

# Potentiel solaire photovoltaïque

## Présentation de la méthodologie

18/02/2019

### Résumé (contexte et objectifs du document) :

Dans le cadre de l'évaluation des potentiels d'énergies renouvelables, le potentiel solaire photovoltaïque (PV) a été caractérisé pour la région Auvergne-Rhône-Alpes. L'objectif de ce document est de présenter la méthodologie mise en place par Auvergne-Rhône-Alpes Énergie Environnement (AURA-EE) pour évaluer ce potentiel. Dans un premier temps, les bâtiments et parkings favorables au développement du PV sont identifiés et caractérisés (type de toit, orientation, présence de contraintes patrimoniales). Les installations de panneaux ailleurs que sur des bâtiments et parkings (par exemple des champs ou des friches industrielles) ne sont pas considérées ici. Puis, sur la base de plusieurs hypothèses, le potentiel (exprimé à la fois en puissance et en productible annuel) est calculé, notamment en fonction du rayonnement solaire, et exprimé à l'échelle communale. L'hypothèse est faite que tous les bâtiments sont équipés de panneaux photovoltaïques. En effet, les masques proches (ombrage lié aux bâtiments, à la végétation ou à la topographie locale) ne sont pas considérés ici. A chaque fois le potentiel est distingué selon les caractéristiques des zones.

A noter que la méthode ne prend pas en compte l'existant : le potentiel total est évalué et non le potentiel restant. De plus, la concurrence entre le photovoltaïque et le solaire thermique n'est pas prise en compte. Enfin, la méthodologie présentée ici est évolutive et pourra être améliorée à l'avenir.

Opéré par :



Avec le soutien de :



## Révisions du document

<b>Mises à jour</b>			
<i>Version</i>	<i>Date</i>	<i>Rédacteurs</i>	<i>Commentaires</i>
V1	12/09/2018	Vincent Wawrzyniak (AURA-EE)	
V2	18/02/2019	Vincent Wawrzyniak (AURA-EE)	

## Table des matières

1	Zones favorables au développement du solaire PV .....	4
2	Caractéristiques des zones .....	5
2.1	Type de toit et orientation .....	5
2.2	Contraintes patrimoniales.....	5
3	Calcul de la puissance et de la production.....	6
4	Estimation du potentiel .....	8

# 1 ZONES FAVORABLES AU DEVELOPPEMENT DU SOLAIRE PV

---

La première étape consiste à identifier les zones où il est possible d'installer des panneaux photovoltaïques. On considère cela possible sur les bâtiments dont la surface est supérieure à 50 m<sup>2</sup> ainsi que sur les parkings (ombrières). Les installations de panneaux ailleurs que sur des bâtiments et parkings (par exemple des champs ou des friches industrielles) ne sont pas considérées dans cette étude.

La BD TOPO® de l'IGN (Version 2.2, Révision Septembre 2017) est utilisée pour identifier ces zones. On retrouve ainsi les éléments suivants :

- Bâtiments industriels
- Bâtiments agricoles
- Bâtiments commerciaux
- Bâtiments administratifs (mairies, préfectures et sous-préfectures)
- Bâtiments sportifs et tribunes
- Bâtiments indifférenciés (correspondant majoritairement aux logements)
- Parkings (inclus uniquement les parkings dont la surface est supérieure à 5000 m<sup>2</sup>).

A noter qu'une distinction supplémentaire est faite ici : bâtiments indifférenciés individuels et bâtiments indifférenciés collectifs. Cette distinction est fondée sur deux critères : la hauteur et la surface. Ainsi, les bâtiments d'une superficie supérieure à 1000 m<sup>2</sup> ou d'une hauteur supérieure ou égale à 9 m sont considérés comme collectifs. Les seuils pour ces deux critères ont été choisis de façon empirique.

Ce travail à l'échelle régionale ne tient pas compte des masques proches (ombrage lié aux bâtiments, à la végétation ou à la topographie locale). Par conséquent, l'ensemble des bâtiments et parkings est ainsi considéré comme favorable au développement du solaire. Les masques lointains (montagnes) sont eux considérés. Ils sont intégrés dans les données d'ensoleillement (cf. partie 3) avec un modèle de surface d'une résolution spatiale d'environ 90 m.

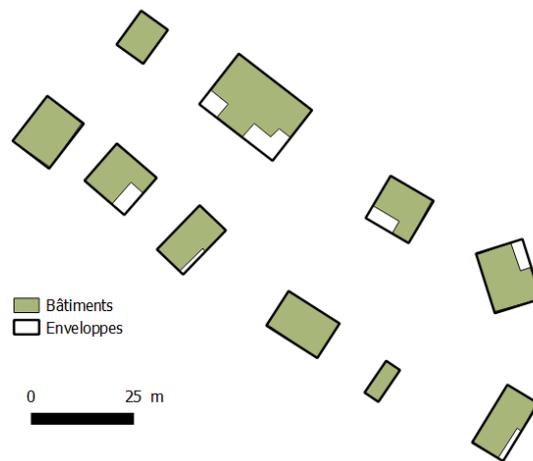
## 2 CARACTERISTIQUES DES ZONES

Chacune des zones où il est possible d'installer des panneaux photovoltaïques est notamment caractérisée par deux critères : son type de toit (et potentiellement son orientation) et l'éventuelle présence de contraintes patrimoniales.

### 2.1 TYPE DE TOIT ET ORIENTATION

En fonction du type de bâtiment, un type de toit est défini. Il est ainsi considéré que les bâtiments industriels, commerciaux et sportifs, ainsi que les tribunes possèdent un toit plat. Bien qu'ils ne possèdent pas de toit, les parkings sont également considérés comme plats.

A l'inverse, il est considéré que les bâtiments agricoles, administratifs et indifférenciés (individuels et collectifs) présentent un toit pentu. Pour ceux-ci, il est nécessaire de caractériser leur orientation. La méthode utilisée pour déterminer cette dernière est décrite ci-après. Une enveloppe rectangulaire est créée autour des bâtiments (cf. ci-dessous). Le côté le plus long de ce rectangle est utilisé pour établir la direction du faitage du toit (angle d'orientation). Une forme de toit relativement simple est considérée : 2 pans de même superficie orientés vers des directions opposées avec une inclinaison de 30°.



### 2.2 CONTRAINTES PATRIMONIALES

La présence de contraintes patrimoniales peut limiter l'implantation de panneaux solaires. Les zones à proximité de ces contraintes ne sont pas exclues de l'analyse mais il a été choisi de les indiquer. Il est ainsi possible de distinguer le potentiel correspondant aux zones sans contraintes de celui correspondant aux zones avec contraintes. Les zones de contraintes patrimoniales retenues sont les suivantes :

- Zone de 500 m autour des monuments historiques inscrits ou classés.
- Zone de 500 m autour des sites inscrits.
- Zones correspondant aux sites patrimoniaux remarquables (SPR).

### 3 CALCUL DE LA PUISSANCE ET DE LA PRODUCTION

L'étape suivante consiste à estimer les puissance et production annuelle solaires photovoltaïques potentielles pour chacune des zones. Le potentiel est ainsi exprimé en unité énergétique à la fois en puissance (W) et en productible annuel (kWh).

Les formules suivantes sont utilisées :

$$\text{Puissance (W)} = s \text{ (m}^2\text{)} \times \text{IS (W/m}^2\text{)} \times E \times f_{corr} \times r$$

$$\text{Production annuelle (kWh)} = s \text{ (m}^2\text{)} \times \text{IS (kWh/m}^2\text{)} \times E \times f_{corr} \times r$$

Avec :

- s la surface utile de panneaux :
  - Bâtiments :
    - Pour les toits pentus, il est considéré qu'un seul pan de toit peut être équipé (celui orienté vers le sud).
    - Pour les toits plats, il est également considéré qu'uniquement la moitié de la surface est installable. En effet, les panneaux y seront installés avec une inclinaison de 30° ce qui entrainera de l'ombrage s'ils sont trop rapprochés et donc l'impossibilité d'équiper toute la surface du toit.
    - Un encombrement (fenêtres, cheminées, éléments architecturaux...) de 30% est considéré pour les bâtiments.
    - L'inclinaison de 30° implique que ce n'est pas la surface au sol qu'il faut considérer pour la production solaire mais cette surface au sol divisée par le cosinus de l'angle d'inclinaison.
    - Pour les bâtiments la surface utile est calculée de la façon suivante :

$$s = \frac{\text{surface (toit)}}{2 \times \cos(30^\circ)} \times 0,7$$

- Parkings :
  - Les ombrières sont en général espacées pour laisser de la place à la circulation des voitures entre les places de parking. Un coefficient d'utilisation de surface (CUS) de 50 à 60% est généralement retenu. Ce coefficient correspond à la surface de panneaux divisée par la surface du parking.
  - Pour les parkings la surface utile est calculée de la façon suivante :

$$s = \text{surface (parking)} \times 0,55$$

- IS l'irradiation solaire (W/m<sup>2</sup>ou kWh/m<sup>2</sup>). Pour ces données, il est important de tenir compte des principales zones de relief (massifs lointains) et des phénomènes météorologiques. Deux services ont été identifiés : PVGIS et Météo France. Le premier étant gratuit, le second payant. Le choix s'est donc porté vers PVGIS<sup>1</sup> (Photovoltaic Geographical Information System). La moyenne annuelle sur la période 2005-2015 et pour une surface inclinée de façon optimale (ce qui correspond environ à l'inclinaison de 30° considérée) est utilisée. Ces données sont issues de la *National Solar Radiation*

<sup>1</sup>PVGIS © European Communities, 2001-2017. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis.html>

*Database* (NSRDB) développé par le *National Renewable Energy Laboratory* (NREL). Les données PVGIS sont exprimées en  $W/m^2$  et tiennent compte du jour et de la nuit. Pour le calcul du productible annuel, elles sont donc converties en  $kWh/m^2$  en multipliant la valeur de PVGIS par 8,766 ( $365,25 \times 24 / 1000$ ). Les valeurs d'irradiation sont disponibles sous la forme d'un raster de résolution de 90m. Toutefois, l'irradiation est modélisée à une maille de 12 x 12 km.

- E l'efficacité. Elle est fixée, à dire d'experts, à 16%, ce qui correspond à  $160 Wc/m^2$ .
- $f_{corr}$  le facteur de correction en fonction de l'orientation. Pour tous les types de toit, l'inclinaison étant fixée à  $30^\circ$ , ce facteur varie entre 0,9 et 1 selon l'orientation (source Hespul<sup>2</sup>) :
  - Sud : 1,00
  - Sud-Est ou Sud-Ouest : 0,96
  - Est ou Ouest : 0,90

Le facteur de correction est défini en fonction de l'angle d'orientation du bâtiment. Par exemple, un bâtiment avec une direction du faitage du toit orientée NO-SE aura un pan de toit orienté vers le SO et donc un facteur de correction de 0,96.

Pour les toits plats il est considéré que les panneaux y seront installés avec une inclinaison de  $30^\circ$ . Un facteur de correction de 1 est donc retenu.

- r le rendement du système photovoltaïque (pertes onduleur, température, câble...). On retiendra par convention un rendement de 75%.

---

<sup>2</sup><http://accompagnement-projets.hespul.org/particuliers/utiliser-les-energies-renouvelables/solaire-photovoltaïque/techniques-8/>

## 4 ESTIMATION DU POTENTIEL

Les productions solaires photovoltaïques de chacun des bâtiments et parkings sont agrégées à l'échelle de la commune. Pour une commune, il est ainsi possible d'avoir son potentiel solaire photovoltaïque en puissance (W) et en productible annuel (kWh) ventilé par type de bâtiments et parkings, par type d'orientation et selon la présence ou non de contraintes patrimoniales. Il est par exemple possible d'identifier le potentiel solaire photovoltaïque des bâtiments indifférenciés collectifs orientés vers le sud où il n'y a pas de contraintes patrimoniales.

Notons que la méthodologie ne tient pas en compte des installations photovoltaïques existantes. Le potentiel solaire photovoltaïque évalué correspond ainsi au potentiel total et non au potentiel restant.

Notons également que les données diffusées sont converties en kW et en MWh et sont arrondies à l'unité. Toutefois, les chiffres significatifs des données ne préjugent pas du niveau de précision.

