



Républiques Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et
de la Recherche Scientifique

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued
Faculté des Sciences et de Technologie

Filière : Génie mécanique



DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Spécialité : Énergies renouvelables

Présenté par :

➤ **M. AOUN Yacine**

INTRODUCTION

DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

CONSOMMATION ÉLECTRIQUE QUOTIDIENNE

L'ENSOLEILLEMENT

INCLINAISON

ORIENTATION

PUISSANCES DE PANNEAU PHOTOVOLTAIQUE

DIMENSIONNEMENT DES REGULATEURS DE CHARGE

DIMENSIONNEMENT DES ONDULEURS

DIMENSIONNEMENT DES BATTERIES

EXEMPLE DE CALCUL

CONCLUSION



INTRODUCTION

Chaque jour, la terre reçoit sous forme d'énergie solaire l'équivalent de la consommation électrique de la terre entière pendant plus de 20 ans. Les panneaux photovoltaïques permettent de transformer cette énergie en électricité. Ils s'inscrivent donc comme une solution économique, respectueuse de l'environnement et rentable.

Avant d'installer les panneaux solaires, il faut les dimensionner, c.-à-d. Donner des dimensions adéquates et optimales de l'installation. Pour cela, il faut savoir plusieurs paramètres qui déterminent le choix de chaque composant utilisé : modules, onduleurs, batteries.

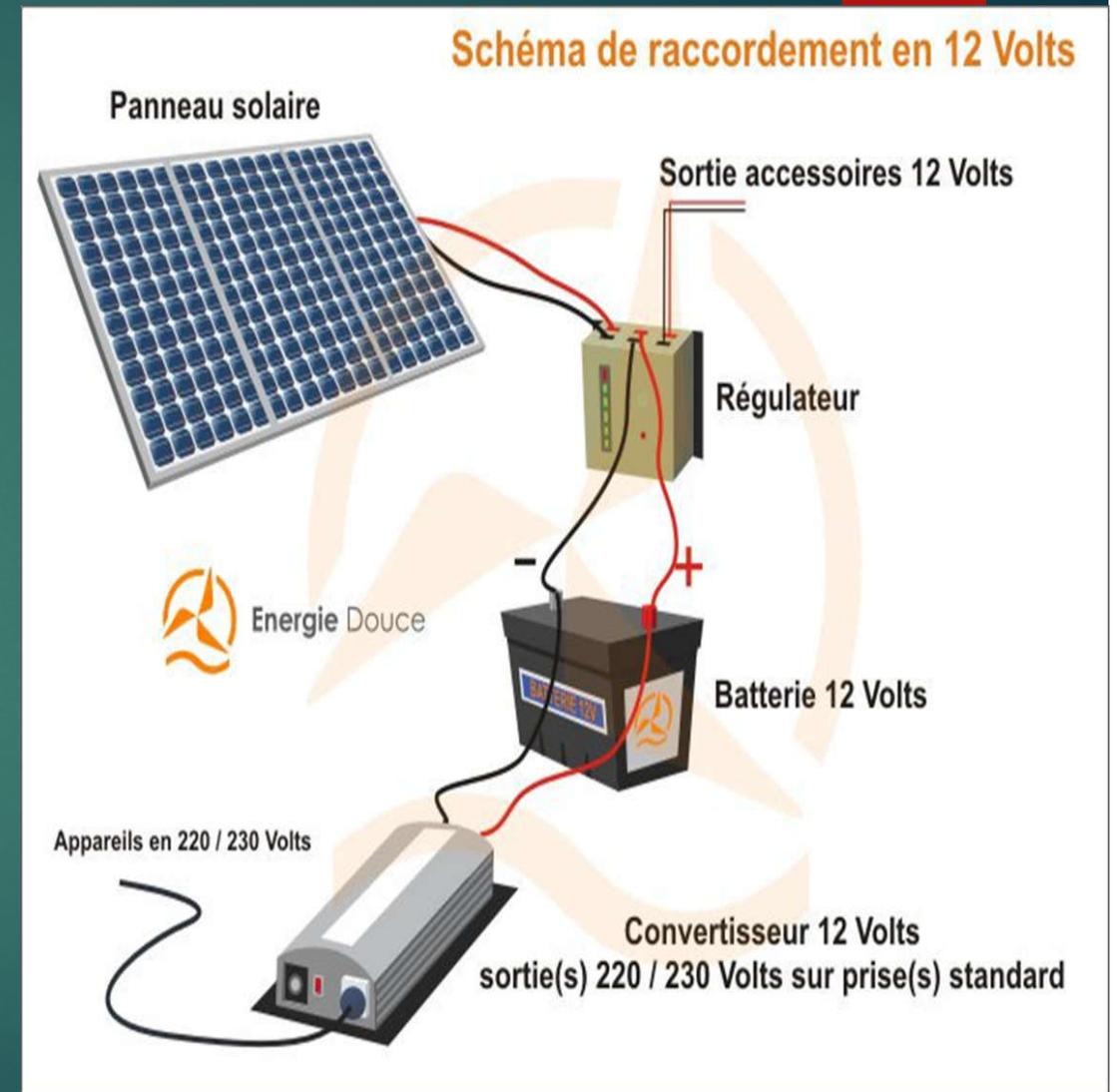
Le dimensionnement d'un système photovoltaïque est essentiel pour son bon fonctionnement et rendement.

DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

4

Plusieurs étapes à suivre pour bien dimensionner une installation photovoltaïque :

- 1-Estimer bien la consommation d'énergie
- 2-Connaître l'ensoleillement de site d'installation.
- 3-Calculer la puissance de l'installation solaire dont nous avons besoin.
- 4-Dimensionner les régulateurs de charge.
- 5-Dimensionner les convertisseurs.
- 6-Dimensionner les batteries.



CONSOMMATION ÉLECTRIQUE QUOTIDIENNE

5

Pour dimensionner correctement votre installation solaire, c'est-à-dire calculer la puissance des panneaux solaires et la capacité des batteries solaires à mettre en place, vous devez au préalable mesurer votre consommation électrique quotidienne.

Pour estimer votre besoin en énergie de chacun de vos appareils, il suffit de multiplier la puissance nominale en Watts (W) par le temps d'utilisation en heures (h).

Consommation (en Wh/J) = Puissance (W) x Nombre d'heures (h)

Vous obtenez alors votre consommation journalière totale en additionnant ces différentes consommations journalières exprimées en watts-heure (Wh).

C'est la quantité d'énergie minimale à produire pour alimenter vos appareils.

Charge journalière totale (Wh/j) = La somme de Consommation de tous appareils (en Wh/J)

L'ENVIRONNEMENT

les panneaux solaires produisent beaucoup moins en hiver qu'en été, même s'ils sont parfaitement mis en place.

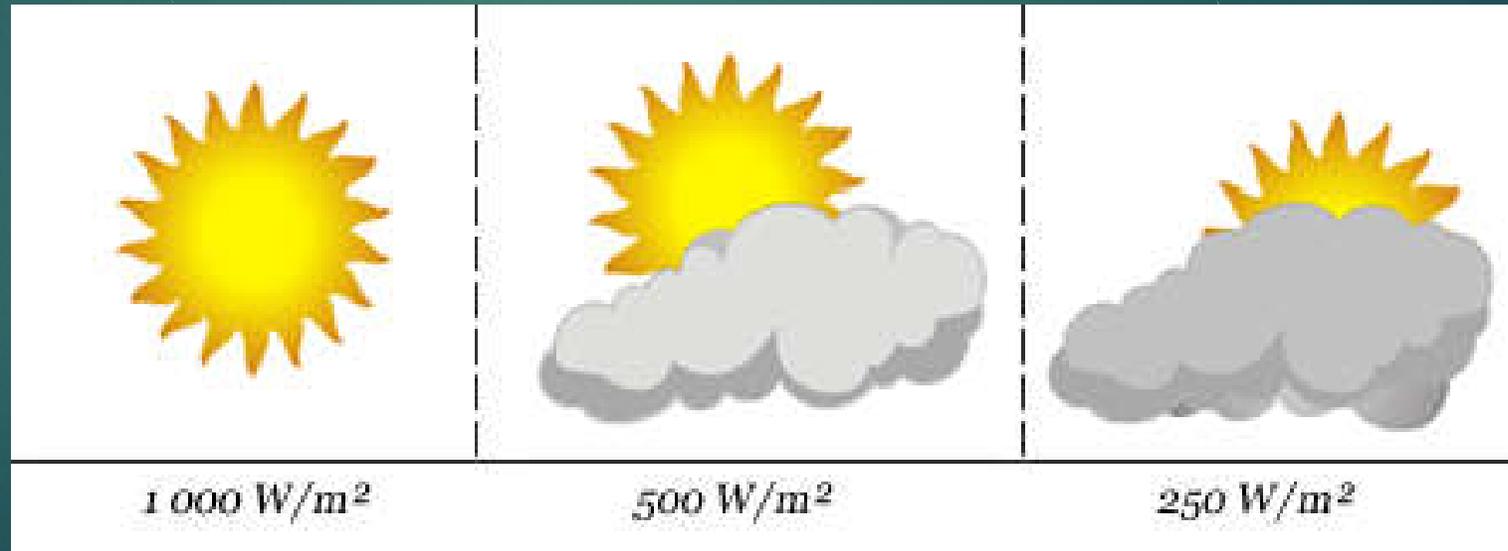
Pour assurer cette surconsommation hivernale, l'idéal est de dimensionner votre installation sur cette période, c'est en général basé sur le plus mauvais mois.

Elle dépendra essentiellement de 3 facteurs :

le rayonnement global journalier, c'est-à-dire l'ensoleillement

la position des panneaux solaires ([orientation et inclinaison](#))

la température



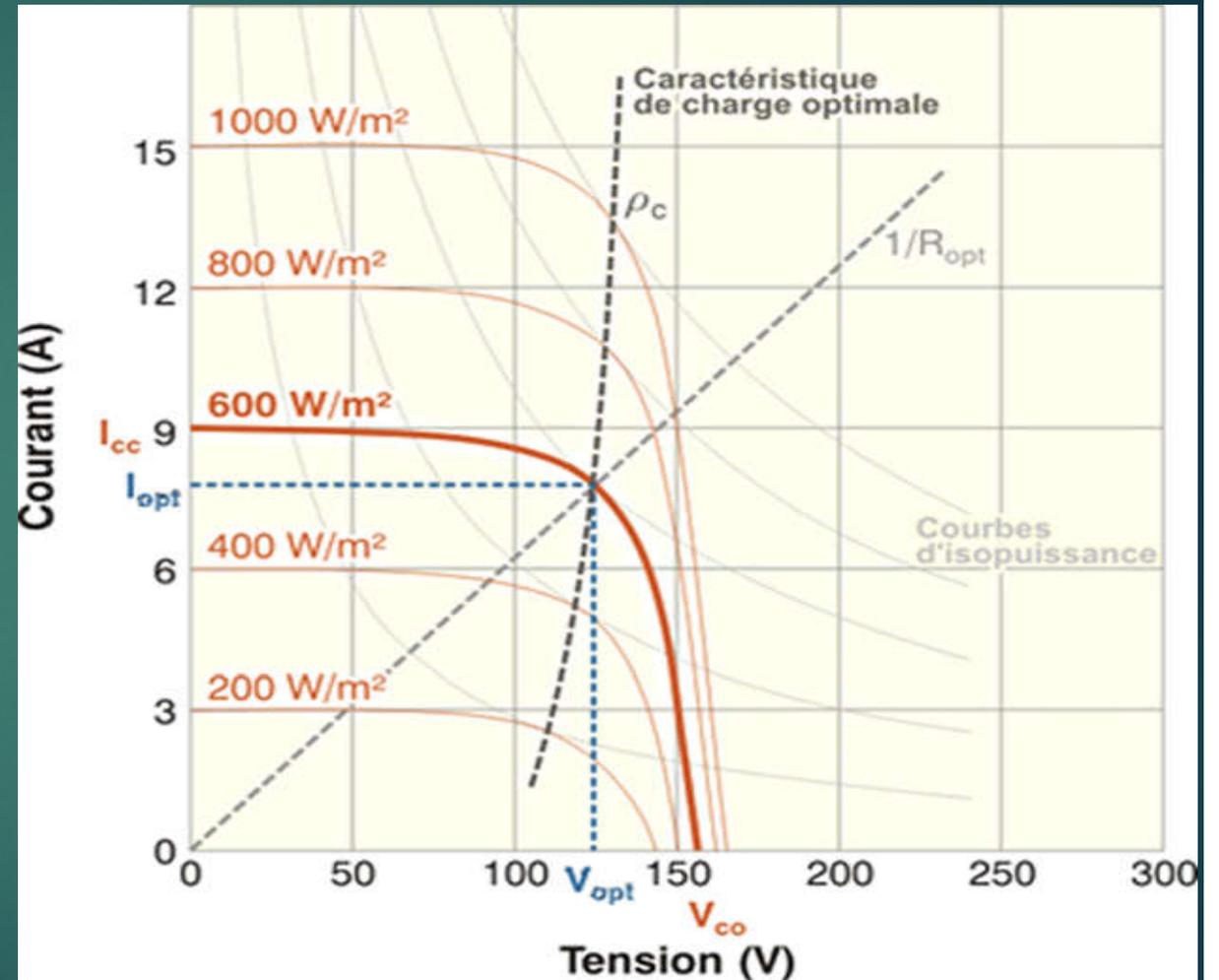
L'ENSOLEILLEMENT

7

L'ensoleillement varie évidemment en fonction de la saison, il est donc souvent fourni en moyenne mensuelle.

La production d'une cellule photovoltaïque dépend évidemment de l'ensoleillement, car il permet d'évaluer la production annuelle à partir de la puissance crête des panneaux.

Le courant de court-circuit (I_{cc}) croît proportionnellement avec l'éclairement, alors que la tension (V_{co}) varie très peu.



REPARTITION DU RAYONNEMENT SOLAIRE

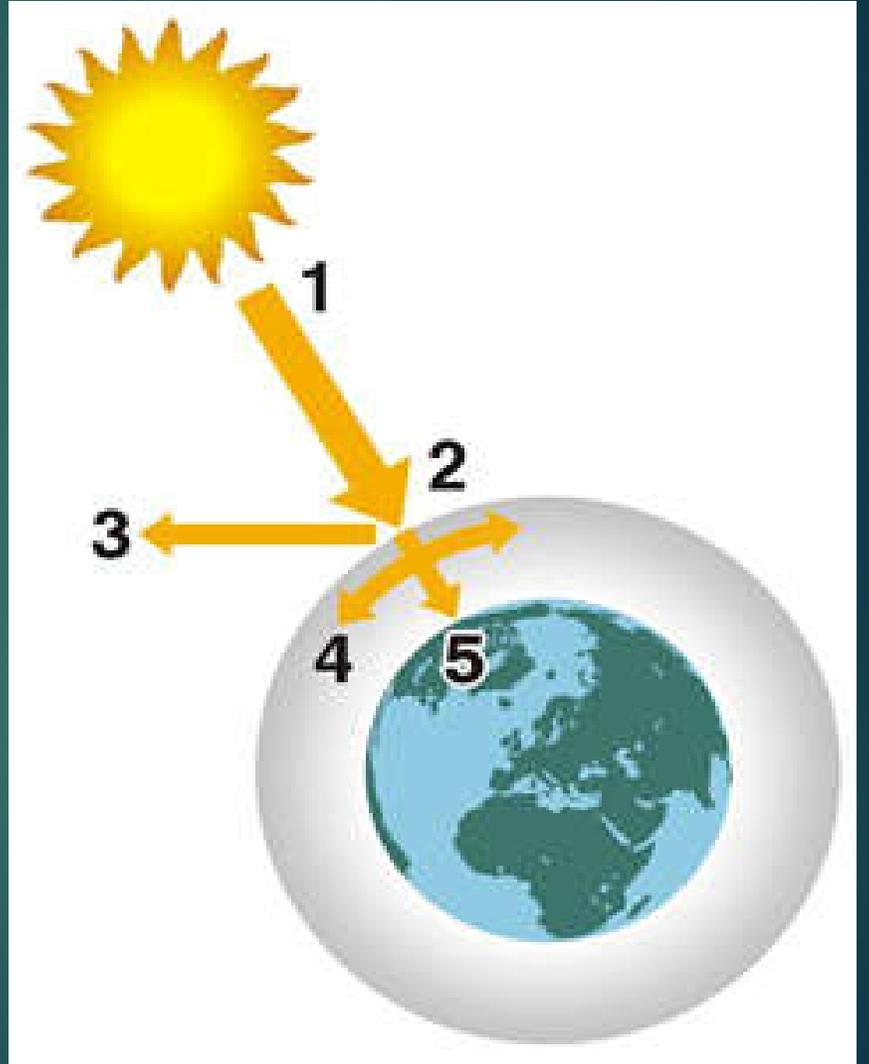
8

1. Puissance émise par le soleil : $63\,500 \text{ kW/m}^2$.
2. Constante solaire : $1\,370 \text{ W/m}^2$. Arrivée à l'atmosphère
3. Rayonnement réfléchi 20 @ 25%.
4. Rayonnement absorbé et diffusé 10 @ 15%.
5. Rayonnement solaire à la surface de la Terre (max : $1\,000 \text{ W/m}^2$) (35% perdu)

La lumière visible représente 46 % de l'énergie totale émise par le soleil.

49 % du rayonnement énergétique émis par le soleil se situe dans l'infrarouge.

Le reste du rayonnement solaire, l'ultraviolet (grande parti est absorbé dans l'atmosphère)



Orientation optimale

l'orientation joue un rôle très important pour augmenter le rendement des panneaux solaires.

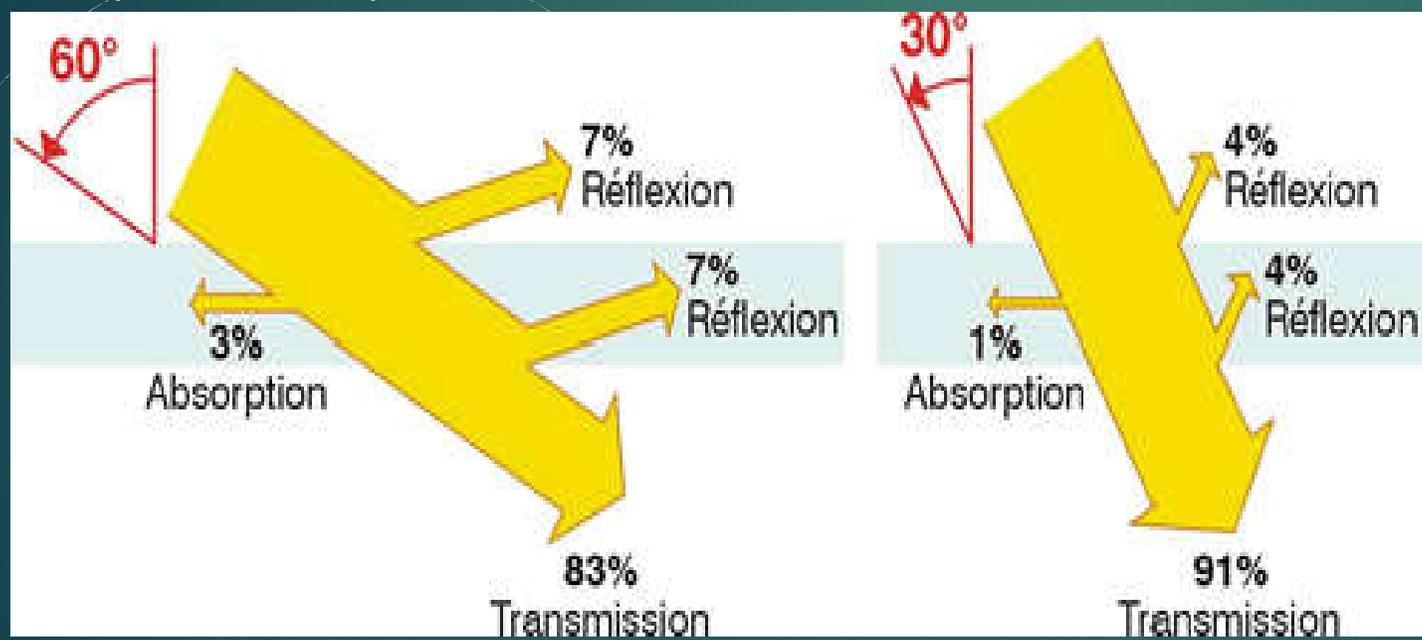
Pour l'orientation, c'est relativement simple : du moment que l'horizon est dégagé, il faut orienter votre panneau solaire vers le sud si vous êtes dans l'hémisphère nord et vers le nord si vous êtes dans l'hémisphère sud.

A proximité de l'équateur, l'inclinaison optimale est grosso modo l'horizontale, par conséquent, l'orientation du panneau solaire n'est pas vraiment importante.

INCLINAISON

pour faire simple vos panneaux devront être perpendiculaires (90°) au soleil.

En général, on cherche à optimiser la production pendant le mois de plus faible ensoleillement : il faut donc que les rayons du soleil soient perpendiculaire au panneau pendant ce mois.



Influence de l'angle d'incidence

Pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi en fonction de l'angle d'incidence

Angle d'incidence (degré)	Rayonnement intercepté (pourcentage)
0	100,0
5	99,6
10	98,5
15	96,5
20	94,0
25	90,6
30	86,6
35	81,9
40	76,6
45	70,7
50	64,3
55	57,4
60	50,0
65	42,3
70	34,2
75	25,8
80	17,4
85	8,7
90	0,0

a : angle d'incidence
b : hauteur angulaire



Système d'information géographique photovoltaïque - carte interactive


EUROPA > CE > CCR > IET > RE > SOLAREC > PVGIS > Carte interactive > Afrique

[Contact](#)
[Avis juridique important](#)

Par exemple, "Ispra, Italy" "45.256N, 16.9589E"
 position du curseur: 33.523, 6.812
 position choisie: 33.394, 6.857

EL OUED UNIVERSITE Cherche

Latitude: Longitude: Aller a lat/lon



Map Satellite

Google

Radiation solaire

D'autres cartes

NEW: PVGIS 5 release candidate. Read about it [here](#) and try it out!

PV estimation
 Radiation mensuelle
 Radiation journalière
 PV hors-réseau

Performance du système PV connecté au réseau

Base de données de radiation: Climate-SAF PVGIS

Technologie PV: Silicium cristallin

Puissance PV crête installée kWp

Pertes estimées du système [0;100] %

Options montage fixé:

Position de montage: Position libre

Inclin. [0;90] deg. Optimiser l'inclinaison

Azimut [-180;180] deg. Optimiser aussi l'azimut

(Angle d'azimut de -180 à 180. Est=-90, sud=0)

Options du système de poursuite:

Axe vertical Inclin. [0;90] deg. Optimiser

Axe incliné Inclin. [0;90] deg. Optimiser

Suiveur solaire à 2 axes

Fichier de l'horizon Aucun fichier choisi

Formats de sortie

Montrer graphiques Montrer l'horizon

Site web Fichier texte PDF

[\[aide\]](#)

L'inclinaison peut être calculé et optimisé par des logiciels en ligne spécialisés dans le domaine de rayonnement solaire.

exemple:

l'outil en ligne du programme européen d'évaluation des ressources solaires : **Système d'information géographique photovoltaïque** ci-contre

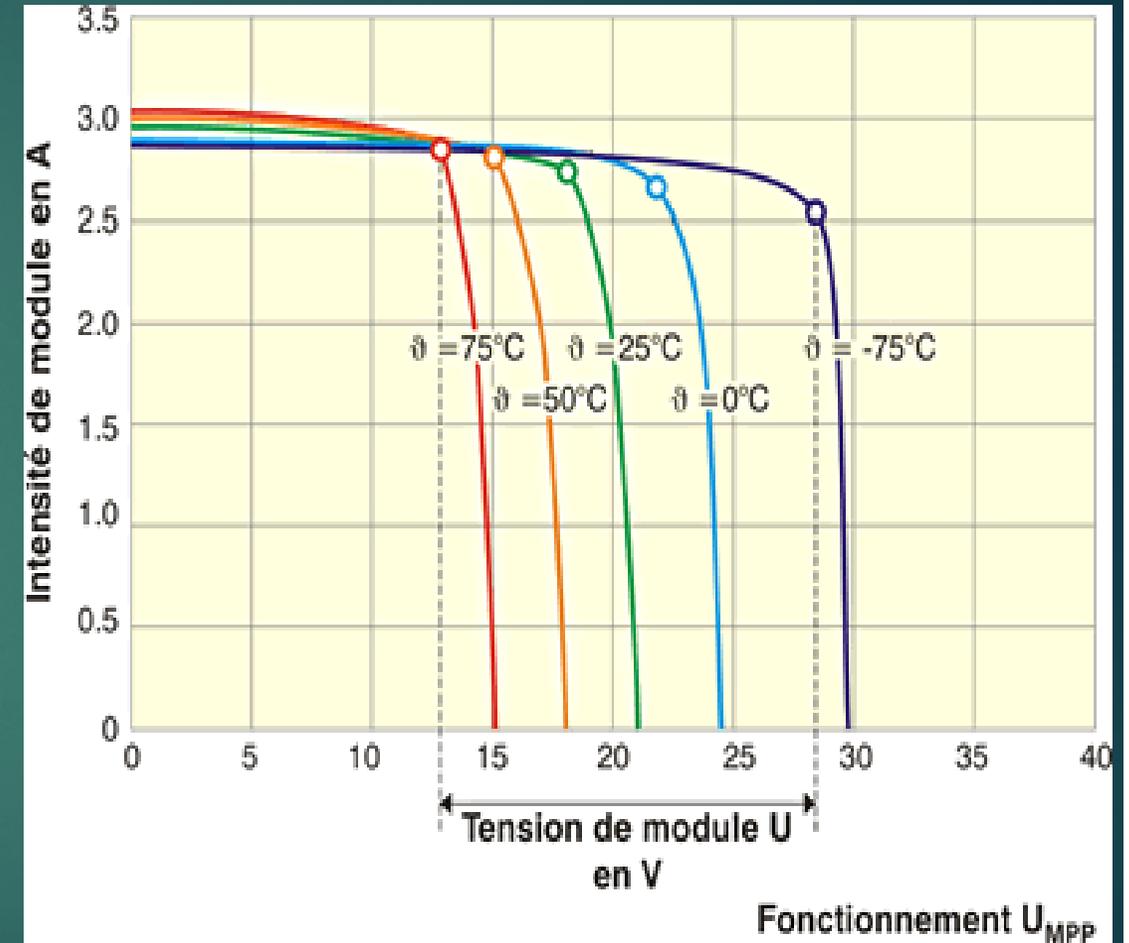
le programme européen d'évaluation des ressources solaires

PERTES LIÉES À LA TEMPÉRATURE

Il s'agit de la température du panneau solaire et non de la température ambiante.

La température a une influence considérable sur le comportement de la cellule et donc sur son rendement. Cette influence se traduit principalement par une diminution de la tension générée (et une très légère augmentation du courant).

Si la température réelle est très supérieure à 25°C, les pertes seront alors de 0.4% par degrés pour une cellule mono ou polycristalline.



PUISSANCES DE PANNEAU PHOTOVOLTAIQUE

13

Pour pouvoir comparer la puissance entre les panneaux, on utilise le Watt crête (Wc), une mesure qui correspond à la puissance maximale que pourra débiter le panneau dans les conditions d'éclairement optimal STC (Standard Test Conditions).

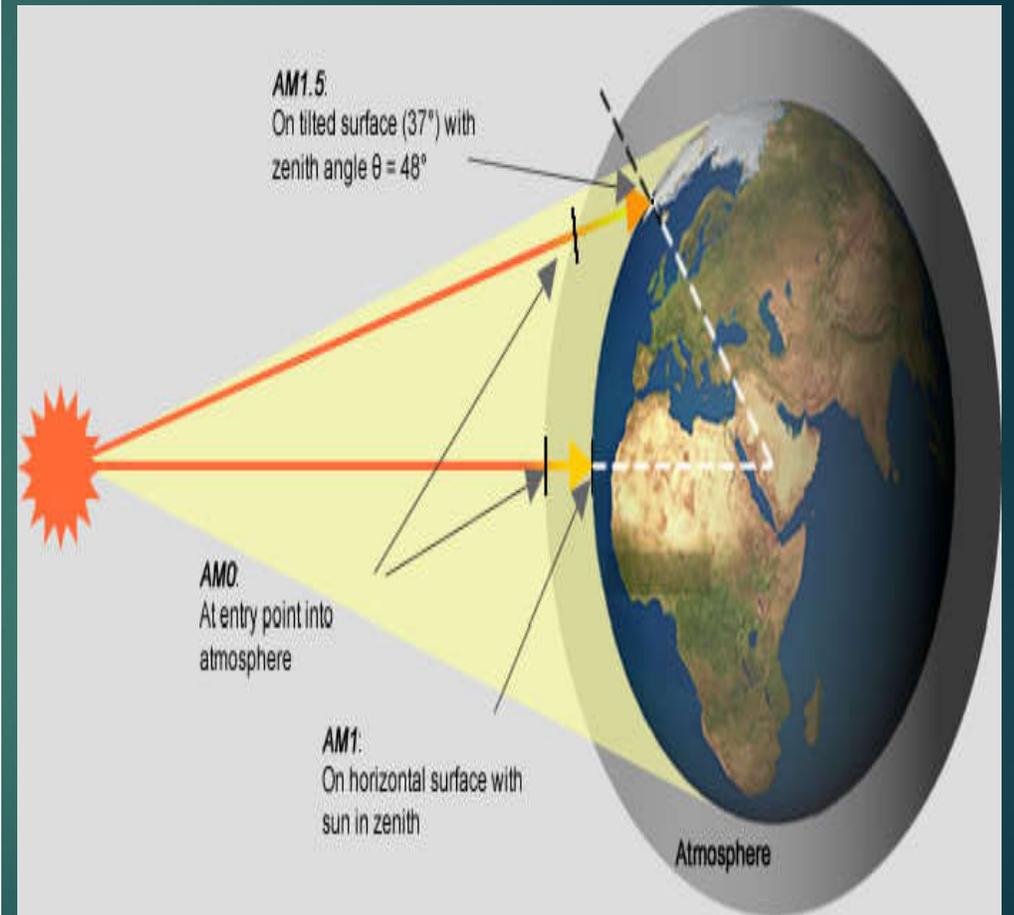
La puissance mis en jeu par les panneaux photovoltaïques est variable suivant les heures de la journée, mais aussi suivant les saisons de manière intermittente à cause des variations d'éclairement du soleil.

L'énergie produite dans des conditions réelles sera en général nettement inférieure à celle qui aurait été produite dans des conditions standards.

une fois la puissance crête connue, on peut calculer la surface de panneau photovoltaïque dont nous aurons besoin.

DESCRIPTION AIR MASS (AM)

Name	Standard	Conditions	Intensity W/m ²	Comment
AM-0	ASTME E490	Just outside the earth's atmosphere	1,353	
AM-1	CIE Publication 85	Sun overhead, sea level, horizontal surface	1,000	
AM-1.5G	ASTM G173-03 (replacing ASTM E891 & E892)	Tilted surface at 37°, zenith 48°, facing due south, albedo 0.3, turbidity 0.29, 20°C ambient temperature	963.8	Global Radiation – these conditions reflect the average of the 48 contiguous states of the US.
AM-1.5D			768.3	Direct Radiation
AM-1.5G	CIE		1,000	Same as AM-1.5G ATM E-892, however it is normalized to 1kW/m ² by simple multiplication.
AM-2		Zenith 60°.		



ESTIMATION DE LA PUISSANCE REQUISE

tenir compte des pertes dues à l'onduleur ou l'efficacité se situe entre 80% et 95%.

Charge journalière totale (Wh/j) = Consommation d'énergie (Wh/j) / 0,95

Estimation de l'ensoleillement maximal (en h/j): Fournie par un programme en ligne par exemple : **programme européen d'évaluation des ressources solaires**

Estimation de la puissance requise (en W)

Puissance du champ de modules (en W) =

Charge journalière totale (Wh/j) / Heures d'ensoleillement maximal (h/j) x 0,77

Le facteur 0,77 (0.9 x 0.85) suppose une efficacité du régulateur de charge des accumulateurs de 90% et une efficacité des accumulateurs (batterie) de 85%.

Alors le nombre de panneaux photovoltaïques est :

$N_p = \text{Puissance du champ de modules (en W)} / \text{puissance crête de panneau (en W)}$

FICHE TECHNIQUE DU PANNEAU PHOTOVOLTAIQUE

16

HELIOS ENERGY EUROPE, S.L.

FABRICACION

PHOTOVOLTAIC MODULE HEE215M

MONOCRYSTALLINE FAMILY HEE 215M

Nominal Power PMPP (W):	245
Tolerance:	±3%
Voltage MPP / Vmpp (V):	30
Current MPP / Impp (A):	8.18
Voltage OC / Voc (V):	37.25
Current SC / Isc (A):	8.67

Standard test conditions (STC):
1.000W/m² ; AM 1,5 ; 25 °C

Maximum System Voltage: 1.000 V

Product Certification:
According to procedure IEC 61215:2005


200000077483
HEE215MA67

Clase A  Made in Spain

Il est important de connaître ces données pour mener à bien une installation photovoltaïque car elles sont déterminantes pour l'acquisition des régulateurs et onduleurs concernant cette installation.

DIMENSIONNEMENT DES ONDULEURS

17

L'onduleur permet de convertir le courant continu produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif identique à celui du réseau électrique.

Les onduleurs de bonne qualité absorbent des pics de consommation de puissance de démarrage jusqu'à 2 fois leur puissance nominale (puissance de fonctionnement) sur de courtes durées.

Le choix et le dimensionnement de l'onduleur tiendront compte :

De la puissance maximale possible générée par les modules, on utilise généralement la puissance crête (conditions STC).

De la tension maximale, on utilise généralement comme tension maximale la tension générée en circuit ouvert (U_{oc}).

Caractéristiques techniques

Puissance nominale :	2000W	Arrêt ventilateur :	38°C
Puissance crête :	4000W	Câbles inclus :	Oui
Tension d'entrée :	12V	Température :	0°C à 40°C
Plage de tension d'entrée :	10-15V	Consommation à vide :	1.5A
Tension de sortie AC :	230V	Dimensions :	360x217x88mm
Fréquence :	50Hz	Poids :	4.6kg
Distortion harmonique :	<3%	Arrêt batterie faible :	10- 10.5V
Sortie USB :	Oui (DC 5V 500mA)	Protections :	polarité, surcharge, batterie
Démarrage ventilateur :	42°C	Type :	onde sinusoïdale modifiée

DIMENSIONNEMENT DES REGULATEURS DE CHARGE

19

Le régulateur assure la charge et la décharge des batteries.

Avec un régulateur classique type "PWM", la tension panneau doit être la même que celle de la batterie. On ne pourra pas utiliser des panneaux branchés en série.

Avec un régulateur MPPT, la tension panneau doit être supérieure à celle de la batterie. On peut utiliser des panneaux branchés en série.

Pour bien dimensionner un régulateur solaire, deux (02) éléments principaux sont à prendre en considération dont :

La tension maximale admissible du panneau photovoltaïque (V_{oc}) et celle de la batterie, en général 12 V, 24 V ou 48 V

l'intensité maximale de charge et de décharge : cette intensité doit être supérieur à celle du court-circuit du panneau solaire (I_{cc}) et celle de courant qu'il consomme au démarrage (exemple : cas de démarrage d'un réfrigérateur).

Caractéristiques électriques

- Courant nominal solaire, de charge ou de dérivation :

TriStar-45	45 A
TriStar-60	60 A
- Tension du circuit

12-48 V

- Précision en

12/24 V :	$\leq 0,1 \% \pm 50 \text{ mV}$
en 48 V :	$\leq 0,1 \% \pm 100 \text{ mV}$
- Tension minimale de fonctionnement 9 V
- Tension solaire max. (Voc)

125 V

- Consommation :

Régulateur	< 20 mA
Compteur	7,5 mA

→ Paramètre ①. Indique le courant maximal admissible côté Champ photovoltaïque. Dans ce cas, ce courant est limité à 45 A.

→ Paramètre ③. Indique quelle doit être la tension du parc de batteries. Dans ce cas, ce régulateur est adaptée pour la charge des parc de batteries de 12 V à 48 V.

→ Paramètre ②. Indique quelle doit être la tension du parc de batteries. Dans ce cas, la tension à vide majorée $U_{co} \times k$ du champ photovoltaïque doit être inférieure à 125 V.

DIMENSIONNEMENT DES BATTERIES

21

Une fois votre bilan de consommation effectué vous devez choisir combien de jours vous souhaitez de réserve (d'autonomie) dans vos batteries. Cela doit correspondre au minimum au nombre de jours pendant lesquels le soleil peut être absent et les batteries ne pourront pas être rechargées par les panneaux. généralement un ou deux suffisent.

il faut appliquer un coefficient de perte lié à la transformation chimique d'électricité, entre 85 et 95 % selon la qualité des batteries envisagées.

il faut ajouter un taux de décharge maximum, car on ne peut décharger à 100% une batterie. En général une valeur entre 50 et 95 % selon la qualité des batteries envisagées.

Avec des batteries AGM, Gel ou Plomb il est conseillé de ne pas dépasser 50 % de décharge (pour une durée de vie plus longue). Par contre, vous pouvez décharger les batteries lithium (LiFePo4) jusqu'à 95% de leur capacité.

DIMENSIONNEMENT DES BATTERIES

22

Voici comment effectuer un calcul pour connaître votre autonomie :

Les batteries stockent des ampères, il faut donc transformer les watts en ampères en divisant la puissance (watts) par le voltage (volts)

Capacité des accumulateurs (en Ah) :

charge journalière totale (Wh/j) x jours de stockage / tension (Vacc) x 0,42

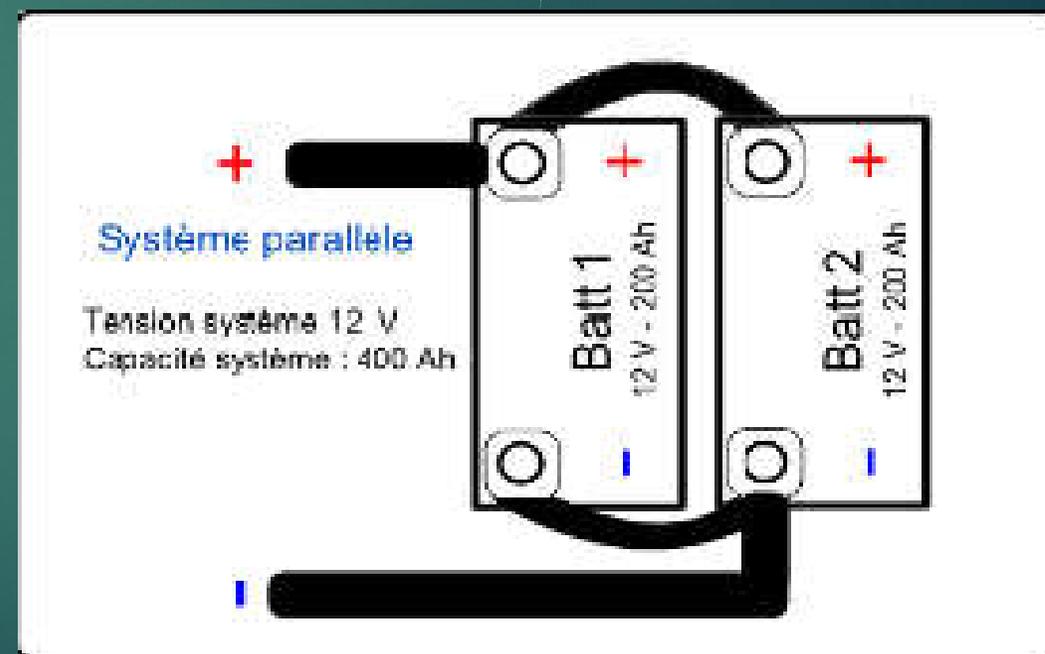
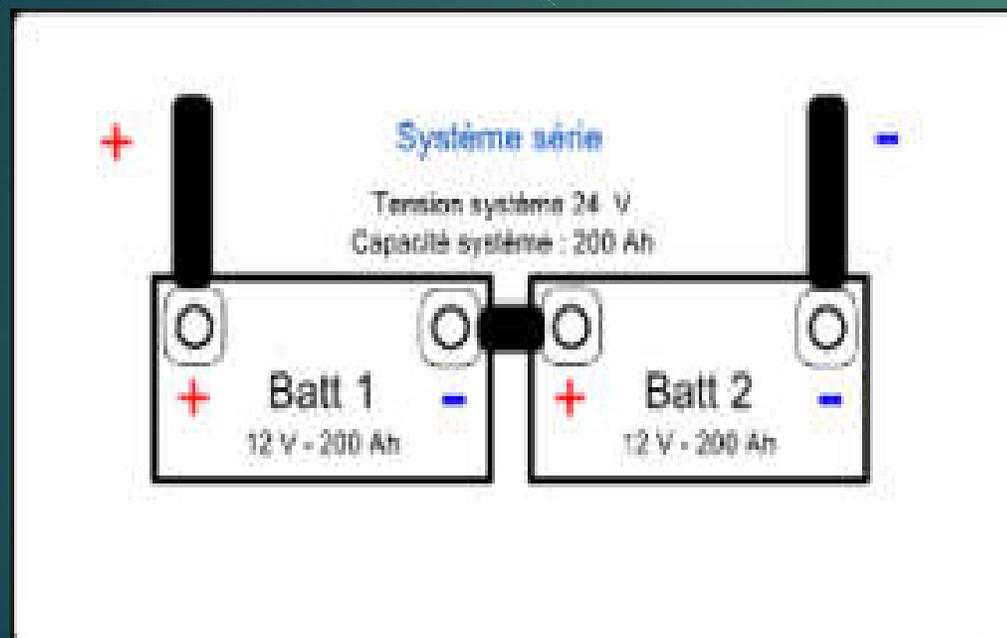
Le facteur 0,42 suppose une efficacité des accumulateurs de 85% et une décharge maximale de 50%

Tension nominale des accumulateurs (**Vacc**) est Typiquement de 12, 24 ou 48 V

MONTAGE DES BATTERIES

Les batteries mises en série ou en parallèle doivent être du même type, et avoir la même capacité et état de charge.

Augmenter le voltage du système (en passant de 12V à 24V ou 48V) permet de diminuer le diamètre des câbles nécessaires à l'installation et diminuer les pertes de charge par effet de joule.



EXEMPLE D'ESTIMATER DE LA CONSOMMATION

24

A partir de ce tableau, on va calculer la puissance requise

Appareils	Puissance en travail (W)	Temps d'utilisation quotidien (h)	Consommation totale quotidienne (Wh/jour)
1 x TV LCD	40 W	4 h	160 Wh
1 x Réfrigérateur	(150W max)*	24 h	540 Wh
1 x Borne Wi-fi	10 W	24 h	240 Wh
1 x Four micro-ondes	1000W	1/6h (10mn)	167 Wh
6 x Lampes fluocompactes 15W	90W	4 h	360 Wh
1 x Machine à laver (2000Wh/cycle)*	(2500W max)*	2 cycles / semaine	572 Wh
Total puissance en travail (W) :	3790 W		
Total conso. quotidienne (Wh/jour) :			2039 Wh/j

consommations électriques totales quotidiennes

RÉSULTATS DU PROGRAMME

En utilisant le programme européen d'évaluation des ressources solaires fournie en ligne, on déduit de l'ensoleillement maximal (en h/j) de mois le moins ensoleillé (décembre).

l'ensoleillement (en h/j) =
 E_d / P_c (kwh)

Puissance nominale du système PV: 0.1 kW (silicium cristallin)
 Pertes estimées à cause de la température et des niveaux faibles de rayonnement: 12.7% (employons température ambiante locale)
 Pertes estimées à cause des effets de la réflectance angulaire: 2.5%
 D'autres pertes (câble, onduleur, etc.): 14.0%
 Pertes conjuguées du système PV: 26.8%

Système fixe: inclinaison=33°, orientation=-3° (optimum)				
Mois	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	0.43	13.5	5.53	171
Fev	0.50	13.9	6.44	180
Mar	0.53	16.4	7.10	220
Avr	0.50	15.1	6.95	208
Mai	0.48	15.0	6.80	211
Juin	0.49	14.8	7.06	212
Jui	0.49	15.2	7.15	222
Aug	0.49	15.2	7.11	220
Sep	0.45	13.6	6.46	194
Oct	0.46	14.1	6.26	194
Nov	0.43	13.1	5.73	172
Dec	0.40	12.5	5.14	159
Moyenne annuelle	0.472	14.4	6.48	197
Total pour l'année		172		2360

E_d : Production d'électricité journalière moyenne par le système défini (kWh)

E_m : Production d'électricité mensuelle moyenne par le système défini (kWh)

H_d : Moyenne journalière de la somme de l'irradiation globale par mètre carré reçue par les modules du système défini (kWh/m²)

H_m : Somme moyenne de l'irradiation globale par mètre carré reçue par les modules du système défini (kWh/m²)

EXEMPLE DE CALCUL

Charge journalière totale (Wh/j) = 2039(Wh/j) / 0,95 = 2147 (Wh/j)

Efficacité de l'ondulateur 95%.

Estimation de l'ensoleillement maximal (en h/j) = 4 (h/j) : Fournie en ligne par le programme européen d'évaluation des ressources solaires.

Estimation de la puissance requise (en W)

Puissance du champ de modules (en W) = 2147(Wh/j) / 4 (h) x 0,77 = **697(W)**

Le facteur 0,77 (0.9 x 0.85) suppose une efficacité du régulateur de charge des accumulateurs de 90% et une efficacité des accumulateurs (batterie) de 85%.

Capacité des accumulateurs (en Ah) :

2147 (Wh/j) x 2 (J) / 12 (V) x 0,42 = **852 (Ah) ou 426 (Ah) SI 24V**

Le facteur 0,42 suppose une efficacité de 85% et une décharge de 50%.

Alors le nombre de panneaux photovoltaïques est :

$N_p = 696 (W) / 100 (W) = 7 (\text{panneaux})$

CONCLUSION

La puissance produite par les panneaux photovoltaïques dépend à la fois de la qualité de panneau solaire, l'environnement et les pertes lors de la conversion, du stockage en batterie ou du passage dans les câbles, qui sont de l'ordre d'une dizaine de pourcents.

Le principe fondamental à suivre est que le dimensionnement d'un système doit s'aborder sous deux angles. Celui du champ photovoltaïque, le nombre de panneaux, et celui du parc de stockage, le nombre de batteries et ses options de raccordement pour jouer sur sa puissance.

Ces angles font respectivement appel à la considération de divers paramètres (conditions d'ensoleillement, durée et puissance consommée voulues) et constantes (caractéristiques du matériel, règles d'utilisation et d'optimisation des équipements).

**Merci pour votre
attention**