



Stratégie photovoltaïque Etat de Fribourg

—
Août 2023



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Direction de l'économie, de l'emploi et de la formation professionnelle DEEF
Volkswirtschafts- und Berufsbildungsdirektion VWBD

Table des matières

Résumé	5
Préambule	7
Situation actuelle	8
Evolution des marchés et technologies	8
Potentiel	10
Cadre légal et instruments d'encouragement	12
Champs d'application	14
PV intégré aux bâtiments	14
PV intégré aux infrastructures	16
PV monté au sol en zone à bâtir	18
Agri-PV	19
PV alpin	20
PV flottant	21
Résumé et matrice décisionnelle concernant les champs d'application	22
Objectifs	23
Mesures	25
Exemplarité de la collectivité publique	26
Mesures de communication et de formation	27
Mesures juridiques au niveau des dispositions légales	28
Mesures de soutien financier	29
Mesures de soutien au développement technologique	30
Abréviations	31

Résumé

Le solaire photovoltaïque (ci-après : solaire PV) connaît un développement particulièrement dynamique et est perçu comme un élément essentiel du futur système d'approvisionnement énergétique en Suisse, au même titre que l'hydraulique et l'éolien s'agissant également de la production d'électricité. Son potentiel est important et, proportionnellement aux objectifs fédéraux inscrits dans les perspectives énergétiques 2050+, le canton de Fribourg peut raisonnablement atteindre une production d'électricité annuelle de 0,6 TWh d'ici 2035 et de 1,3 TWh d'ici 2050. Pour ce faire, la production d'électricité solaire annuelle, essentiellement réalisée durant le semestre d'été, devra être triplée d'ici 2035 et augmentée d'un facteur de 6,5 d'ici 2050. Cette évolution requiert la mise en place d'une stratégie de développement de cette ressource tenant compte des nombreuses solutions d'implantation potentiellement réalisables.

De l'étude détaillée réalisée dans le canton¹, il ressort différents champs d'application où le solaire PV pourrait potentiellement être développé : intégré aux bâtiments et/ou aux infrastructures, monté au sol, combiné à l'exploitation agricole (agri-PV), implanté dans le contexte alpin ou sur des plans d'eau.

Toutefois, après analyse de chacun des champs d'application, tenant compte de nombreux paramètres (notamment le potentiel de production, les aspects environnementaux, la rentabilité), l'étude met clairement en évidence que la priorité doit être donnée à l'implantation du solaire PV intégré sur les bâtiments et les infrastructures (priorité 1). En combinant ces deux champs d'application avec un certain nombre d'installations pouvant être montées au sol dans des zones peu impactées (priorité 2), l'objectif de produire 1.3 TWh d'électricité solaire d'ici 2050 est tout à fait réaliste.

En outre, la complexité d'un déploiement du solaire PV dans les autres champs d'application, sur les plans technique, économique, juridique, environnemental et sociétal, les repoussent logiquement en priorité 3. Dès lors, partant de ce constat, le Conseil d'Etat estime que le développement du solaire PV dans le canton doit autant que possible limiter les impacts sur le territoire, et se concentrera donc uniquement dans les champs d'application les plus favorables, soit ceux se situant en priorité 1 et 2. Ce positionnement confirme finalement la ligne définie par le plan directeur cantonal pour le développement du solaire PV.

¹ NET Nowak Energie & Technologie SA, Document de base pour l'élaboration d'une stratégie photovoltaïque du canton de Fribourg, 01.2023

Pour atteindre l'objectif ambitieux de 0.6 TWh/an d'électricité solaire d'ici 2035, le Conseil d'Etat entend mettre en œuvre un plan de mesures comprenant en premier lieu l'exemplarité de l'Etat et des communes, ainsi qu'un accent particulier sur l'information, la sensibilisation et la formation. Des adaptations de bases légales seront apportées, en tenant également compte de l'évolution du cadre législatif fédéral. Il entend aussi soutenir la réalisation du solaire PV par des aides financières, par exemple lorsque les bâtiments subissent des travaux de rénovation, pour les réalisations en façade et les projets pilotes. Ce paquet de mesures, qui s'inscrit en cohérence avec les objectifs du Plan Climat cantonal, se concrétisera progressivement dès 2023.

La situation actuelle et les objectifs quantitatifs pour le canton de Fribourg se résument de la manière suivante:

2022



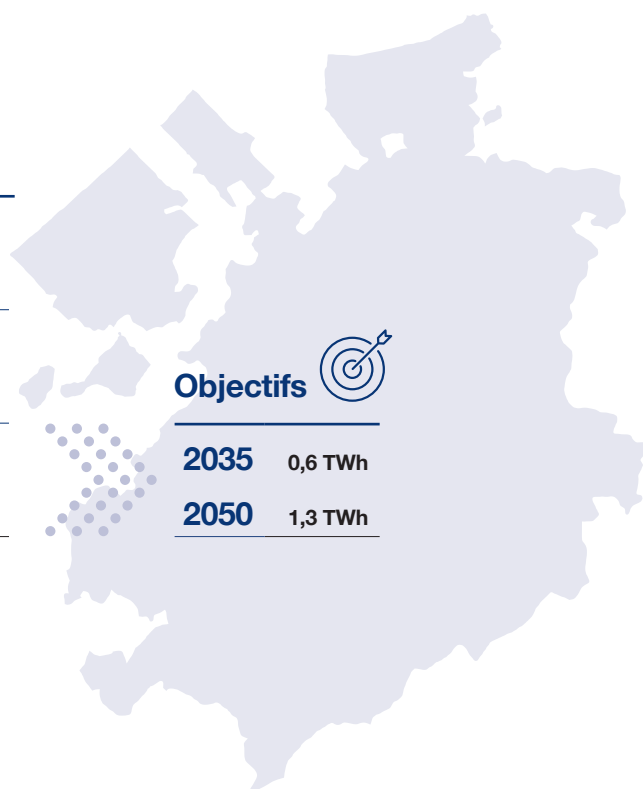
Consommation électrique 1,8 TWh



Part d'électricité solaire 11%



Production d'électricité solaire 0,2 TWh



Préambule

Le solaire photovoltaïque est un des piliers de la stratégie énergétique 2050 et devra atteindre des objectifs très ambitieux d'ici à 2050.

De plus, en raison de la crise énergétique qui a commencé en 2022 et mis en lumière des craintes sur la sécurité d'approvisionnement, tout le secteur du photovoltaïque est en pleine ébullition.

La stratégie photovoltaïque de l'Etat de Fribourg, qui se base en grande partie sur le rapport de la société Nowak Energie & Technologie SA², doit permettre dans ce contexte de :

-
- > Présenter la situation actuelle du photovoltaïque en Suisse et dans le canton de Fribourg

 - > Présenter les champs d'application et les potentiels existants

 - > Préciser les objectifs quantitatifs et qualitatifs de l'Etat de Fribourg

 - > Enoncer les mesures que le Conseil d'Etat entend mettre en oeuvre dans les années à venir pour atteindre les objectifs de développement du solaire PV.

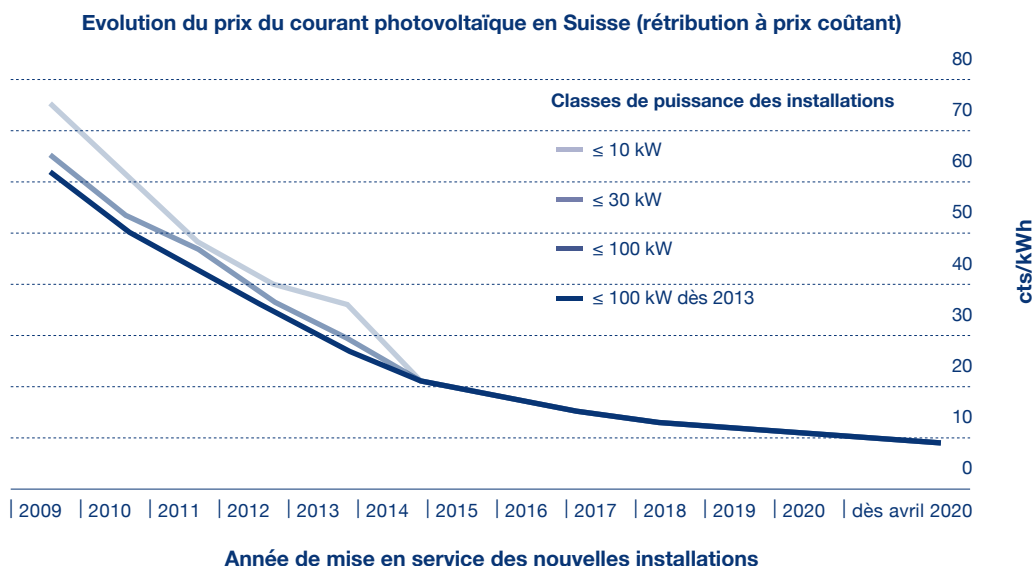
² Document de base pour l'élaboration d'une stratégie photovoltaïque du canton de Fribourg, NET Nowak Energie & Technologie SA, 01.2023

Situation actuelle

Evolution des marchés et technologies

Le marché photovoltaïque se développe de manière très dynamique. Les centrales solaires de grande taille et la multiplication des projets ont permis de réaliser des économies d'échelle dans le secteur photovoltaïque global. Les prix des systèmes photovoltaïques et du courant solaire ont été divisés par un facteur de 4 à 5 au cours des années 2010 (voir figure ci-bas), rendant cette technologie compétitive dans bien des domaines. Aussi, le photovoltaïque est devenu le mode de production d'électricité le meilleur marché dans une grande partie du monde.³ Les capacités installées annuellement ont été multipliées par 10 au cours des années 2010 aux niveaux national et mondial.⁴

Graphique 3.1a: Evolution du prix du courant photovoltaïque à travers les taux de rétribution fixés par la Confédération.⁵



En Suisse, la croissance concerne tous les segments (villas, immeubles résidentiels, bâtiments industriels, commerciaux et agricoles etc.) et la très grande majorité des installations solaires photovoltaïques est réalisée sur les toitures. La production d'électricité solaire en 2022 est estimée à près de 4 TWh pour la Suisse,⁶ ce qui présente 7% de la consommation d'électricité totale (57 TWh⁷). Dans le canton de Fribourg, les installations solaires photovoltaïques couvrent aujourd'hui plus de 10% de la consommation d'électricité (0,2 TWh pour une consommation totale de 1,8 TWh)⁸

³ La compétitivité et les coûts de production dépendent, entre autres, des types de systèmes réalisés, des investissements nécessaires et des ressources disponibles (irradiation solaire, vent, hydrologie, géothermie, biomasse etc.). Sources: International Energy Agency, World Energy Outlook 2022, November 2022; SolarPower Europe, Global Market Outlook for Solar Power 2021-2025, July 2021; Fraunhofer ISE, Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Juni 2021; International Renewable Energy Agency, Renewable Power Generation Costs in 2021, 2022

⁴ International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Program, Trends in Photovoltaic Applications 2020, 2021

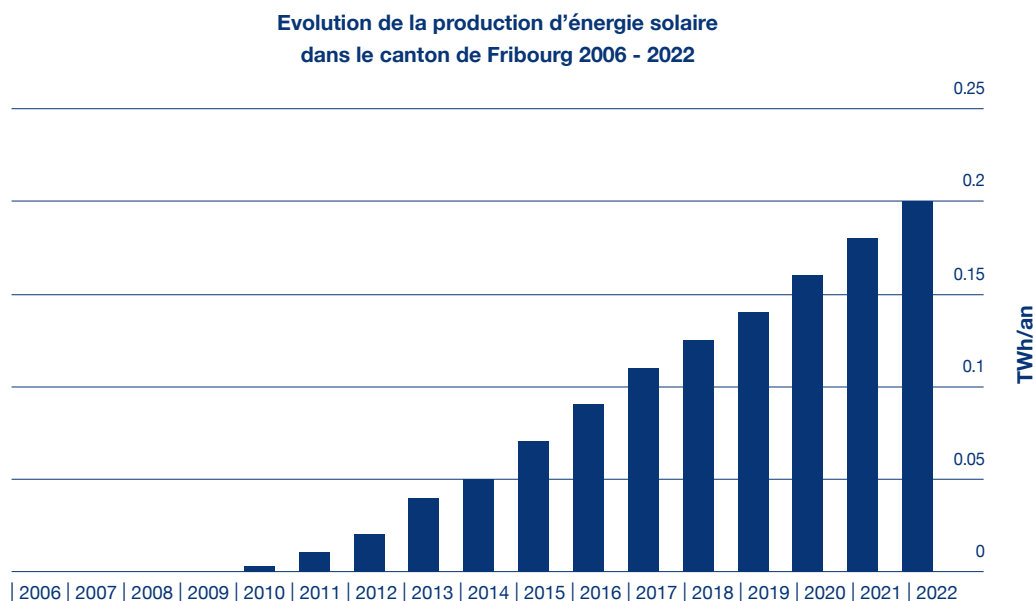
⁵ Les courbes s'arrêtent pour les petites installations (2-10 kW) et les installations de taille moyenne (10-30 kW) en 2013/2014 car la rétribution à prix coûtant du courant injecté a été remplacée par la rétribution unique. Sources des données: Ordonnance fédérale sur l'énergie et Ordonnance fédérale sur l'encouragement de la production d'électricité issue d'énergies renouvelables

⁶ Swissolar, Fiche technique – Photovoltaïque, décembre 2022

⁷ Office fédéral de l'énergie (OFEN)/energeia plus, Bilan électrique de la Suisse, communiqué 9 février 2023

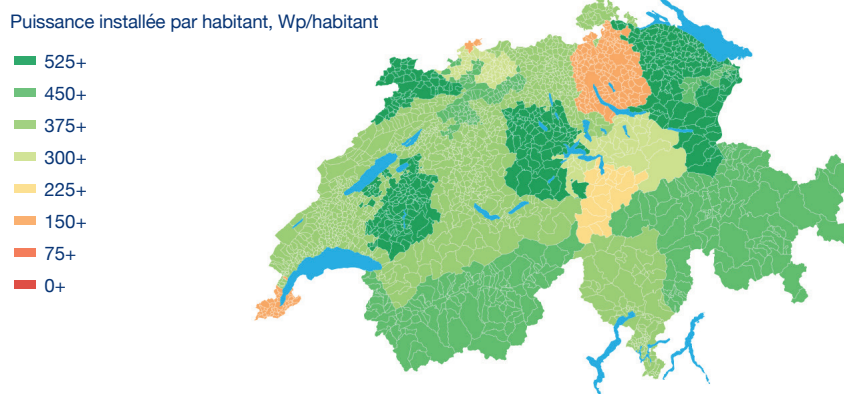
⁸ Estimation basée sur: Service de la statistique (SStat) du canton de Fribourg, Annuaire statistique du canton de Fribourg 2023, 23 décembre 2022; VESE (pvpower.ch), Carte des installations photovoltaïques réalisées (état 1^{er} décembre 2022)

Graphique 3.1b: Evolution de la production d'électricité solaire annuelle dans le canton de Fribourg pour la période 2006 à 2022. Calcul et estimation sur la base du SdE et VESE (pvpower.ch)⁹



Fribourg fait également partie des cantons ayant le plus fort développement d'installations solaire photovoltaïque en Suisse :

Carte 5: Puissance installée (en W) par habitant dans les cantons. Source: VESE (pvpower.ch), état 1^{er} décembre 2022



En outre, le progrès de la technologie photovoltaïque est remarquable à tous les niveaux, des composants aux systèmes avançant des solutions et applications intéressantes. La charge écologique de l'électricité solaire est faible en comparaison à d'autres modes de production électrique.¹⁰ Le rendement moyen d'un module commercial a atteint 20%, augmentant d'environ 0,5%_{abs} d'année en année.¹¹ Une gamme de produits toujours plus variés et performants (modules bifaciaux, colorés, à taille variable, s'intégrant également dans les façades et infrastructures etc.) permet de réaliser des systèmes adaptés aux différentes situations. Ce progrès peut et doit soutenir les développements en cours, en proposant des solutions individuelles s'intégrant au bâti et en contribuant à l'électrification et la décarbonation du système énergétique.

⁹ Calcul et estimation basés sur: Service de l'énergie (SdE) du canton de Fribourg, Rapport 2015-2020 - Stratégie énergétique Etat de Fribourg, septembre 2021; VESE (pvpower.ch), Carte des installations photovoltaïques réalisées (état 1er décembre 2022)

¹⁰ SuisseEnergie, brochures Vive le vent d'hiver, p23 (805.240.F) et Batteries stationnaires dans les bâtiments, p25 (805.091.F)

¹¹ Fraunhofer ISE, Photovoltaics Report, 21 February 2023

Potentiel

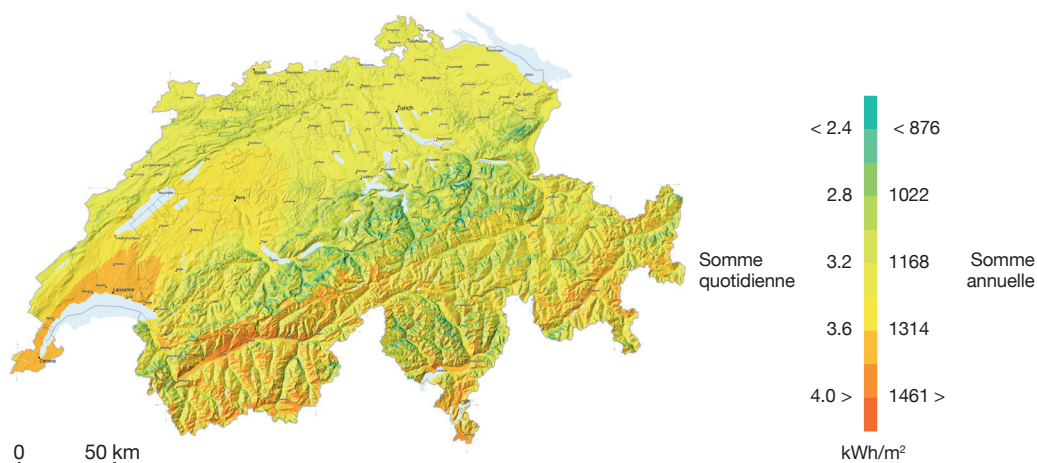
Dans le canton de Fribourg, le photovoltaïque intégré uniquement au bâti représente à lui seul un potentiel de production d'électricité solaire de près de 2 TWh par année.¹² Avec une production d'électricité solaire d'environ 0,2 TWh en 2022, ce potentiel est encore largement sous-exploité dans le canton de Fribourg. Considérant la consommation actuelle d'électricité d'environ 1,8 TWh et son augmentation prévisible d'environ 20% d'ici 2050 en raison de l'électrification en cours dans différents domaines (chauffage, mobilité etc.), le potentiel du photovoltaïque est particulièrement important dans le mix de production, avec l'hydraulique, l'éolien, la biomasse et éventuellement la géothermie profonde à long terme, pour garantir l'approvisionnement électrique du canton.

Le potentiel photovoltaïque intégré au bâti de près de 2 TWh par année se trouve sur les toitures (environ 1,6 TWh par année), les façades (environ 0,3 TWh par année) et les infrastructures. Des installations sur les surfaces libres (souvent dites « installations isolées ») – le PV monté au sol en zone à bâtir, le PV alpin, l'agri-PV et le PV flottant – pourraient représenter un potentiel théoriquement grand. Toutefois, les analyses de potentiel spécifiques à ces domaines sont manquantes pour le canton de Fribourg.

Le canton de Fribourg connaît un niveau d'ensoleillement relativement bon :

Moyenne à long terme de la somme quotidienne/annuelle, période 1994-2018

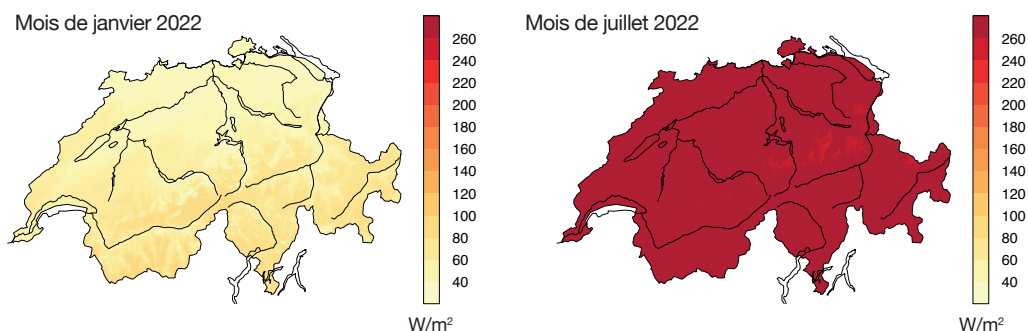
Carte 3.2: Energie solaire irradiée sur une surface horizontale (en kWh par m²) par année. Source: Global Solar Atlas



Il est aussi important de relever une différence très importante entre l'ensoleillement d'été et celui d'hiver, comme le démontre les cartes de MeteoSwiss ci-après.

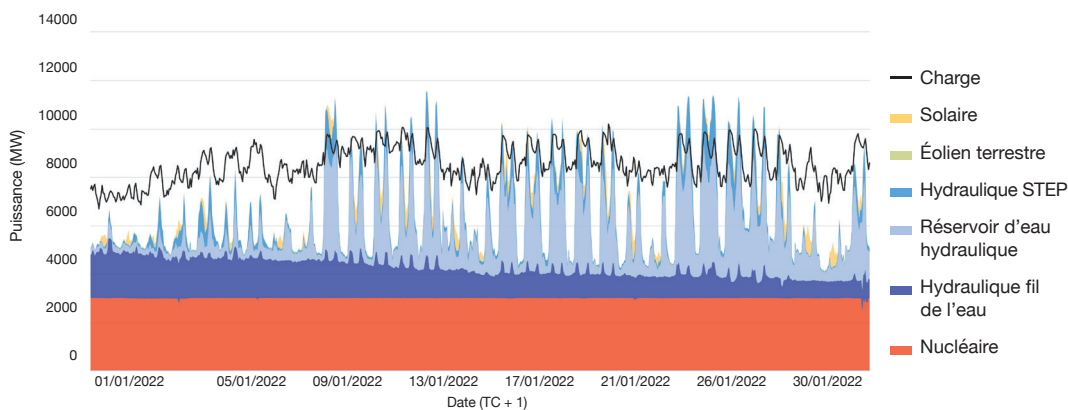
¹² NET Nowak Energie & Technologie SA, Document de base pour l'élaboration d'une stratégie photovoltaïque du canton de Fribourg, 01.2023

Rayonnement solaire global en W/m². Source: Météo-Suisse

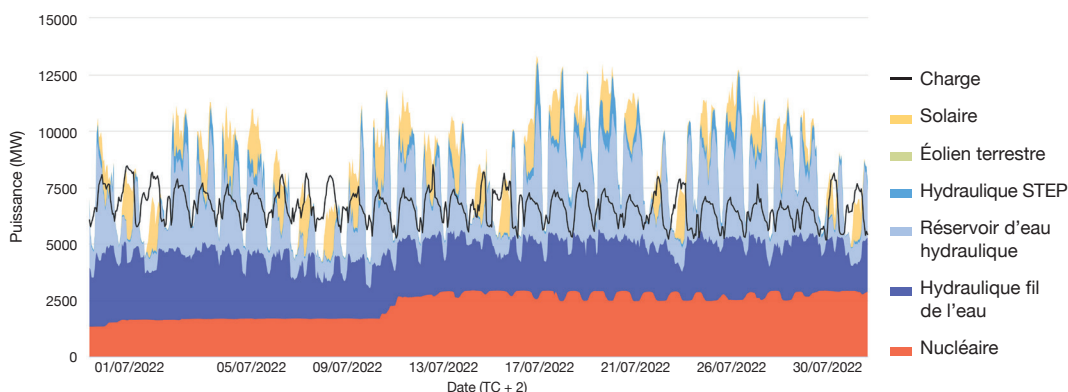


En ce qui concerne la production de courant solaire des systèmes photovoltaïques installés, celle-ci est réalisée à 73% au cours du semestre d'été et à 27% au cours du semestre d'hiver (état 2021).¹³ S'il convient d'exploiter le potentiel en favorisant une production maximale sur les toits disponibles et en misant sur les façades et les infrastructures qui, de par leur nature, ont une inclinaison importante et plus favorable pour la production d'électricité en hiver, il ne faut pas perdre de vue que la Suisse exporte déjà une partie de sa production d'électricité durant le semestre d'été et doit importer entre 0 et 10 TWh durant le semestre d'hiver en fonction de nombreux facteurs tels que la météo, l'hydraulique, l'activité économique, etc. Par conséquent, la sécurité d'approvisionnement en électricité du pays devra prendre en compte un mix de production et de stockage permettant de disposer durant toute l'année de capacités suffisantes, en considérant également la sortie progressive du nucléaire programmée selon la stratégie énergétique 2050 de la Confédération.

Production publique nette d'électricité en Suisse en Janvier 2022. Source: Swiss Energy Charts



Production publique nette d'électricité en Suisse en Juillet 2022. Source: Swiss Energy Charts



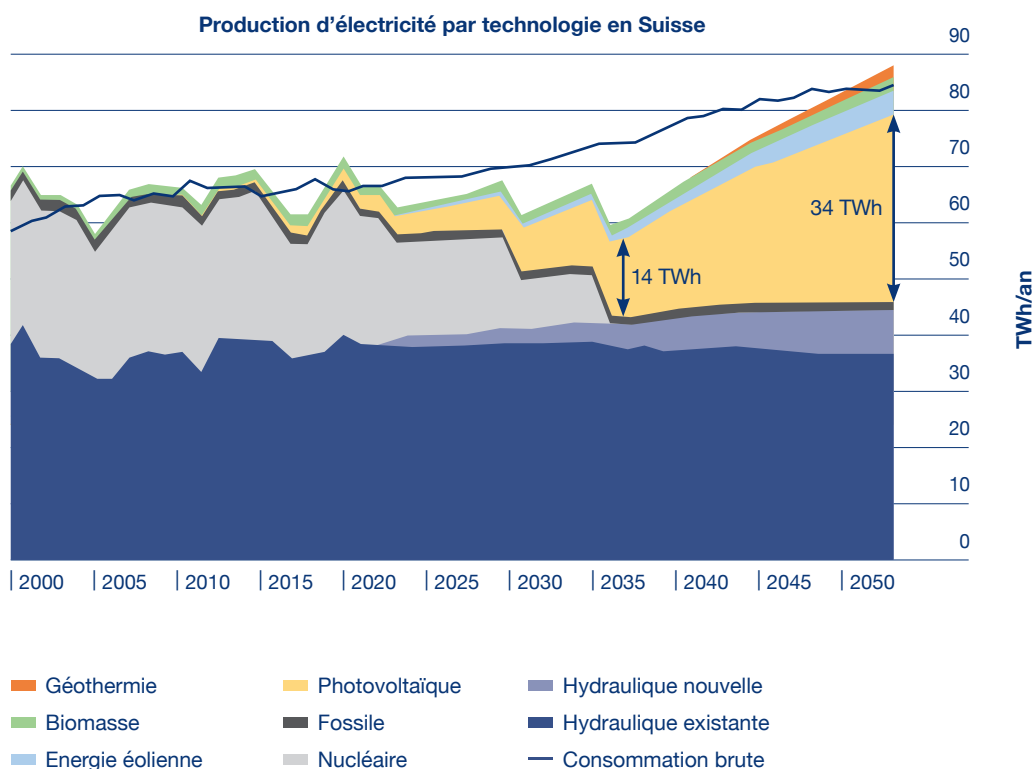
¹³ EnergieSchweiz, «Studie Winterstrom Schweiz» - Was kann die heimische Photovoltaik beitragen?, 25. Januar 2021

Cadre légal et instruments d'encouragement

Le cadre légal est en évolution constante ces dernières années en Suisse.¹⁴ De plus, de nombreuses modifications légales en préparation dans le domaine de l'énergie, de l'électricité et de l'aménagement du territoire devraient encore faciliter, simplifier mais aussi clarifier et mieux orienter le développement du photovoltaïque. Le Conseil fédéral a fixé des valeurs cibles contraignantes pour la production d'électricité annuelle issue d'énergies renouvelables, énergie hydraulique non comprise, pour 2035 et 2050 (17 TWh resp. 39 TWh dont 14 TWh resp. 34 TWh pour la production de courant solaire).

¹⁵Des objectifs encore plus ambitieux pourraient être décidés dans les mois et les années à venir. Le photovoltaïque sera ainsi un élément-clé pour atteindre les objectifs énergétiques et climatiques 2050 de la Confédération. Ces objectifs se reflètent dans les perspectives énergétiques 2050+ de la Confédération. Le graphique ci-bas montre que, au niveau de la production d'électricité annuelle, le photovoltaïque «compense» la part nucléaire à terme.

Graphique 3.3: Evolution de la production d'électricité annuelle par technologie selon les perspectives énergétiques 2050+ de la Confédération.



¹⁴ Dans le cadre de mesures urgentes visant à assurer rapidement l'approvisionnement en électricité en hiver, la loi fédérale sur l'énergie a été modifiée le 30 septembre 2022 en édictant notamment des mesures transitoires pour les grandes installations PV (art. 71a).

¹⁵ Loi fédérale relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables (Modification de la loi sur l'énergie et de la loi sur l'approvisionnement en électricité) (Projet), 18 juin 2021

Les instruments et mesures d'encouragement, promotion et soutien ont évolués ces dernières années en Suisse. La rétribution unique, également en constante évolution, est devenue l'instrument financier principal. L'obligation de reprise et de rétribution ainsi que la consommation propre/le regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP) proposent, à la base, un cadre plus ou moins favorable selon les tarifs de reprise appliqués, le profil énergétique et la complexité d'un projet photovoltaïque individuel ou RCP. Ce train de mesures avec une compétitivité photovoltaïque croissante a été favorable jusqu'à ce jour au déploiement du photovoltaïque en Suisse et dans le canton de Fribourg.

Champs d'application

Le photovoltaïque s'est fortement développé et diversifié ce qui le rend intéressant pour de multiples applications au potentiel et au profil différents. Les différents champs d'application n'étant pas toujours clairement délimités dans la littérature, il a été choisi de distinguer les installations intégrées au bâti (bauwerk integrierte Anlagen) des installations placées sur des surfaces libres (Freiflächenanlagen). Sur cette base, les 6 champs d'application abordés ci-après se classent soit dans la première catégorie (PV intégré aux bâtiments et PV intégré aux infrastructures) soit dans la deuxième catégorie (PV monté au sol en zone à bâtir, Agri-PV, PV Alpin et le PV flottant).

PV intégré aux bâtiments

Le PV intégré aux bâtiments est bien établi en Suisse avec les premiers systèmes déjà réalisés il y a 40 ans. Il comprend les installations véritablement intégrées au bâtiment, remplaçant des parties de l'enveloppe du bâtiment (p.ex. revêtement de façade, couverture de toiture), et les installations ajoutées au bâtiment sans en altérer la structure. Le PV intégré aux bâtiments a connu un déploiement impressionnant ces dernières années. La procédure liée aux installations solaires intégrées aux bâtiments est régie essentiellement dans la Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (art. 18a) et son Ordonnance sur l'aménagement du territoire (art. 32a et 32b) et dans le Règlement d'exécution de la Loi sur l'aménagement du territoire et les constructions du canton de Fribourg (art. 85).

Photos 4.1a-c: Des milliers d'installations photovoltaïques ont été montés sur les toits dans le canton de Fribourg ces dernières années. Sources: NET SA



La plus grande partie des installations solaires est réalisée sur les **toits** des bâtiments, profitant des produits (modules, systèmes de montage etc.) adaptés à tous les types de toitures.

Les **façades** sont également propices à l'utilisation solaire et particulièrement intéressantes en cas de nouvelles constructions et rénovations qui offrent des synergies cruciales. Pourtant, sur les 46'416 systèmes solaires installés en 2020 et 2021 en Suisse, seulement 188 installations en façades (ou avec un angle de 75° à 90°) ont été réalisées, soit à peu près une installation en façade sur un total de 250!¹⁶ Les installations solaires (quasi) verticales proposent un profil de production d'électricité intéressant sur le plan diurne et annuel, i.e. favorisant une répartition de la production tout au long du jour et une part plus élevée de la production hivernale.

Photo 4.1d: Installation photovoltaïque intégrée aux façades à Domdidier (FR).
Source: NET SA



Les installations photovoltaïques sur les **bâtiments protégés et dans les sites protégés** doivent remplir des exigences d'intégration accrues, selon le degré de protection et la situation, tenant compte de l'intégration, de la géométrie du toit, de ses proportions, de son orientation et de sa matérialité.¹⁷ La gamme de produits et de solutions est devenue large pour concilier ces différents aspects.

Photos 4.1e+f: Modules adaptés pour une meilleure intégration visuelle dans les bâtiments, exemples à Ecuwillens (FR) et Jetschwil (FR). Source: BFE-Magazin energieaplus et NET SA



¹⁶ Office fédéral de l'énergie (OFEN), Statistiques de l'énergie solaire, Année de référence 2020, 13 juillet 2021 ; Office fédéral de l'énergie, Statistiques de l'énergie solaire, Année de référence 2021, 14 juillet 2022

¹⁷ Etat de Fribourg, Directive concernant l'intégration architecturale des installations solaires thermiques et photovoltaïques, Octobre 2015

Les coûts d'installation sont compétitifs notamment grâce aux instruments d'encouragement disponibles au niveau national. Les techniques sont bien développées et des solutions sont proposées pour répondre aux diverses exigences esthétiques et environnementales (p.ex. architecture, toit plat végétalisé). Le photovoltaïque est plutôt bien accepté par la société. Le potentiel de production d'électricité solaire dans le canton de Fribourg est estimé à 1,6 TWh par an (pour les toits) respectivement à 0,3 TWh par an (pour les façades). Seule une petite partie des surfaces aptes est aujourd'hui utilisée pour la production d'électricité solaire (actuellement 0,2 TWh par an).

PV intégré aux infrastructures

Le PV intégré aux infrastructures n'est pas un phénomène nouveau en Suisse. De nombreuses catégories d'infrastructures (parkings, murs anti-bruit, auvents et galerie de route, toits/marquises de quai, murs de barrage, stations d'épuration des eaux usées, paravalanches et des surfaces comme les talus le long des routes etc.), présentent des surfaces considérables dont seulement une petite partie s'avère économiquement pertinente dans les conditions-cadres actuelles. Il convient donc d'identifier et d'exploiter ce potentiel dont le plus grand volume devrait correspondre aux aires de stationnement sur le territoire fribourgeois. Bien intégrées aux infrastructures, les installations présentent les mêmes avantages que le PV intégré aux bâtiments (aspects écologiques/ environnementaux, acceptabilité sociale). Il n'y a pas d'étude spécifique réalisée dans le canton de Fribourg mais le potentiel peut néanmoins être estimé à approximativement 0,05 – 0,1 TWh sur la base d'autres analyses!¹⁸ En ce qui concerne les installations solaires hors zone à bâtir, l'Ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (art. 32c) précise qu'elles doivent former une unité visuelle avec des constructions ou des installations dont l'existence légale à long terme est vraisemblable.

Photo 4.2a: Parking solaire au centre commercial à Aigle (VD) avec une production de 1,8 GWh/an. Source: Romande Energie



¹⁸ EnergieSchweiz, Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen, 23. Juli 2021 ; Interface, Konzept für einen stärkeren Zubau von grossen Solarstromanlagen auf Dachflächen und Infrastrukturanlagen im Kanton Thurgau, November 2021

Photos 4.2b+c: Plusieurs stations d'épuration sont dotées d'un toit solaire pliable comme la STEP à Esslingen (ZH). Dans le canton de Fribourg, une marquise est équipée d'une installation solaire à la gare de Pensier. Sources: dhp et Climkit



PV monté au sol en zone à bâtir

Le PV monté au sol en zone à bâtir représente les installations PV montées au sol¹⁹ sur des terrains non valorisés ou non valorisables. Le nombre de grandes installations photovoltaïques montées au sol est actuellement limité en Suisse. Le PV monté au sol présente pourtant le champ d'application le plus important dans de nombreux pays. Les projets réalisés en Suisse se trouvent principalement dans les aires d'activités industrielles et commerciales faisant partie des zones à bâtir.

Une généralisation des installations « sur les champs » suscite des réserves à plusieurs titres. Il n'y a que peu d'expérience et d'études en Suisse en la matière (à quelques exceptions près comme le parc solaire du Mont Soleil). Quelques tendances peuvent toutefois être esquissées. L'acceptabilité sociale dépend(ra) surtout de l'impact paysager et de la pertinence de ces installations au vu du potentiel disponible sur le bâti. Les coûts d'installation sont en principe compétitifs. Les milieux écologiques particulièrement sensibles (sites marécageux, réserves, biotopes etc.) peuvent être exclus d'office sans réduire considérablement le potentiel théoriquement élevé. Le potentiel du PV monté au sol dépendra essentiellement des choix politiques et des conditions-cadres à définir. Il n'y a pas de concept territorial solaire dans le canton de Fribourg qui aurait identifié les secteurs les plus propices pour le PV monté au sol. Théoriquement, des parcs solaires pourraient être définis dans des zones spéciales. La position adoptée par la Confédération concernant les (grandes) installations photovoltaïques isolées du 3 juillet 2012 explique que ces installations sont impérativement réglementées dans des plans d'affectation et devraient, dans les cas exceptionnels où elles sont envisagées, être traitées dans le plan directeur cantonal. Cette position est actuellement en discussion au niveau fédéral, au même titre que les installations alpines et agricoles.

Photo 4.3: Centrale solaire montée au sol de 6 MW à Payerne (VD), mise en service en septembre 2015.
Source: NET SA



¹⁹ Une définition de ce que l'on entend par installations montées au sol sera apportée dans le cadre d'un groupe de travail réunissant les services de l'Etat concernés.

Agri-PV

L'agri-PV est – normalement – un système étagé qui combine l'exploitation agricole et l'infrastructure photovoltaïque. L'agri-PV est un secteur en pleine expansion depuis quelques années dans de nombreux pays. En Suisse, seules quelques installations agri-PV existent, servant à des fins expérimentales et de recherche. Le potentiel de l'agri-PV n'a pas encore été analysé de manière détaillée pour le canton de Fribourg. Le potentiel proportionnellement estimé pour le canton de Fribourg sur la base d'une étude suisse²⁰ soutenue par l'Office fédéral de l'agriculture se monte à 0,02 – 0,03 TWh/an sur les cultures pérennes, 3,4 TWh/an sur les grandes cultures et de 0,5 TWh/an sur les prairies permanentes. La base légale se trouve dans l'Ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (art. 32c) et précise que l'agri-PV doit, dans une partie du territoire peu sensible, présenter des avantages pour la production agricole. Sur les surfaces agricoles, l'agri-PV doit conduire à un rendement en nature plus élevé dans la production végétale. Des projets utiles à des fins de recherche et d'expérimentation sont possibles. Au niveau fédéral, des débats politiques sont en cours concernant l'assouplissement des critères d'admissibilité et les paiements directs à accorder également dans le contexte d'une exploitation agricole combinée avec la production de courant.

Photos 4.4a+b: Projet agri-PV d'expérimentation en Allemagne (à gauche) et projet pilote agri-PV à Conthey en Valais (à droite). Sources: Fraunhofer ISE et Agroscope



²⁰ Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Machbarkeitsstudie Agri-Photovoltaik in der Schweizer Landwirtschaft, September 2022; Service de la statistique (SStat) du canton de Fribourg, Annuaire statistique du canton de Fribourg 2023, 23 décembre 2022 – pour les données sur les surfaces agricoles brutes

PV alpin

Le PV alpin a refait surface en particulier dans le contexte des mesures pour assurer l’approvisionnement en électricité pendant l’hiver. Il s’agit essentiellement de PV monté au sol situé dans les Alpes à une altitude de 1’500 à 2’500m. Quelques installations de taille modeste existent en Suisse, certaines déjà depuis 30 ans. Le PV alpin devrait coûter à peu près trois fois plus cher que le PV intégré aux grands bâtiments – un désavantage en partie compensé par le profil caractéristique d’une production annuelle et hivernale bien au-dessus de la moyenne suisse. La Confédération a, tout récemment, introduit une rétribution unique spécifique dite « alpine », pour une durée limitée, allant jusqu’à 60% des coûts d’investissement ainsi qu’un bonus « altitude \geq 1’500 m » pour les installations hors zones à bâtir et hors bâtiments. L’impact écologique et environnemental doit encore être analysé pour le contexte alpin. L’impact paysager est considérable ce qui devrait se répercuter sur l’acceptabilité sociale. Le potentiel du PV alpin dépend fortement des sites géographiques et de l’infrastructure de raccordement au réseau électrique. Selon une étude toujours en cours et menée par l’Association des entreprises électriques suisses, le potentiel principal se situe dans les cantons du Valais et des Grisons.²¹ À ce jour, il n’existe aucune étude spécifique sur le sujet et aucun site potentiel n’a été confirmé dans le canton de Fribourg. La Loi fédérale sur l’énergie modifiée le 30 septembre 2022 (art. 71) définit les mesures urgentes visant à assurer rapidement l’approvisionnement en électricité pendant l’hiver y compris les grandes installations solaires (alpines).

Photo 4.5: Installation photovoltaïque de 97,78 kW à Caischavedra (GR) mise en service en mai 1993, avec une production d’électricité en hiver particulièrement intéressante. Source: NET SA

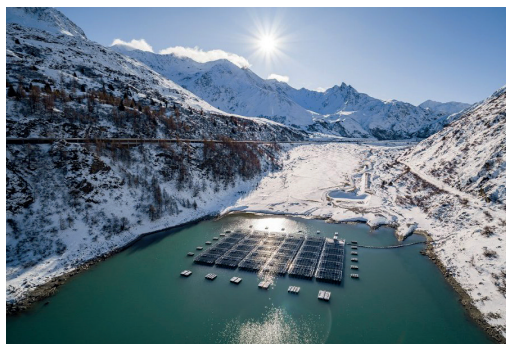


²¹ Association des entreprises électriques suisses, <https://www.strom.ch/fr/avenir-energetique-2050/photovoltaique-alpin-et-energie-eolienne-pour-un-approvisionnement-hivernal>, état 26 février 2023

PV flottant

Le PV flottant connaît un essor certain, en particulier en Asie avec de très grandes installations relativement compétitives. En Suisse, seules quelques installations pilotes existent et leurs coûts d'installation sont encore relativement élevés compte tenu des exigences techniques et du caractère expérimental. Les installations PV flottantes peuvent avoir un impact positif ou négatif aux niveaux écologique et environnemental.²² En Suisse, dans le cadre légal actuel, le PV flottant ne peut être envisagé que sur les lacs artificiels. Il n'y a pas d'étude spécifique pour le potentiel dans le canton de Fribourg. Une étude suisse²³ a analysé le potentiel des lacs artificiels de manière approximative. Les lacs artificiels fribourgeois couvrant une surface d'environ 15 km² mais à une altitude relativement basse ne présentent pas d'avantage au niveau du rendement solaire en comparaison avec les surfaces bâties. La base légale se trouve dans l'Ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (art. 32c).







Photos 4.6a+b: Installation photovoltaïque flottante sur le lac artificiel des Toules (VS) avec une puissance de 448 kW (à gauche) - si le projet s'avère concluant, l'installation sera agrandie d'un facteur 30. La plus grande installation photovoltaïque flottante (24 MW) en Europe centrale se trouve à Grafenwörth en Autriche (à droite) - elle a été mise en service en février 2023. Sources: Romande Energie et ECOwind



²² Bundesamt für Energie BFE, Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt, 12. November 2021

²³ EnergieSchweiz, Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen, 23. Juli 2021

Résumé et matrice décisionnelle concernant les champs d'application

Champs d'application	Potentiel estimé en TWh/an	Rentabilité économique	Complexité technique	Acceptabilité sociale	Complexité juridique	Impact écologique	Impact sur le paysage	Concurrence d'utilisation	Priorité
 PV intégré aux bâtiments	1,6 (toits) 0,3 (façades)								1
 PV intégré aux infrastructures	0,05 – 0,1**								1
 PV monté au sol en zone à bâtir	*/**								2
 Agri-PV	0,02 – 0,03 */**								3
 PV alpin	*/**								3
 PV flottant	*/**								3

* Potentiel théoriquement grand mais faible en raison des conditions cadres actuelles.

** Analyses spécifiques manquantes quant au potentiel dans le canton de Fribourg.

Evaluation des aspects	(plutôt) positive/ favorable	moyenne	(plutôt) négative/ défavorable
------------------------	---------------------------------	---------	-----------------------------------

Priorités concernant les champs d'application:

- 1 = priorité haute (définir et mettre en œuvre les mesures qui favorisent le déploiement du photovoltaïque)
- 2 = priorité moyenne (définir les mesures qui clarifient le potentiel d'application et soutient des projets d'expérimentation)
- 3 = priorité basse (suivre attentivement l'évolution et évaluer le potentiel)

Le présent tableau fait clairement ressortir les champs d'application les plus favorables au développement du solaire photovoltaïque dans le canton de Fribourg.









Objectifs

Dans le contexte de sa politique énergétique et climatique, le Conseil d'Etat souhaite optimiser et renforcer sa stratégie photovoltaïque.

Les objectifs quantitatifs sont fixés proportionnellement aux objectifs fédéraux, c'est-à-dire que les **valeurs cibles pour le canton de Fribourg se montent à 0,6 TWh pour 2035 et à 1,3 TWh pour 2050** de production d'électricité solaire annuelle.

Tableau 5: Comparatifs des valeurs suisses et cantonales établies sur la base des données publiées par l'OFEN, SStat, Swissolar et VESE (pvpower.ch) et une estimation provisoire pour la production d'électricité solaire en 2022.²⁴

Tableau comparatif des valeurs suisses et cantonales

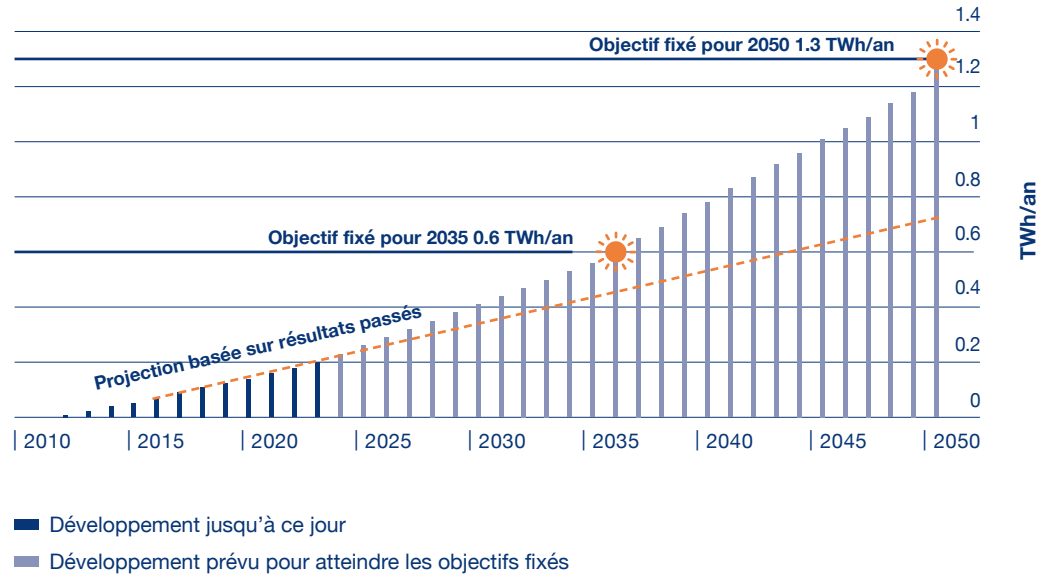
			
	Consommation électrique	2022	1,8 TWh
		57 TWh	
	Part d'électricité solaire	2022	11%
		 7%	
	Production d'électricité solaire	2022	0,2 TWh
		3,9 TWh	
	Objectifs	2035	0,6 TWh
		2050	1,3 TWh
		14 TWh	
		35 TWh	

Les projections basées sur l'évolution de la puissance installée photovoltaïque jusqu'à ce jour (voir le graphique suivant) indiquent que même pour un canton qui a une puissance installée en-dessus de la moyenne suisse, des efforts considérables sont nécessaires pour atteindre les objectifs en termes de production d'électricité solaire. Concrètement, la production d'électricité solaire annuelle doit être triplée d'ici 2035 et augmentée d'un facteur de 6,5 d'ici 2050.

²⁴ Office fédéral de l'énergie (OFEN)/energeia plus, Bilan électrique de la Suisse, communiqué 9 février 2023; Service de la statistique (SStat) du canton de Fribourg, Annuaire statistique du canton de Fribourg 2023, 23 décembre 2022; Swissolar, Fiche technique – Photovoltaïque, décembre 2022; VESE (pvpower.ch), Carte des installations photovoltaïques réalisées (état 1^{er} décembre 2022)

Développement passé et projections de la production d'électricité solaire dans le canton de Fribourg

Graphique 5: Développement de la production d'électricité solaire dans le canton de Fribourg estimée (sur la base du Rapport 2015-2020 - Stratégie énergétique Etat de Fribourg) et prévue pour atteindre les objectifs fixés.



Mesures

En considérant la production PV à atteindre d'ici à 2035 (0.6TWh/an) et 2050 (1.3TWh/an) et les forces et faiblesses des champs d'application décrits ci-avant, le Conseil d'Etat a décidé de mettre la priorité sur le PV intégré aux bâtiments et le PV intégré aux infrastructures et le PV monté au sol. Cela étant, il a défini un ensemble de mesures clairement identifiées et pertinentes à mettre en œuvre dans les années qui viennent, en cohérence avec les objectifs du Plan Climat cantonal. Il reste par contre flexible pour adapter en tout temps sa stratégie en fonction du développement particulièrement dynamique du domaine photovoltaïque.

Les mesures sont définies pour cinq champs d'action (mesures thématiques) :

-
- > M1 Exemplarité de la collectivité publique

 - > M2 Communication et formation

 - > M3 Mesures juridiques au niveau des dispositions légales

 - > M4 Mesures de soutien financier

 - > M5 Mesures de soutien au développement technologique

Chaque mesure est décrite par une ou des actions, une période de mise en œuvre, un responsable de la mise en œuvre et les ressources nécessaires. La responsabilité de la mise en œuvre incombe exclusivement aux Directions cantonales ou à quelques acteurs spécialisés.

Incidence en personnel et financière:

La mise en œuvre des mesures susmentionnées et détaillées ci-après nécessitent environ 2 équivalent plein temps sur une période de 2ans.

Au niveau financier, hors investissements qui devront être déterminés en fonction de projets concrets, ces mesures représentent un engagement d'un peu plus d'1 million de francs.

Les moyens utilisés in fine pour la mise en œuvre de la stratégie photovoltaïque dépendront du cadre financier donné par le Conseil d'État lors des procédures budgétaires à venir, ainsi que des priorités décidées au sein de la stratégie énergétique du canton.

Exemplarité de la collectivité publique



Mesure thématique M1 Exemplarité de la collectivité publique	Période de mise en œuvre	Responsabilité*	Ressources en personnel**	Ressources financières
M1.1 Directive solaire interne Adopter une directive promouvant l'utilisation de toutes les surfaces aptes - soit celles dont la couverture par une installations PV ne portant pas une atteinte majeure à un bâtiment ou à un site protégé - sur les bâtiments et infrastructures appartenant au canton pour la production d'électricité solaire lors de projets de nouvelles constructions et de rénovation	2023 - 2024	DIME (DEEF)	0,2 (6 mois)	10'000 CHF
M1.2 Portefeuille PV 2030 Analyser le parc immobilier de l'Etat de Fribourg en vue d'identifier les bâtiments qui peuvent être équipés d'une installation photovoltaïque d'ici 2030	2023 - 2024	DIME (DEEF)	0,1 (2 ans)	40'000 CHF
M1.3 Analyse PV intégré aux infrastructures Analyser le potentiel photovoltaïque sur les infrastructures cantonales ainsi que les modèles d'affaires possibles	2023 - 2024	DIME (DEEF)	0,1 (2 ans)	40'000 CHF
M1.4 Projets PV Réaliser des projets photovoltaïques montrant la diversité des options photovoltaïques intégrées dans le bâtiment (toit et façades) et dans les infrastructures et, idéalement, le savoir-faire du secteur photovoltaïque fribourgeois	continu	DIME (DEEF)	0,1 (2 ans)	Budget à déterminer selon projets
M1.5 PV dans les communes Accompagner les communes dans leurs démarches en faveur des projets photovoltaïques communaux (aide à la mise en œuvre)	2024 -	DEEF (DIME-ACF)	0,1 (2 ans)	10'000 CHF

L'État et les communes tiendront compte de la législation sur les marchés publics, tant pour la pose que pour l'exploitation de panneaux solaires photovoltaïques.

* Incidence en personnel pour l'Etat (EPT) (pour la période de mise en œuvre précisée)

** Les ressources sont précisées en équivalent plein temps (EPT). La durée nécessaire liée à la ressource est précisée entre parenthèses.

Mesures de communication et de formation



Mesure thématique M2 Communication et formation	Période de mise en œuvre	Responsabi- lité*	Ressources en personnel**	Ressources financières
M2.1 Campagne d'information grand public Soutenir la communication grand public sous forme de séance d'information « clés en main » qui s'adressent aux propriétaires et investisseurs intéressés apportent des informations par rapport aux options relatives à la réalisation d'un projet photovoltaïque de manière facilement accessible et indépendante ²⁵	dès 2023	DEEF	0,1 (2 ans)	50'000 CHF
M2.2 Rencontre solaire annuelle Organiser des rencontres et échanges d'expériences thématiques (p.ex. sous forme d'Assises ou Journées Fribourgeoises du Solaire) impliquant les acteurs du secteur et abordant des sujets d'actualité, facilitant ainsi le partage d'expérience, l'acquisition de compétences et la mise en réseaux des groupes d'acteurs régionaux ²⁶	dès 2023	DEEF	< 0,1 (5 ans)	50'000 CHF
M2.3 Formation Soutenir les activités - censées être complémentaires aux activités et cours proposés au niveau national et par la branche solaire - en matière de formation aux niveaux des cours de formation intégrant le photovoltaïque et des participant-e-s afin que les compétences nécessaires soient disponibles – aux niveaux quantitatif et qualitatif	continu	DEEF	< 0,1 (5 ans)	50'000 CHF

* Incidence en personnel pour l'Etat (EPT) (pour la période de mise en œuvre précisée)

** Les ressources sont précisées en équivalent plein temps (EPT). La durée nécessaire liée à la ressource est précisée entre parenthèses.

²⁵ Subsidièrement aux supports d'information et de communication disponibles (p.ex. les publications de SuisseEnergie, Swissolar, Association Cité de l'énergie), le canton de Fribourg peut (faire) développer des supports thématiques spécifiques qui s'adressent aux publics cibles y relatifs. Si les applications PV sur les surfaces libres devaient gagner en importance, les aspects communicatifs et participatifs deviendraient également importants.

²⁶ Les thèmes d'actualité sont nombreux et vont évoluer rapidement au vu du développement dynamique du photovoltaïque. Des thématiques soulevées par les groupes d'acteurs sont p.ex. le regroupement pour la consommation propre, l'intégration du photovoltaïque dans les façades, le patrimoine protégé lors des rénovations, la densification et la solarisation des bâtiments et des infrastructures, le stockage, l'électromobilité et la gestion dynamique, le financement participatif etc. Ces échanges servent également à bien communiquer la stratégie PV du canton de Fribourg aux publics cibles du secteur.

Mesures juridiques au niveau des dispositions légales



Mesure thématique M3 Mesures juridiques au niveau des dispositions légales	Période de mise en œuvre	Respon- sabilité*	Ressources en person- nel**	Ressources financières
M3.1 Directive solaire et procédure facilitée Mettre à jour la directive solaire en y intégrant les différents volets et les bons et mauvais exemples (éventuellement des « notices » pour des thématiques spécifiques) tenant compte des adaptations et modifications légales et réglementaires au niveau fédéral ainsi que des bâtiments et sites protégés. Etendre la procédure d'annonce aux cas non-problématiques, pour faciliter la procédure et réduire la charge administrative pour les propriétaires et pour l'administration	dès 2023	DIME (DEEF)	0,2 (2 ans)	150'000 CHF
M3.2 PV monté au sol Création d'un groupe de travail pour définir les conditions cadres pour la réalisation d'installations montées au sol	2024-2026	DEEF (DIME- DIAF)	< 0,1 (2 ans)	20'000 CHF
M3.3 Production propre d'électricité (« obligation solaire ») Analyser et adapter l' « obligation solaire » – ancrée dans le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) et plus spécifiquement dans le Règlement sur l'énergie (art. 25) du canton de Fribourg sous la désignation de « production propre d'électricité » – pour les bâtiments et infrastructures propices, c.-à-d. : a) Renforcer la production propre d'électricité pour les nouvelles constructions afin de favoriser et d'augmenter la production d'électricité, en augmentant la puissance minimale demandée par m ² de surface de référence énergétique et en supprimant la puissance maximale de l'installation b) Définir une « obligation solaire » pour les aires de stationnement à partir d'un certain nombre de places c) Etendre l' « obligation solaire » sur les bâtiments existants notamment dans le contexte d'assainissement de l'enveloppe du bâtiment	2024-2026 (à concerter avec les travaux en cours dans le cadre du MoPEC)	DEEF	< 0,1 (2 ans)	20'000 CHF
M3.4 Planification énergétique Adapter la partie solaire du plan sectoriel de l'énergie et préciser les exigences pour les planifications énergétiques communales	2024-2026	DEEF (DIME)	< 0,1 (2 ans)	10'000 CHF

* Incidence en personnel pour l'Etat (EPT) (pour la période de mise en œuvre précisée)

** Les ressources sont précisées en équivalent plein temps (EPT). La durée nécessaire liée à la ressource est précisée entre parenthèses.

Mesures de soutien financier



Mesure thématique M4 Mesures de soutien financier	Période de mise en œuvre	Responsabilité*	Ressources en personnel**	Ressources financières
M4.1 Bonus rénovation + PV Encourager la réalisation simultanée des projets de rénovation de l'enveloppe du bâtiment et des installations photovoltaïques moyennant un bonus ²⁷	2024-2030	DEEF	0,2 (2 ans)	400'000 CHF
M4.2 Soutien façade + PV Soutenir les projets façades photovoltaïques afin de lancer le déploiement du photovoltaïque intégré sur les façades dans le canton de Fribourg ²⁸	2024-2027	DEEF	0,1 (2 ans)	200'000 CHF
M4.3 Fiscalité Etudier la possibilité d'adapter le cadre fiscal pour rendre les investissements dans les installations PV plus attrayants tout en clarifiant les éléments concernant en premier lieu l'imposition nette, le seuil de production/gain exempt d'impôt ainsi que la déductibilité des investissements photovoltaïques pour les nouvelles constructions	dès 2024	DFIN(DEEF)	0,1 (6 mois)	5'000 CHF

* Incidence en personnel pour l'Etat (EPT) (pour la période de mise en œuvre précisée)

** Les ressources sont précisées en équivalent plein temps (EPT). La durée nécessaire liée à la ressource est précisée entre parenthèses.

²⁷ Cette mesure peut être combinée avec le Programme Bâtiments et introduite avec ou sans « obligation solaire » afin de promouvoir l'intégration du photovoltaïque aux niveaux quantitatif (en utilisant un maximum des surfaces aptes) et qualitatif dans l'enveloppe. Ce soutien peut être octroyé moyennant un bonus par m² de surface assainie (toiture et façade) avec du photovoltaïque intégré. Ce bonus peut être majoré sous condition d'une intégration complète recouvrant toute la surface apte (et ainsi contre le gaspillage des surfaces aptes pour le solaire).

²⁸ Actuellement, ce potentiel sur les façades reste largement sous-exploité (voir chapitre 4.1). Les installations solaires (quasi) verticales proposent un profil de production d'électricité intéressant sur le plan diurne et annuel, c.-à.-d. une répartition de la production tout au long du jour et une part élevée de la production dite « hivernale ». Le bonus d'angle versé par Pronovo ne couvre pas forcément les coûts supplémentaires. Ces projets ont souvent besoin d'un temps de maturation plus important entre autres à cause des exigences élevées en matière de coordination et du manque d'expérience. Pour promouvoir le développement des projets d'installations sur façades, un soutien cantonal temporaire ou pour un nombre de projets prédéfini est recommandable. Il dépend de la puissance ou de la surface d'une installation. Les propriétaires sont ainsi encouragés à investir dans des installations sur façade. En outre, une telle mesure permettrait de normaliser ce type de projet dans le parc immobilier fribourgeois. Les installateurs pourraient finalement bénéficier d'une augmentation des projets de façades solaires et compléter leur offre, renforçant l'économie régionale



Mesures de soutien au développement technologique

Mesure thématique M5 Mesures de soutien au développement technologique	Période de mise en œuvre	Responsabi- lité*	Ressources en personnel**	Ressources financières
M5.1 Etudes et recherches prospectives Soutenir des recherches et études prospectives afin de consolider les bases et connaissances pour les différents champs d'application photovoltaïque	continu	DEEF (DIME)	< 0,1 (5 ans)	50'000 CHF
M5.2 Projets pilotes et d'innovation Soutenir des projets pilotes, d'innovation et de démonstration, de nouvelles solutions et approches, permettent ainsi aux acteurs régionaux d'acquérir une expertise et un savoir-faire qui, eux, favorisent le développement photovoltaïque et renforcent le tissu économique au niveau régional. Par exemple, 4 à 5 projets pilotes d'installations PV montées au sol pourraient être réalisés rapidement (se référer également à la mesure M3.2)	continu	DEEF (DIME)	0,1 (4 ans)	Budget à déterminer selon projets

* Incidence en personnel pour l'Etat (EPT) (pour la période de mise en œuvre précisée)

** Les ressources sont précisées en équivalent plein temps (EPT). La durée nécessaire liée à la ressource est précisée entre parenthèses.

Abréviations

ACF	Association des Communes Fribourgeoises
DEEF	Direction de l'économie, de l'emploi et de la formation professionnelle
DFAC	Direction de la formation et des affaires culturelles
DFIN	Direction des finances
DIAF	Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts
DIME	Direction du développement territorial, des infrastructures, de la mobilité et de l'environnement
kW	kilowatt
m²	mètre carré
OFEN	Office fédéral de l'énergie
PV	Photovoltaïque
RCP	Regroupement dans le cadre de la consommation propre
SdE	Service de l'énergie (du canton de Fribourg)
SStat	Service de la statistique (du canton de Fribourg)
TWh	Térawatt-heure
VESE	Verband unabhängiger Energieerzeuger (Association des producteurs d'énergie indépendants)
W	Watt

Avec le soutien de:

