

Chapitre2.

Dimensionnement des panneaux PV

2.1 Introduction

2.2 Energie solaire récupérable

2.3 Dimensionnement des modules solaire PV

2.4 Exemple d'application

2.1 Introduction

Il s'agit d'estimer la consommation d'équipements supposés connus. L'objectif est d'obtenir la consommation totale moyenne par jour et par période (été, hivers, vacances...)

L'énergie totale moyenne nécessaire chaque jour E (Wh/j) est la somme des consommations énergétiques des divers équipements constituant le système à étudier, à savoir la télévision, les lampes d'éclairage, les appareils électroniques, etc... ; Elle est donnée par la loi suivante [1]:

$$E = \sum_i E_i \quad (1.1)$$

Le temps moyen d'utilisation est plus délicat à cerner ; il faut le rapporter à :

- La saison,
 - Le nombre d'occupants,
-
- Le mode d'utilisation

Pour les équipements qui ne sont pas utilisés quotidiennement et pour tous les équipements à forte consommation, partez de la durée du cycle de fonctionnement de la tâche. Ainsi, la consommation de chaque équipement peut être calculée comme suit [1]:

$$E_i = P_i \times t_i \quad (1.2)$$

*L'énergie journalière consommée d'un équipement (Wh/j) =
la puissance de cet équipement (W) × la durée d'utilisation de chaque un(h)*

2.2. Energie solaire récupérable (Etape 2) :

2.2.1. Orientation et inclinaison des modules :

La position des modules photovoltaïques par rapport au soleil influe directement sur leur production énergétique. Il est très important de bien les placer pour les utiliser au maximum de leurs possibilités.

Quand il est possible de choisir, l'orientation idéale d'un module photovoltaïque est très simple à déterminer : on le place vers l'équateur, Ce qui donne :

- **Orientation vers le Sud dans l'hémisphère Nord.**
- **Orientation vers le Nord dans l'hémisphère Sud.**

Prenons dans un premier temps le cas d'une application autonome qui consomme une énergie quasi-constante tout au long de l'année. C'est en hiver qu'il faudra optimiser la production, car c'est la période la moins ensoleillée. Les panneaux doivent donc récupérer l'énergie du soleil dont la hauteur est faible. Pour une utilisation annuelle, l'inclinaison idéale est environ égale à la latitude du lieu + 10° .

En France, on aura donc une implantation dite « 60° Sud » (orientation Sud, et inclinaison 60°).

Quand l'application ne fonctionne qu'en période estivale, une inclinaison de 20 à 30° est préférable, toujours avec la même orientation.

Prenons maintenant l'exemple d'une application reliée au réseau. Dans ce cas, l'utilisateur va revendre l'intégralité de l'énergie que produisent ses panneaux. Il aura donc intérêt à produire le plus possible, sur l'ensemble de l'année. Dans ce cas, l'optimum se situera entre 15 et 45° en Europe du Sud, et entre 25 et 60° en Europe du Nord, toujours avec la même orientation.

Dans le cas de panneau installés sur le toit d'une habitation, l'orientation sud n'est pas toujours possible, du fait de l'implantation de la maison. Il faut à ce moment savoir que l'on exclut généralement les orientations nord, nord-est et nord-ouest qui sont trop défavorables. Par contre, par rapport à un emplacement idéal à 30° Sud, on ne perdra pas plus de 15% en production annuelle, pour les orientations est, ouest, sud-ouest et sud-est si l'inclinaison ne dépasse pas 30° par rapport à l'horizontale.

2.2.2. Données météorologiques :

Une surface exposée au soleil reçoit, à un instant donné, un rayonnement solaire en W/m^2 , qui est un flux, une puissance par unité de surface. ce flux varie au passage d'un nuage, selon les heures de la journée. Au bout d'une journée, ce flux a produit une énergie journalière ou rayonnement solaire intégré, en Wh/m^2 par jour, produit du rayonnement par le temps. Comme le rayonnement instantané est variable, on obtient cette énergie journalière en calculant l'intégrale de la courbe de rayonnement en fonction du temps.

Grâce aux stations météorologiques, on dispose de nombreuses données statistiques. Ce sont des données, globales sur une journée, qui servent la plupart du temps au dimensionnement d'un système photovoltaïque.

Pour une exposition sans ombre portée, on peut réaliser un dimensionnement assez précis avec 12 valeurs de rayonnement solaire seulement, une pour chaque mois.

Pour un dimensionnement plus rapide, on se servira de la valeur la plus faible de la période de fonctionnement de l'application.

En France par exemple, pour une utilisation annuelle, on utilisera la valeur du mois de décembre, qui est généralement la plus basse. Par contre, pour une utilisation estivale, par exemple entre mai et septembre, on utilisera la valeur de mai.

2.2.3. Ombrages :

L'ombrage est une caractéristique qui est très difficile à estimer, et il n'existe pas de méthode simple, ni même grossière pour les évaluer. Ils peuvent résulter du passage d'un nuage, comme de l'ombre d'un bâtiment.

Cette valeur est pratiquement est extraite de des données climatiques et géographiques du site de Biskra illustré sur la carte d'irradiation moyenne journalière qui est en moyenne égale à $5 Wh/m^2.j$ pour cette région.

2.3. Dimensionnement des modules photovoltaïques (Etape 3) :

2.3.1. Calcul de la puissance crête du système :

Si le soleil est la seule source d'énergie d'un système autonome, sans générateur d'appoint, les modules photovoltaïques doivent alors fournir toute l'énergie consommée, en incluant les pertes à tous les niveaux.

2.3.2. Puissance crête totale

Un module se caractérise avant tout par sa puissance-crête P_c (W), puissance dans les conditions STC.

Le module exposé dans les conditions STC va produire à un instant donné une puissance électrique égale à cette puissance crête, et si cela dure N heures, il aura produit une énergie électrique E_{elec} égale au produit de la puissance crête par le temps écoulé :

$$E_{elec} = N * P_c$$

E_{elec} : énergie électrique produite (Wh)

N : Nombre d'heures d'exposition aux conditions STC (h)

P_c : Puissance crête (W).

Cependant, le rayonnement n'est pas constant pendant une journée d'ensoleillement, donc on ne peut pas appliquer strictement cette loi.

Afin de calculer ce que produit un module photovoltaïque pendant une journée d'ensoleillement caractérisée par un facteur d'ensoleillement en Wh/m^2 .jour, on va assimiler cette énergie solaire au produit du rayonnement instantané $1000 Wh/m^2$ par un certain nombre d'heure que l'on appelle nombre d'heures équivalentes

Pour obtenir la production du module photovoltaïque pendant une journée, on va multiplier la puissance crête du panneau par le nombre d'heures équivalente de cette journée :

Mais le calcul qu'on vient de faire n'est vrai que pour un panneau isolé, dans des conditions idéales. Il ne tient pas compte des pertes inévitables d'un système complet dans les conditions réelles. Il convient d'ajouter un coefficient de pertes C_p celui-ci varie entre 0,65 et 0,9 selon les cas pour notre cas **0.65**.

Le calcul pratique de la production d'un module photovoltaïque devient donc :

$$P_{crt} = E_c * P_i / E_{moy} * C_p$$

P_{crt} : Puissance crête Totale (W)

E_c : Energie consommée totale dans la journée (Wh/jour)

E_{moy} : Ensoleillement moyen journalier (Wh/m^2 /jours)

P_i : Intensité d'ensoleillement W/m^2

C_p : Coefficient de pertes(de performance) en courant est **0.65**.

3.3.3 Calcul de nombre de panneau PV

le nombre de module utilisé est égale à :

$$N_{pt} = P_{crt} / P_{cr}$$

N_{pt} : Nombre de module totale

P_{crt} : Puissance crete totale

P_{cr} : Puissance crete du module choisi.

$$N_{ps} = V_{syst} / V_p$$

$$N_{pp} = N_{pt} / N_{ps}$$

N_{ps} : Nombre de module en serie

N_{pp} : Nombre de module en parallele

Le choix de la tension nominale d'un système dépend de la disponibilité de matériels (modules et récepteurs), aussi, il dépend des niveaux de puissance et d'énergie nécessaire selon le type d'application.

Puissance crête (W _C)	< 500 W _C	500W _c - 2KW _c	>2KW _c
Tension du système (V)	12 VDC	24 VDC	48 VDC

Tableau1.1. Les tensions du système correspondantes à chaque intervalle de puissance crête [5]

2.3.4. Technologie des modules :

La technologie des modules la mieux appropriée dépend avant tout de la puissance à mettre en œuvre, mais aussi du type de climat, du coût et parfois de l'esthétique.

Le silicium amorphe a un aspect particulier et surtout il possède de bonnes performances aux faibles éclairagements et sous rayonnement diffus. En revanche, son rendement au soleil n'est que de 7% contre 13% pour le silicium cristallin. Il sera donc réservé à des cas particuliers :

- faible puissance (< 10 W_c) en climat tempéré
- applications à bas coût
- produits portables ou flexibles

- certaines applications architecturales, en raison de son aspect esthétique uniforme
 On s'assurera de l'adéquation du type de panneaux à l'application en passant en revue tous ses paramètres électriques, avec une attention particulière sur les points suivant :

- tension suffisante
- type de garantie sur la puissance crête
- tenue climatique
- facilité de montage, etc.

Une fois que l'on a déterminé la puissance photovoltaïque nécessaire, et selon la tension des modules et du champ à construire, on va composer notre champ à construire (en série/parallèle, ou seulement parallèle). Bien entendu, il faudra arrondir à la valeur entière supérieure.

2.4 Exemple d'application

2) dimensionnement du générateur photovoltaïque:

$$P_{\text{crête}} = \frac{3000 \text{ Wh/jour}}{0,65 \times 5}$$

← la consommation journalière globale

← NB : Coef: de 4 à 7 selon la zone

← Coef des pertes (Câbles, régulateurs, convertisseurs...)

← Coef d'ensoleillement de la telle zone (gisement solaire) le cas défavorable (mois de décembre ou janvier).

donc dans notre exemple :

$$P_{\text{crête}} = \frac{3000}{0,65 \times 5} \approx 923,08 \text{ Wc}$$

Choisir un système adapté et répondant aux besoins du Client et Choisir le parc du module disponible au stock.

exemple pour des modules 120 Wc

$120 \times 8 = 960 \text{ Wc}$

 pour un système 24V-