



Rapport du 21 août 2019

Electricité hivernale photovoltaïque

Documentation des profils de production des communes suisses



Basler & Hofmann

Date : 21 août 2019

Lieu : Zurich

Mandant :

Office fédéral de l'énergie OFEN
CH-3003 Berne
www.ofen.admin.ch

Mandataires :

Basler & Hofmann SA
Forchstrasse 395, CH-8032 Zurich
www.baslerhofmann.ch

Auteurs :

Dr Christof Bucher, Basler & Hofmann SA, christof.bucher@baslerhofmann.ch
Roman Schwarz, Basler & Hofmann SA, roman.schwarz@baslerhofmann.ch

Responsable de domaine de l'OFEN : Wieland Hintz, wieland.hintz@bfe.admin.ch
Martin Hertach, martin.hertach@bfe.admin.ch
Beat Goldstein, beat.goldstein@bfe.admin.ch

Numéro du contrat de l'OFEN : SH/8100038-01-01-31

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

Remarque pour la version française:

Les dénominations des fichiers et dossiers informatiques des profils de production mis à disposition sont des abréviations de termes allemands (cf. version allemande du document). Les abréviations ne sont pas traduites dans le présent document, seules leur signification sont explicitées.

Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. +41 58 462 56 11 · fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.ofen.admin.ch

Sommaire

Liste des abréviations.....	5
1 Introduction	6
2 Modèle de données	6
2.1 Scénarios	6
2.2 Structure.....	7
2.3 Gestion de jour et heure	7
2.4 Installations de référence	8
2.5 Noms des fichiers CSV	9
2.6 Structure des données des fichiers CSV Output_Scenario	9
2.7 Contenu des fichiers CSV Output_Commune	10

Liste des abréviations

AWS	Scénario « Incitation PV hivernal » (<i>allemand: Anreiz Winterstrom</i>)
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFS	Office fédéral de la statistique
FA	Catégorie « installations PV sur châssis posés sur des toits terrasses » (<i>allemand: Flachdach aufgeständert</i>)
GP	Portefeuille immobilier « potentiel total » (<i>allemand: Gesamtpotenzial</i>)
kWh	Kilowatt heures
MWP	Scénario « Potentiel PV hivernal maximum »
PV	Photovoltaïque
TWh	Térawatt heures
ZWB	Scénario « Expansion PV comme avant » (<i>allemand: Zubau wie bisher</i>)

1 Introduction

Ce document décrit les données exportées de l'étude « Etude Électricité hivernale Suisse - Quelle peut être la contribution du photovoltaïque indigène ? (2019) ». Cette étude s'appuie sur trois scénarios pour examiner la part du photovoltaïque (PV) dans l'approvisionnement en électricité de la Suisse en hiver. Les trois scénarios se basent chacun sur une production d'énergie solaire de 30 TWh, mais avec des hypothèses différentes concernant les systèmes PV réalisés. Le scénario « Expansion PV comme avant (ZWB) » suppose que les 30 TWh seront fournis avec un parc d'installations photovoltaïques construites sur des surfaces similaires à celles déjà utilisées aujourd'hui. Le deuxième scénario « Potentiel PV hivernal maximum (MWP) » se base sur les zones où la part d'électricité hivernale est la plus élevée. Le troisième scénario « Incitations PV hivernal (AWS) » part du principe que des zones similaires à celles d'aujourd'hui sont utilisées, mais que la proportion des zones optimisées pour l'hiver est plus importante.

Dans cette étude sur l'électricité hivernale, des profils de production d'installations PV pour les années 2004 à 2018 sont générés pour toutes les communes de Suisse. Il existe un ensemble de profils de production pour chacun des trois scénarios. En outre, le profil de production du potentiel PV total est représenté pour chaque commune, ainsi que le profil de production de tous les toits terrasses dans l'hypothèse de la construction d'installations PV orientées plein Sud. Le présent document décrit ces profils de production.

Comme les profils de production sont basés sur des données météorologiques relevées, ils sont reliés spatialement et temporellement et conviennent à l'analyse détaillée de la production d'énergie solaire au niveau municipal, régional ou même national. De plus amples détails sur les données peuvent être trouvés dans l'étude susmentionnée.

Les principales incertitudes ne résident pas dans les algorithmes utilisés, mais dans la probabilité que ces scénarios se produisent.

2 Modèle de données

Les séries chronologiques des profils de production de 2004 à 2018 avec une résolution temporelle d'une heure et une résolution spatiale par commune sont disponibles. Le modèle de données est décrit ci-dessous.

2.1 Scénarios

Les séries chronologiques sont mis à disposition pour trois scénarios et deux ensembles de données supplémentaires. Ces séries sont :

Tableau 1 : Vue d'ensemble des scénarios

Désignation du scénario	Abréviation	Production totale annuelle	Remarque
Expansion PV comme avant	ZWB	30 TWh	Scénario 1
Potentiel PV hivernal maximum	MWP	30 TWh	Scénario 2
Incitation PV hivernal	AWS	30 TWh	Scénario 3
Potentiel PV global	GP	env. 67 TWh	Potentiel selon www.toitso-laire.ch et www.facade-au-so-leil.ch
Installations PV sur châssis sur toits terrasses	FA	env. 11 TWh	Hypothèse : montage sur châssis orientés au Sud de toutes les installations sur toit terrasse

2.2 Structure

Les données sont disponibles sous forme de fichiers texte délimités par des tabulations (format CSV). Les fichiers CSV sont structurés de sorte à ne pas dépasser environ 100 Mo par fichier. Il en résulte la structure suivante des données :

- Un fichier CSV est disponible pour chaque scénario et pour chaque commune de Suisse. Le fichier CSV contient les séries chronologiques de la production PV de toutes les installations PV de cette commune qui ont été prises en compte par scénario. Un profil de production distinct est disponible pour chaque catégorie d'installation (chaque orientation et chaque inclinaison). Ces fichiers se trouvent dans le dossier « Output_Szenario ».
- Pour chaque commune, un fichier CSV est par ailleurs fourni dans lequel les différentes catégories d'installations (orientation et inclinaison) sont cumulées en une seule série chronologique. Par conséquent, seules cinq séries chronologiques (une série chronologique par scénario) sont disponibles dans ce fichier. Ces fichiers se trouvent dans le dossier « Output_Gemeinde ».
- Tous les fichiers CSV contiennent les données de 2004-2018 (15 ans) en résolution horaire (131'400 lignes de tableau sans l'en-tête).

2.3 Gestion de la date et de l'heure

Les séries temporelles sont des valeurs horaires de la production photovoltaïque. La première valeur se réfère à l'heure allant de 00:00 à 01:00. Toutes les heures sont données en heure d'hiver. Toutes les années ont 365 jours. Le 29 février des années bissextiles a été supprimé sans remplacement.

2.4 Installations de référence

Des installations de référence (profils de production de référence) pour les installations photovoltaïques de différentes orientations ont été créées pour chaque commune, selon les catégories figurant dans le tableau ci-après. Dans les fichiers CSV, l'orientation et l'inclinaison effectives des installations de référence sont utilisées pour la désignation du profil. Pour le cas particulier des toits terrasses avec installation sur châssis, une inclinaison de 999 est indiquée au lieu des 25° utilisés à l'origine, de sorte que les installations de référence puissent encore être distinguées des toits inclinés à 25°.

Tableau 2 : Orientation des installations de référence

Catégorie d'orientation	Plage en degrés	Orientation effective des installations de référence en degrés
E	67.5 – 112.5	90
SE	112.5 – 157.5	135
S	157.5 – 202.5	180
SW	202.5 – 247.5	225
W	247.5 – 292.5	270
N	292.5 – 67.5	0

Tableau 3 : Inclinaison des installations de référence

Catégorie d'inclinaison	Inclinaison effective des installations de référence
0-5	3
5-10	8
10-20	15
20-30	25
30-40	35
40-50	45
50-70	60
70-90	80
90	90

2.5 Noms des fichiers CSV

Les noms des fichiers CSV contiennent chacun le numéro de commune OFS¹ et le nom du scénario respectif. Le tableau suivant présente quelques exemples de lecture pour les scénarios disponibles.

Tableau 4 : Inclinaison des installations de référence

Libellé	Contenu du dossier
BFS230_MWP.csv	Données pour le scénario MWP (potentiel PV hivernal maximum) de la commune avec le numéro OFS 230 (Winterthour)
BFS261_AWS.csv	Données pour le scénario AWS (incitation PV hivernal) de la commune avec le numéro OFS 261 (Zurich)
BFS351_ZWB.csv	Données pour le scénario ZWB (expansion PV comme avant) de la commune avec le numéro OFS 351 (Berne)
BFS2701_GP.csv	Données pour le scénario GP (potentiel PV global) de toutes les surfaces de la commune avec le numéro OFS 2701 (Bâle)
BFS5586_FA.csv	Données pour le scénario FA installation PV sur châssis sur toits terrasses de la commune avec le numéro OFS 5586 (Lausanne)
BFS3901.csv	Tous les scénarios de la commune avec le numéro OFS 3901 (Coire) sans différenciation en installations de référence individuelles

2.6 Structure des données des fichiers CSV Output_Szenario

Les fichiers CSV contiennent les données suivantes :

- Colonne A : Date et heure (début de l'heure)
- Colonne B et suivantes : différents profils de référence basés sur les différentes orientations et inclinaisons des lignes 1 et 2
- Ligne 1 : Inclinaison de l'installation de référence en degrés
- Ligne 2 : Orientation de l'installation de référence en degrés
- Ligne 3 à 131'402 : Rendement énergétique en kWh de l'installation de référence respective sur une base horaire du 01.01.2004 au 31.12.2018

¹ OFS Office fédéral de la statistique <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/bases-statistiques/repertoire-officiel-communes-suisse.html>

	A	B	C	D	E	F
1		80	60	60	8	3
2		0	225	135	90	270
3	01.01.2004 00:00	0	0	0	0	0
4	01.01.2004 01:00	0	0	0	0	0
5	01.01.2004 02:00	0	0	0	0	0
6	01.01.2004 03:00	0	0	0	0	0
7	01.01.2004 04:00	0	0	0	0	0
8	01.01.2004 05:00	0	0	0	0	0
9	01.01.2004 06:00	0	0	0	0	0
10	01.01.2004 07:00	0.0271	0.0347	0.1862	0.0547	0.0670
11	01.01.2004 08:00	0.2277	0.3835	1.0698	0.5170	0.8833
12	01.01.2004 09:00	0.4299	0.7725	1.3749	0.9613	1.8615

2.7 Contenu des fichiers CSV Output_Gemeinde

Les fichiers CSV contiennent les données suivantes :

- Colonne A : Date et heure (début de l'heure)
- Colonne B : Scénario GP (potentiel PV global)
- Colonne C : Scénario ZWB (expansion PV comme avant)
- Colonne D : Scénario MWP (potentiel PV hivernal maximum)
- Colonne E : Scénario AWS (incitation PV hivernal)
- Colonne F : Scénario FA (installations PV sur châssis sur toits terrasses)
- Ligne 1 à 131'400 : Rendement énergétique en kWh du scénario respectif sur une base horaire du 01.01.2004 au 31.12.2018

	A	B	C	D	E	F
1	01.01.2004 00:00	0	0	0	0	0
2	01.01.2004 01:00	0	0	0	0	0
3	01.01.2004 02:00	0	0	0	0	0
4	01.01.2004 03:00	0	0	0	0	0
5	01.01.2004 04:00	0	0	0	0	0
6	01.01.2004 05:00	0	0	0	0	0
7	01.01.2004 06:00	0	0	0	0	0
8	01.01.2004 07:00	95.7118	30.4276	69.6566	41.4091	5.1233
9	01.01.2004 08:00	698.5047	304.5009	474.7119	336.0208	48.6784
10	01.01.2004 09:00	1161.0984	580.5926	740.1219	577.1059	88.0579
11	01.01.2004 10:00	1611.2788	809.3798	1028.8660	801.4111	122.2586