

Prévision énergétique des centrales photovoltaïques

Lors d'une visite à Dubaï avec en tête l'idée de trouver un sujet intéressant sur lequel me pencher parmi les projets urbains que des entreprises innovantes proposent, un projet a retenu mon attention - l'ambition d'alimenter les villes uniquement à l'aide d'énergies renouvelables, particulièrement à l'aide de l'énergie solaire.

La corrélation entre activité humaine, exploitant essentiellement les énergies fossiles et changements climatiques fait qu'il devient impératif de développer les énergies renouvelables particulièrement en ville là où la consommation énergétique est la plus élevée. Le secteur photovoltaïque fait ainsi partie des domaines où les recherches se sont intensifiées.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire), INFORMATIQUE (Informatique pratique), PHYSIQUE (Physique Ondulatoire).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Photovoltaïque</i>	<i>Photovoltaic</i>
<i>Astronomie</i>	<i>Astronomy</i>
<i>Diffusion</i>	<i>Diffusion</i>
<i>Gisement solaire</i>	<i>Solar field</i>

Bibliographie commentée

Dans un contexte de fort déploiement du photovoltaïque, de plus en plus de recherches sont menées pour assurer la fiabilité et prédictibilité de cette production énergétique, il est donc fondamental pour le développement de la filière de modéliser au mieux le système utilisé afin de percevoir les paramètres à prendre en compte lors de la conception de centrales.

L'effet photovoltaïque repose sur la physique des semi-conducteurs. Un rayon lumineux de longueur d'onde λ frappe une diode à jonction PN, pour une cellule photovoltaïque au silicium, on dope sa couche supérieure en négatif et sa couche inférieure en positif créant une tension électrique.

Un panneau photovoltaïque est un assemblage série de plusieurs cellules afin d'obtenir une tension de 12 V ou 24 V continu. La consommation dimensionne l'installation.[1]

La puissance électrique produite par un panneau photovoltaïque est appelée puissance crête et se mesure en Watt-crête. Elle dépend des consommations, du gisement solaire, de l'inclinaison des panneaux et d'un coefficient de pertes au niveau de la chaîne des énergies.

Ainsi, pour prévoir la production d'un panneau en fonction du temps, l'inclinaison des rayons solaires atteignant la surface des installations doit être prise en compte.

Par conséquent, afin de situer le Soleil par rapport aux installations photovoltaïques, on introduit le système de coordonnées horizontales, formé du plan de l'horizon locale et de la direction du Sud cardinal dont les deux principales coordonnées sont les suivantes :

La hauteur, l'angle vertical en degrés que fait l'axe Soleil-panneaux avec l'horizon local, variant de 0° à 90° au cours de la journée.

Ainsi que l'azimut, l'angle en degrés entre le Sud et la projection de la direction du Soleil sur le plan horizontal variant de 0 à 360 degrés depuis le Sud (lever du Soleil) vers l'Ouest (coucher) selon la latitude.[2]

Par ailleurs, pour se repérer sur Terre, des lignes imaginaires ont été créées : les parallèles à l'équateur définissent la latitude F , variant de -90° au pôle sud à $+90^\circ$ au pôle nord. Les méridiens relient les pôles et définissent la longitude et les fuseaux horaires.

En effet, les heures de lever et de coucher varient selon la latitude. C'est également le cas de l'azimut. Plus la latitude diminue, plus le Soleil est haut dans le ciel, et plus l'azimut à l'horizon est petite.

De plus, le temps t est défini localement, il est 12H lorsque le Soleil est plein Sud (azimut nul). Il est donc inutile de prendre en compte la longitude du lieu de l'installation dans ce repère.

Cependant, il n'y a pas que la configuration astronomique dont il faut tenir compte pour prévoir la production d'énergie photovoltaïque mais également les effets de la diffusion.

L'irradiation solaire est une grandeur radiométrique qui mesure la quantité d'énergie solaire reçue par unité de surface.

Au niveau de la Terre, compte tenu de la composition de l'atmosphère et de la couverture nuageuse que rencontreront les rayons solaires, une partie de cette énergie est absorbée ou diffusée mais le rayonnement arrivant au sol est en moyenne d'environ $1\,000\text{ W/m}^2$, soit environ $1,3\text{ MWh}$ par m^2 et par an en France.[3]

Cette grandeur permet de caractériser le gisement solaire et permet d'identifier par géolocalisation, grâce aux paramètres astronomiques établis, la valeur d'énergie disponible pour une installation.[4][5]

De plus, l'irradiation étant fonction de l'inclinaison et de l'orientation, des facteurs de pertes inhérentes à l'installation sont également à prendre en compte tels que les effets d'une exposition non optimale, un potentiel masque d'ombre provenant de l'environnement urbain à proximité.

Problématique retenue

Quelles sont les facteurs majeurs acheminant à la prévision de la production énergétique d'une centrale destinée à maximiser l'autoconsommation d'une ville ?

Dans quelles mesures peut-on prévoir et améliorer le rendement de centrales solaires ?

Objectifs du TIPE

- Mettre au point un modèle théorique des paramètres à considérer.
- Déterminer qualitativement l'influence des paramètres sur le système.
- Estimer l'énergie reçue pour une surface par unité de temps selon sa position géographique.
- Etudier la fiabilité de ce modèle.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] SOFIA BELAID LALOUNI : Cours Energie Solaire Photovoltaïque : http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/st06_lessons_ge-energie_solaire.pdf
- [2] NASA : Basics of Space Flight : <https://solarsystem.nasa.gov/basics/chapter2-2/>
- [3] VINCENT DANIEL : Interactions du rayonnement solaire avec l'atmosphère - Effet de serre : *ENS-Lyon, 2003*
- [4] ALAIN RICAUD : Gisement solaire et transferts énergétiques : *Cythelia, 2009*
- [5] CARLOS HERAS : Atmospheric attenuation measurement system for commercial solar plants based on optical spectrum analysis : *Solar Energy, Vol.236 p.782-789*