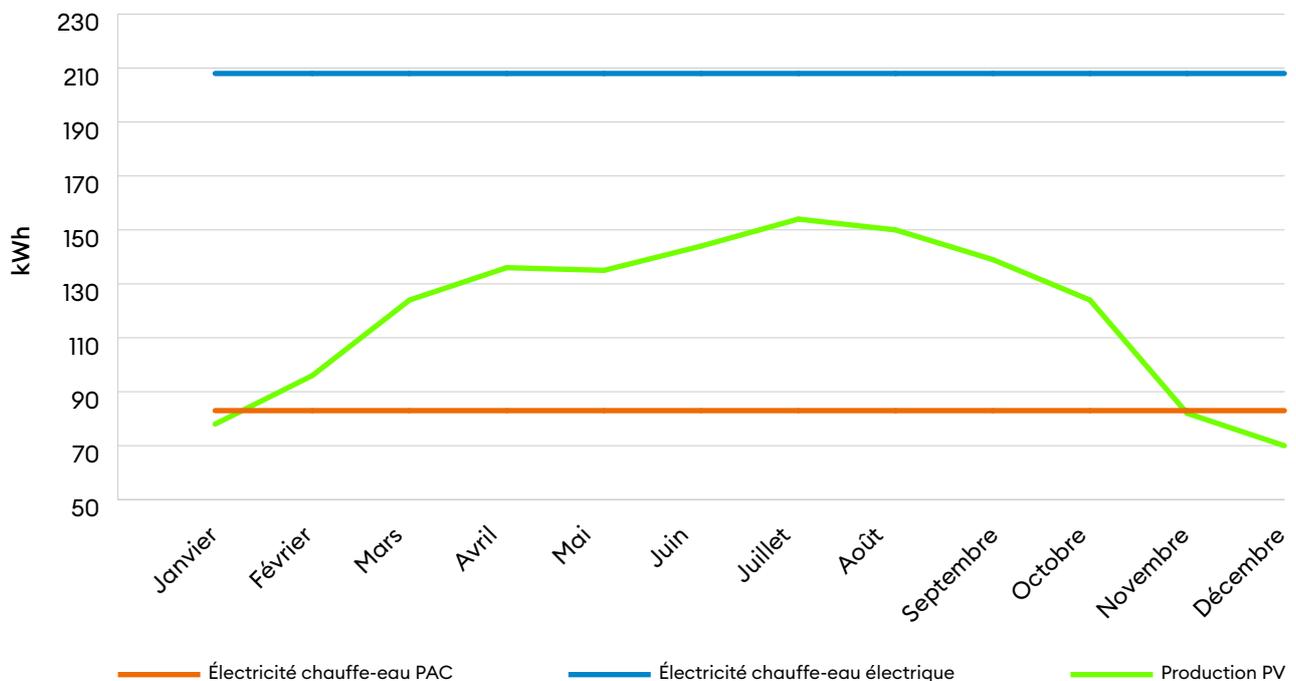


17 Le solaire PV peut-il faire de l'eau chaude ?

Le plus simple pour faire de l'eau chaude c'est le solaire thermique: l'eau circule dans un panneau et se chauffe directement avec le rayonnement solaire. Pour une villa une installation de 4 m² de capteurs vitrés avec boiler 400 L coûte environ 15 000 francs.

Un chauffe-eau pompe à chaleur coûte environ 5 000 francs et une installation PV de 8 m² coûte environ 7 000 francs, soit 12 000 francs en tout.

Le graphique suivant illustre le cas d'une villa de 180 m² à Sion avec une installation photovoltaïque de 8 m² en toiture (orientation Sud, inclinaison 35 degrés) et deux options: un chauffe-eau électrique et un chauffe-eau pompe à chaleur (PAC, coefficient de performance de 2,5).

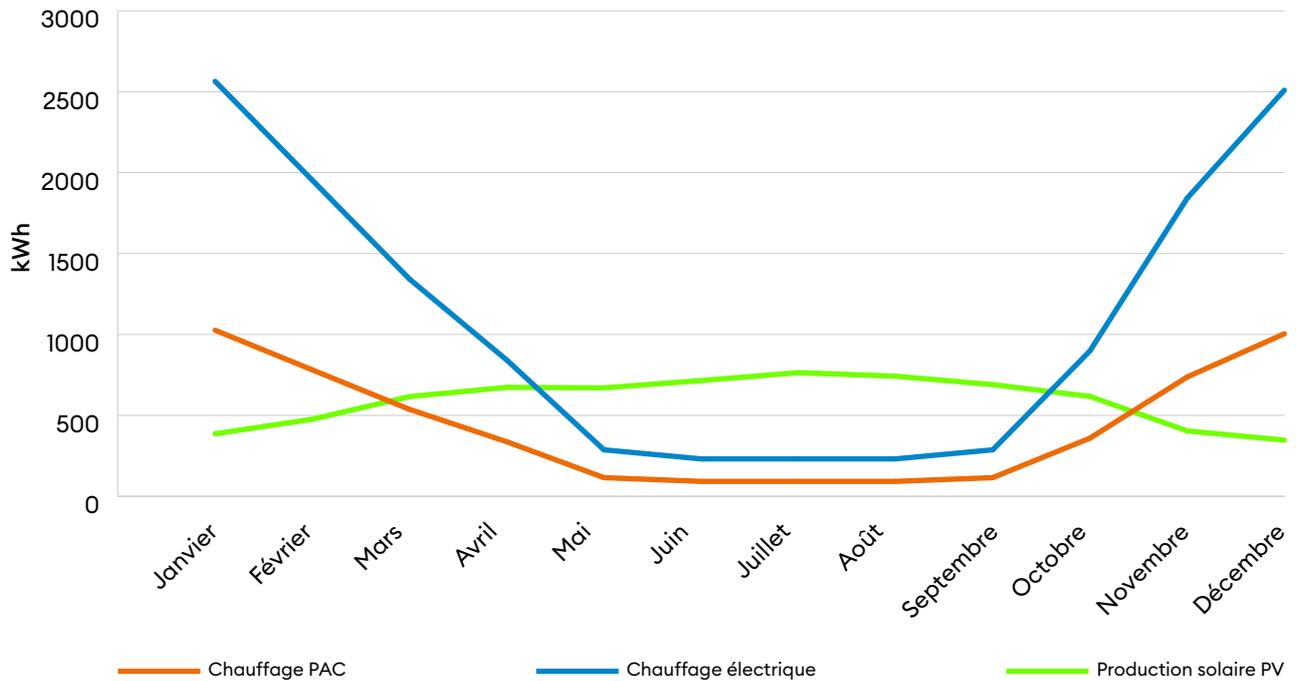


Dans ce cas particulier, le constat est sans appel: le solaire PV n'arrive jamais à produire assez d'électricité pour alimenter le chauffe-eau électrique, mais il produit sur l'année 1,5 fois plus d'électricité que ce qui est nécessaire pour alimenter le chauffe-eau PAC. Même en bilan mensuel, dans le pire des cas (en décembre) le solaire fournit 85% des besoins en eau chaude.



18 Le solaire PV peut-il faire du chauffage ?

Prenons l'exemple d'une villa de 200 m² située à Sion et construite en 2001, avec une installation PV de 40 m² (soit 6,1 kWp) orientée plein Sud (inclinaison 35 degrés). Le graphique suivant illustre la consommation d'électricité pour le chauffage et l'eau chaude avec un chauffage électrique ou une pompe à chaleur air/eau (COP 2.5).



Globalement, les courbes du chauffage et du solaire sont opposées: le solaire produit au maximum l'été et le chauffage consomme au maximum l'hiver. Le solaire permet de couvrir à peine 18% des besoins dans la variante chauffage électrique, mais peut couvrir environ 45% de besoins dans la variante PAC.

En janvier, la variante chauffage électrique utilise 2564 kWh d'électricité du réseau, alors que dans la variante PAC et solaire PV la consommation du réseau tombe à 640 kWh soit 75% de moins.

Donc la réponse est oui: le solaire PV peut contribuer au chauffage. Sa contribution réelle dépendra de l'isolation du bâtiment et de la performance du chauffage.

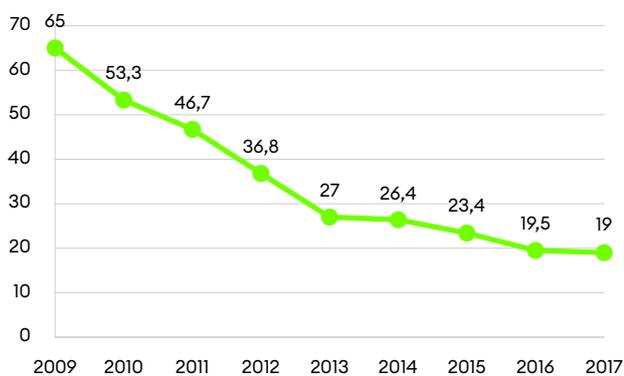
Au niveau du canton, la consommation de combustibles fossiles est estimée à environ 4 TWh. Une électrification complète (PAC avec un COP de 2,8) correspondrait à un besoin supplémentaire de 1,4 TWh d'électricité. Cette valeur constitue un scénario pessimiste puisqu'il ne tient pas compte de l'amélioration de l'efficacité des bâtiments, de meilleures performances des PAC dans des réseaux anergie, des chauffages à distance (CAD), du remplacement des chauffages électriques, etc.



19 Quels sont les tarifs de reprise de l'électricité solaire PV ?

Entre 2008 et 2018, le système de soutien mis en place consistait à racheter la totalité de la production solaire à un tarif fixé sur plusieurs années (25 ans initialement, puis 15 ans). Le tarif a été progressivement réadapté en fonction du prix des installations PV.

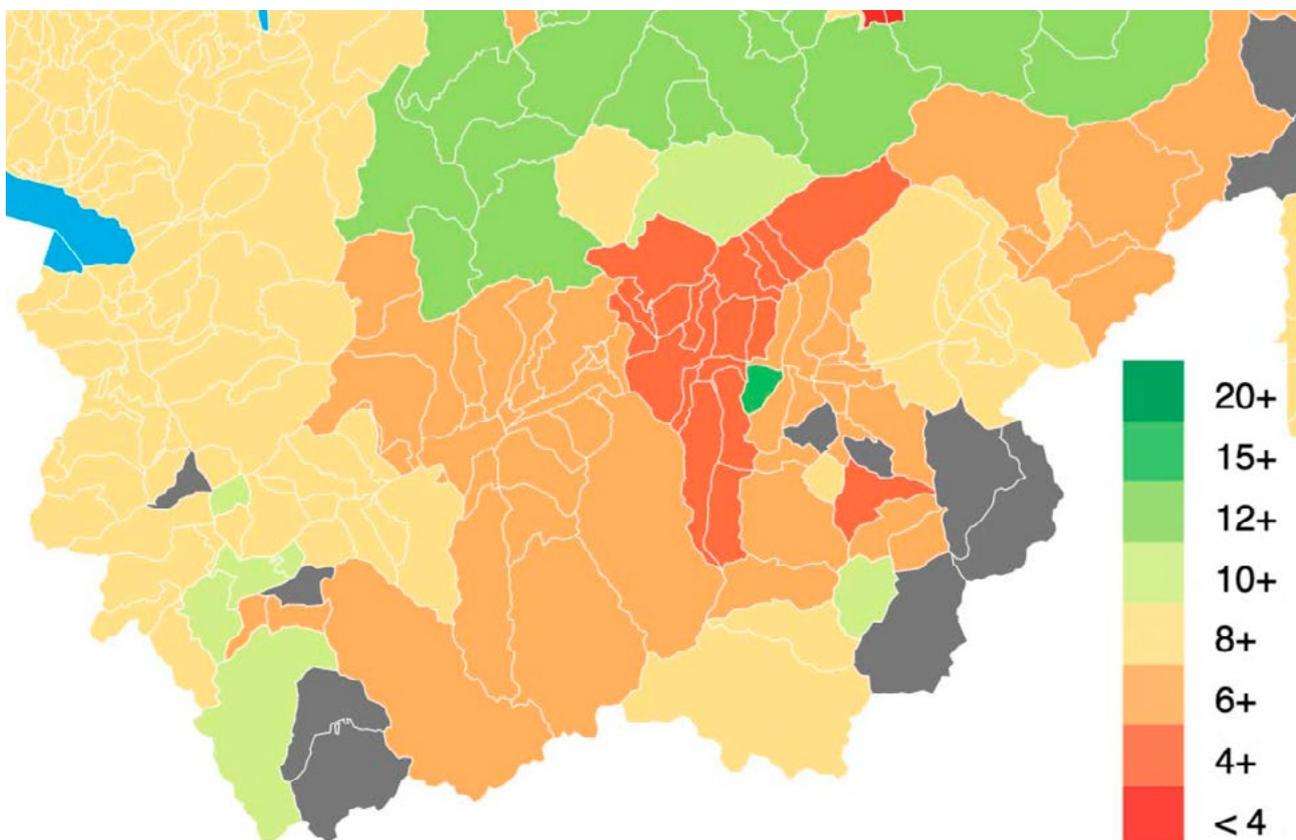
Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des tarifs de la rétribution à prix coûtant (RPC) pour le solaire photovoltaïque (<30 kW)¹⁹.



En 2018 ce système a été remplacé par une subvention unique à l'investissement (rétribution unique ou RU). Le producteur peut autoconsommer son électricité (ce qui la valorise au prix du réseau soit environ 20 ct/kWh) et le surplus peut être injecté dans le réseau. L'injection est rétribuée par le distributeur d'énergie.

L'article 15 de la Loi fédérale sur l'énergie (LEne, RS 730.0) précise: «pour l'électricité issue d'énergies renouvelables, la rétribution se fonde sur les coûts que le gestionnaire de réseau aurait eus pour acquérir une énergie équivalente». Cette disposition est assez floue et laisse une grande marge de manœuvre aux distributeurs d'énergie.

En Valais les tarifs de reprise vont de 5.5 à 11 ct/kWh environ. La carte suivante illustre les tarifs (source: pvpower.ch).

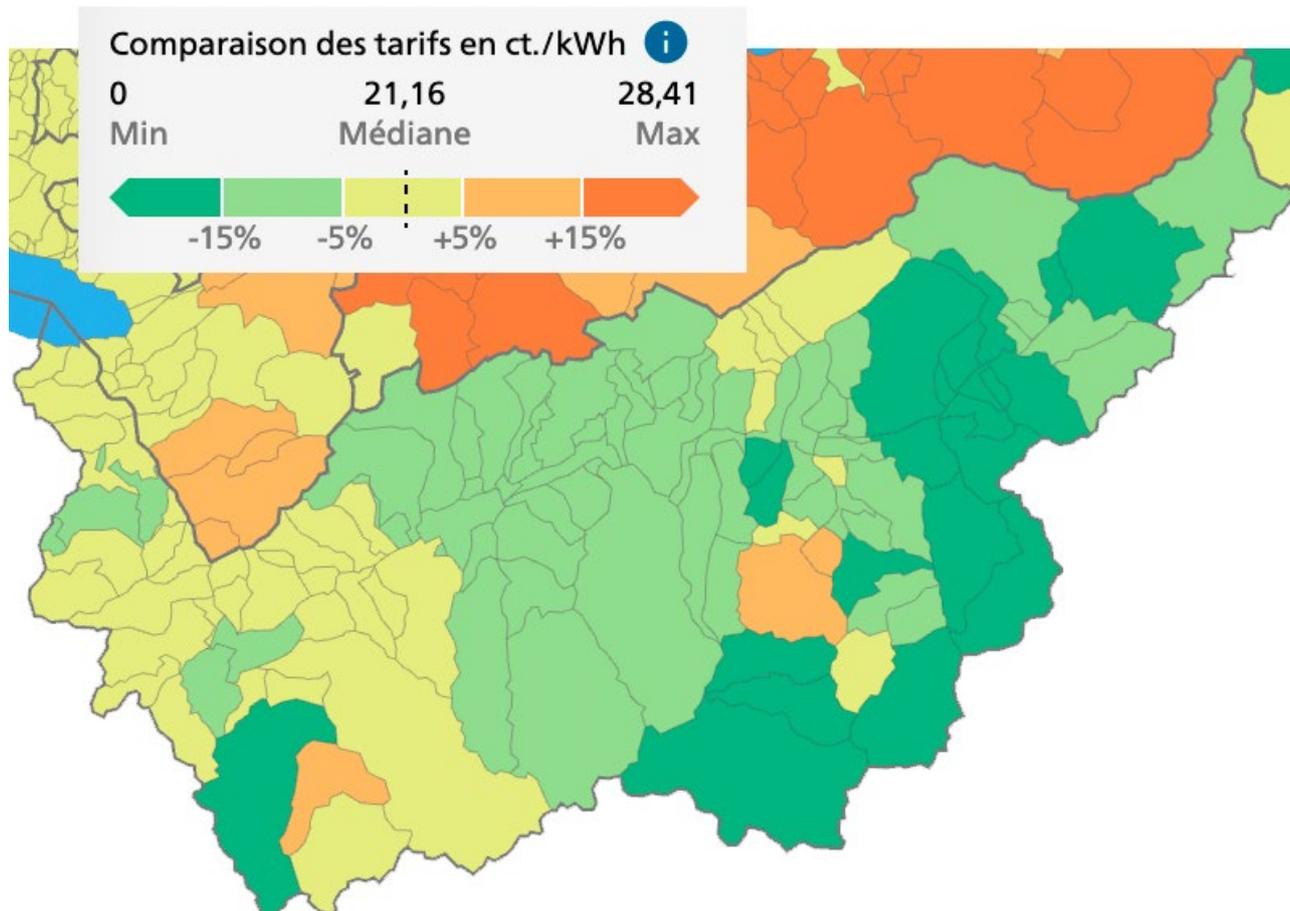


¹⁹ [https://de.wikipedia.org/wiki/Kostendeckende_Einspeiseverg%C3%BCtung_\(Schweiz\)#Photovoltaik](https://de.wikipedia.org/wiki/Kostendeckende_Einspeiseverg%C3%BCtung_(Schweiz)#Photovoltaik)



20 À quoi correspond le tarif de rachat ?

La carte suivante montre les prix de l'électricité du réseau en Valais pour un ménage type²⁰.



Le prix du kilowattheure est de 21 ct en moyenne. Dès lors, pourquoi les distributeurs d'énergie rachètent le kilowattheure solaire injecté sur le réseau à seulement 5 à 11 centimes ?

En Suisse la facture d'électricité est composée de trois éléments :

- Les coûts de transport de l'électricité, qui financent le réseau électrique (environ 45 % de la facture).
- L'électricité consommée (environ 35 % de la facture).
- Des taxes diverses (TVA, RPC, PCP, environ 20 % de la facture).

Par exemple pour le tarif simple OIKEN 2022, le kilowattheure d'un ménage type (4500 kWh) revient à 8.27 ct/kWh. Par comparaison le tarif du rachat du kilowattheure solaire est à 8.3 ct/kWh.

Par conséquent, pour faire des comparaisons correctes :

- Lorsqu'un client autoconsomme sa production solaire, il économise non seulement l'électricité, mais aussi les coûts de transports et les taxes, soit environ 20 ct/kWh.
- Lorsqu'un client injecte le surplus dans le réseau il ne fournit que l'énergie et donc il faut comparer uniquement la partie énergie (environ 8 ct/kWh).

²⁰ Tarif H4, ménage type 4'500 kWh. <https://www.prix-electricite.elcom.admin.ch/>

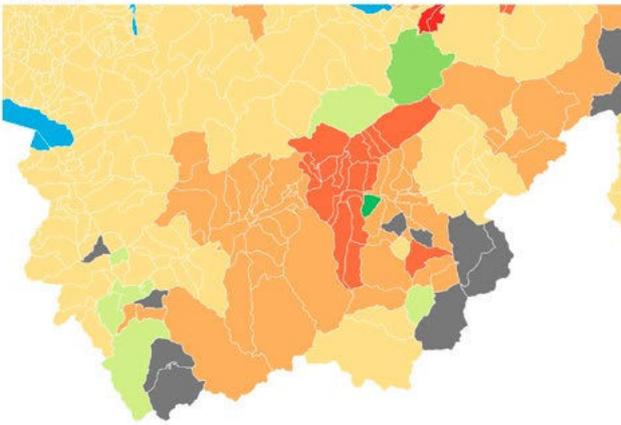


21 Le tarif de rachat est-il déterminant pour encourager le développement du PV ?

Les installateurs solaires sont généralement actifs sur plusieurs communes. Ils sont confrontés à différents tarifs de reprise du courant excédentaire. Pour deux objets similaires (p. ex. deux villas en plaine) avec une consommation et une autoconsommation similaire, un tarif de reprise plus élevé se traduira par une meilleure rentabilité de l'installation. Cette comparaison peut donner l'impression que si les tarifs de reprise étaient plus élevés, le solaire PV serait davantage encouragé.

Au niveau temporel, si le tarif de reprise était déterminant, l'évolution des puissances installées devrait correspondre

PV tarif :



On voit immédiatement que ce n'est pas le cas. Par exemple pour deux anciennes communes de Sierre-énergie (qui ont toujours eu les mêmes tarifs de reprise sous Sierre-énergie puis sous OIKEN) : Sierre est à 5,2% et Anniviers à 0,6%. Le principal facteur qui explique la distribution spatiale est la présence de très grandes toitures et l'altitude.

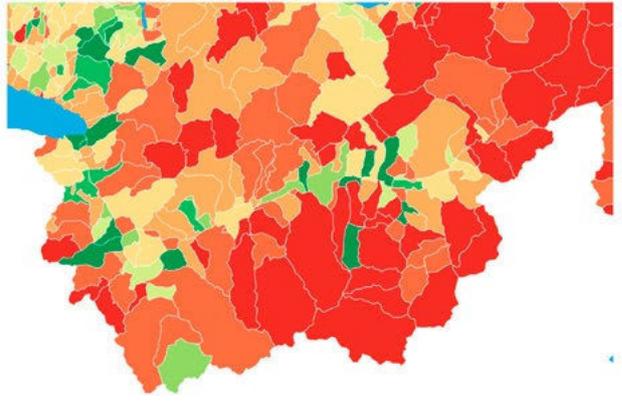
Actuellement ce qui influence la rentabilité d'une installation c'est sa taille : une petite installation coûte 6000.- le kWc et une grande c'est moins de 1000 soit un facteur 6. On parle des mêmes panneaux, posés dans la même commune, avec le même tarif de reprise. Le deuxième facteur qui influence la rentabilité c'est le taux d'autoconsommation : plus on autoconsomme et plus c'est rentable, quel que soit le tarif de reprise.

Par ailleurs, contrairement au prix de revient qui est fixé pour la durée de vie de l'installation, le tarif de reprise est variable et inconnu pour les 25 prochaines années. L'investisseur ne peut pas compter sur la stabilité de ce tarif. La décision d'investir ne repose donc pas sur cette variable.

à celle du tarif de reprise. Or les deux courbes sont opposées : alors que le tarif de reprise est passé de 65 ct à 5-11 ct, la production solaire PV a été multipliée par vingt en dix ans. Le principal facteur qui explique la croissance solaire est le prix des installations qui a été divisé par 10 en 12 ans.

Au niveau spatial, si le tarif de reprise était déterminant pour la croissance du solaire PV, on devrait avoir une forte corrélation entre la carte du tarif (pvtaarif.ch) et la carte du potentiel réalisé (pvpower.ch).

PV power : puissance installée / puissance potentielle



Le tarif de reprise ne joue un rôle que pour les petites installations (moins de 100 m², pour lesquelles le prix de revient est supérieur au prix de reprise) qui ont une autoconsommation faible (donc principalement les villas). Les installations de moins de 100 m² (15 kWc) représentent à peine 27% des productions actuelles.

Le tarif de reprise est donc la cerise sur le gâteau : il n'explique ni l'évolution temporelle ni spatiale du solaire PV et son influence est limitée par rapport aux autres facteurs. Il constitue un effet d'aubaine.

En revanche, le tarif de reprise est un facteur sur lequel les communes et les distributeurs peuvent agir. Ils peuvent l'utiliser comme coup de pouce supplémentaire (comme alternative à une subvention à l'investissement) ou pour donner un signal (p.ex en différenciant le tarif hiver / été pour pousser à produire davantage en hiver, par exemple avec des panneaux très inclinés voire montés en façade).



22 Que font les distributeurs d'énergie pour favoriser le solaire PV ?

OIKEN encourage les installations photovoltaïques à plusieurs titres.

- a) Développement d'un produit solaire qui encourage le développement de l'énergie solaire sur sa zone d'activité. Elle offre à ses clients le choix de la composition de leur approvisionnement en électricité en y ajoutant une part de solaire. Les bénéfices réalisés grâce l'introduction de cette part solaire dans la consommation des habitants de la région seront intégralement reversés aux producteurs d'énergie solaire. À l'heure actuelle, OIKEN est le seul énergéticien suisse romand à proposer une telle redistribution. Elle favorise ainsi les petites installations et propose, par ce biais, une mesure concrète pour le développement du solaire en Valais.
- b) Diverses missions avec les communes:
 - i. OIKEN propose des solutions contractuelles et financières aux communes pour les encourager à s'engager dans le solaire par le biais de financement ou de co-financement des installations.

- i. OIKEN a également un projet d'aide aux communes pour promouvoir le photovoltaïque auprès de leurs citoyens.

- c) OIKEN propose également du RCP ou on utilise la toiture pour optimiser la consommation de locataire comme de propriétaires dans des regroupements. Dans un côté plus applicatif, OIKEN est engagée dans des projets de recherche pour essayer d'anticiper le développement de lots d'habitation en proposant de l'autoconsommation à des quartiers complets.

Toutes ces solutions/ces projets concrets proposés par OIKEN sont pensés pour favoriser l'autoconsommation que ce soit auprès des particuliers, des entreprises ou des collectivités.

L'équipe solaire PV d'OIKEN est passée de 1 à 10 collaborateurs, et OIKEN vient de mettre en service la plus puissante centrale solaire du Valais (Micarna à Granges, 2,2 MW).

23 Que fait le canton pour favoriser le solaire PV ?

Le service de l'énergie et des forces hydrauliques (SEFH) du canton s'occupe entre autres des statistiques cantonales, de l'élaboration de stratégies et de la préparation des bases légales.

La révision de la loi cantonale sur l'énergie a été mise en consultation en été 2021 et sera débattue au Grand conseil en 2022. Trois articles concernent le photovoltaïque:

Art. 25 Production propre d'électricité des nouveaux bâtiments

1 Les nouveaux bâtiments et les extensions de bâtiments existants doivent être équipés pour produire eux-mêmes une part de l'électricité qui y sera consommée. [...]

Art. 26 Couverture des besoins d'électricité pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification des bâtiments

1 La consommation totale d'électricité d'une nouvelle installation de rafraîchissement, d'humidification ou de déshumidification doit être couverte exclusivement par une production d'électricité sur site au moyen d'énergies renouvelables. [...]

Art. 29 Production propre d'électricité des bâtiments existants

1 Lors de la rénovation de la toiture, les bâtiments doivent être équipés pour produire une part de l'électricité qui y est consommée. [...]

Le 2 novembre 2021 le Conseil d'État a annoncé diverses mesures concernant le PV²¹:

« Le Conseil d'État a décidé de poser des installations photovoltaïques sur tous les nouveaux bâtiments de l'administration cantonale, lorsque cela est opportun. Il a également débloqué une enveloppe de 10 millions de francs sur cinq ans pour équiper les bâtiments existants. Il souhaite ainsi être exemplaire dans ce domaine, et participer à l'effort collectif pour atteindre les objectifs visés par la stratégie énergétique cantonale. Dans une première étape, l'État du Valais pourrait avoir à disposition près de 50 000 m² d'installations photovoltaïques pour une production totale d'environ 9 millions de kilowatt-heures. Ces installations couvriraient ainsi une grande partie des besoins en électricité de l'administration cantonale et permettraient des économies conséquentes par rapport à la situation actuelle. »

21 Transition énergétique – Installations photovoltaïques sur les bâtiments de l'État du Valais
https://www.vs.ch/web/communication/detail?groupId=529400&articleId=13741408&redirect=https%3A%2F%2Fwww.vs.ch%2Fhome%3Fp_id%3Dcom_life-ray_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_qJswKLuQat%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview



24 Quelles sont les bases légales ?

Les bases légales concernant le solaire PV n'ont pas cessé d'évoluer au cours des dix dernières années: droit d'autoconsommer, regroupements pour la consommation propre, procédure simplifiée pour l'autorisation de construire, etc.

Les principales bases légales sont disponibles sur le site du service de l'énergie et des forces hydrauliques (SEFH):

- www.vs.ch/energie > Politique énergétique > Cadre légal > Energie solaire
- www.vs.ch/web/sefh/energie-solaire-dispositions-legales

25 Le solaire est-il compatible avec une architecture de qualité ?

Le solaire s'intègre depuis longtemps aux toitures. Depuis quelques années la gamme des solutions s'est élargie:

- Tuiles solaires qui imitent la terre cuite ou l'ardoise (p.ex. freesuns²², Megasol Match²³)
- Panneaux colorés pour les façades (p.ex. Swissinso kromatix²⁴, Eternit Sunskin façade²⁵)
- Panneaux semi transparents pour les ombrières ou l'agri-voltaïque (p.ex. insolight²⁶)
- Motifs personnalisés (p.ex. drapeaux des cantons à l'Umweltarena²⁷)
- Etc.

Tous les produits cités sont développés par des entreprises helvétiques.



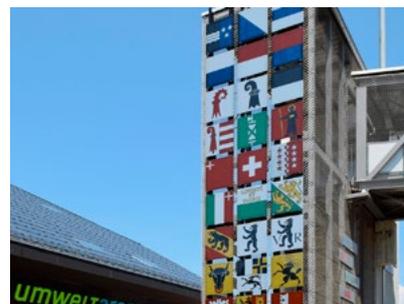
Prix solaire suisse 2020 pour cette réalisation i-watt²⁸



Immeuble à Sion lauréat du prix solaire suisse 2021²⁹



Gamme de panneaux solaires colorés Swissinso Kromatix.



Panneaux solaires aux couleurs des cantons à l'Umweltarena

22 <https://freesuns.com/fr/>

23 <https://megasol.ch/match/>

24 <https://www.swissinso.com/>

25 <https://www.eternit.ch/fr/products/solar/sunskinF>

26 <https://insolight.ch/>

27 <https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/2017/06/21/kantonswappen-produzieren-energie/>

28 <https://www.i-watt.ch/2020/10/26/prix-solaire-suisse/>

29 <https://www.rhonefm.ch/actualites/un-immeuble-sedunois-recoit-le-prix-solaire-2021>



26 Comment palier l'intermittence du solaire PV ?

Le solaire produit la journée, lorsque la consommation électrique globale est plus élevée. Cependant le photovoltaïque est intermittent: il produit en fonction de l'ensoleillement. La plupart des installations PV utilisent le réseau électrique comme stockage virtuel: elles injectent le surplus et prélèvent l'électricité du réseau lorsque la production solaire est insuffisante. Au niveau du réseau, d'autres centrales pilotables (p.ex. les centrales hydro-électriques) peuvent prendre le relai lorsque la production solaire diminue.

On peut relever que toutes les productions varient plus ou moins: l'éolien dépend du vent, l'hydro-électricité au fil de l'eau dépend du débit des cours d'eau, les centrales fossiles dépendent des prix de l'électricité, le nucléaire est arrêté plusieurs semaines par an pour les opérations de révision et dépend des fleuves pour son refroidissement³⁰, etc. Le réseau électrique s'adapte en permanence à ces fluctuations et le solaire a l'avantage d'être facilement prévisible.

De plus en plus d'onduleurs sont conçus pour permettre un stockage stationnaire local de l'électricité solaire³¹. C'est le moyen le plus efficace pour augmenter le taux d'auto-consommation³². Le rendement de ces systèmes de stockage s'est amélioré et peut atteindre 90 à 95% en SPI³³. La comparaison avec le rendement du pompage-turbinaison (75-80%) n'est pas très pertinente: les deux moyens de stockages sont complémentaires et répondent à des besoins différents (stockage local ou au niveau du réseau).

L'essor de la mobilité électrique³⁴ ouvre des perspectives intéressantes³⁵. Les véhicules, même électriques, sont immobilisés 23h par jour en moyenne (soit 95% du temps!). Avec une batterie de 50 kWh, dont la moitié utilisable pour du stockage (V2G, vehicle to grid), une seule voiture électrique permet de faire un microgrid pour environ 5 ménages (à 5 kWh / foyer). On peut donc exploiter les synergies entre énergie solaire (production décentralisée) et véhicules électriques (stockage décentralisé semi stationnaire). Il y a aujourd'hui déjà plus de 70 000 voitures électriques en circulation en Suisse³⁶ ce qui représente une capacité de stockage d'environ 3,5 GWh.

30 <https://www.letemps.ch/suisse/coup-chaud-vieilles-centrales-nucleaires-suisse>

31 P. ex. Studer Innotec next3: <https://studerlive.ch/next3-future-selfconsumption/>

32 Flexibilisation de la consommation électrique des ménages – Mesures pour favoriser l'intégration de la production d'origine photovoltaïque. Nicolas Wyrsh, Yannick Riesen, Raffael Tschui. EPFL PV-Lab. Bulletin 5/1025.

33 System Performance Index. <https://pvspeicher.htw-berlin.de/speicher-inspektion-2021/>

34 21% des ventes en 2021 sont des véhicules rechargeables selon les statistiques d'auto.swiss. <https://www.auto.swiss/fr/#statistics>

35 <https://www.elektroauto-news.net/elektroautos/vw-neues-geschaeftsfeld-einsatz-elektroauto-energie-speicher>

36 <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/infrastructures-transport-vehicules/vehicules/vehicules-routiers-parc-taux-motorisation.html>



27 Perspectives

L'objectif très ambitieux du canton pour le solaire PV est de 0,9 milliards de kWh en 2035. Dans le meilleur des cas, le solaire produira donc 10× moins que l'hydro-électricité. Cependant, pour les ménages et les PME, le solaire offre déjà aujourd'hui la possibilité de produire une partie de son électricité bas carbone à un tarif très compétitif.

Le coût du kilowattheure solaire va continuer de baisser (optimisations, amélioration continue du rendement des modules, économies d'échelle) et la démocratisation du solaire n'est qu'une question de temps. Les quelques 7 milliards de francs que la Suisse dépense à l'étranger pour importer des énergies fossiles devrait donc se réduire et profiter davantage à l'économie locale. Il faudra pour cela être capable de former tous les professionnels requis pour cette transition, car les entreprises actives dans le solaire sont débordées et peinent à recruter les profils dont elles ont besoin.

Les bases légales vont aussi continuer d'évoluer. La rétribution unique pour les grandes installations solaires devrait être remplacée par des enchères³⁷ et les procédures devraient être encore simplifiées³⁸:

« La révision de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT) concerne, d'une part, la mise en place d'installations solaires hors des zones à bâtir. Elle prévoit que d'importantes catégories d'installations solaires hors de la zone à bâtir seront considérées comme des installations dont l'implantation est imposée par leur destination. Il s'agit notamment de celles qui s'intègrent dans des façades, des barrages ou des murs antibruit ou qui sont mises en place de façon mobile et flottante sur un lac de barrage en milieu alpin. Il sera ainsi plus simple de démontrer que les conditions d'autorisation sont réunies. Les autorisations pourront être octroyées plus rapidement et la charge de travail des autorités cantonales s'en trouvera allégée. D'autre part, selon le projet mis en consultation, les installations solaires sur les toits plats situés en zone d'activités, peuvent dans certains cas, être exemptées de l'obligation de disposer d'une autorisation de construire. Il est prévu que ces modifications entrent en vigueur le 1^{er} juillet 2022. »

La consultation sur la révision de loi cantonale sur l'énergie (LcEene) est terminée. Plusieurs articles concernent le solaire PV, et le Grand conseil devrait en débattre au printemps 2022.

Les mesures décidées dans d'autres pays, comme la France³⁹ ou la Serbie⁴⁰ par exemple) vont probablement nous inspirer pour de futures adaptations.

37 <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiqués.msg-id-78665.html>

38 <https://www.ee-news.ch/de/article/47231/detec-ouvre-une-procedure-de-consultation-sur-les-ordonnances-sur-les-exigences-relatives-a-l-efficacite-energetique-sur-les-installations-a-basse-tension-et-sur-l-amenagement-du-territoire>

39 <https://cleantechnica.com/2021/08/30/new-french-law-will-help-millions-of-people-drive-on-sunshine/>

40 <https://cleantechnica.com/2021/09/01/serbia-streamlines-rooftop-solar-permitting-no-permitting/>



Impressum

Date

14 décembre 2021

Lieu

Sion

Mandant

OIKEN SA

Mandataires

Olika sàrl, transition énergétique, www.olika.ch

Auteurs

Arnaud Zufferey

Les auteurs sont seuls responsables du contenu
et des conclusions de ce rapport.

Conception graphique

Forme – www.forme.ch

Image de couverture

Panneau solaire PV