

Dimensionnement d'un système photovoltaïque

Correction.

Energie nécessaire.

Alimenté en 230V AC, la puissance en amont du chargeur vaut $P_{AC} = 30$ watts (pour un ordi déjà chargé avant utilisation, pour un ordi dont la batterie est complètement vide, on trouve : **XXX**). Le rendement du chargeur $\eta_{AC-DC} = 80\%$

La puissance de l'ordi P_{ORDI} vaut :

$$P_{ORDI} = P_{AC} \cdot \eta_{AC-DC} = 24W$$

Le système à alimenter est un ordinateur utilisé $H_{JOUR} = 5h$. On note E_{JOUR} l'énergie journalière nécessaire.

$$E_{JOUR} = P_{ORDI} \cdot H_{JOUR} = 120 Wh$$

Structure du système.

Fonctions essentielles du régulateur de charge :

*protéger la batterie contre les surcharges (on arrête la charge quand la tension de batterie atteint un seuil donné)

*protéger la batterie contre les décharges profondes. La tension minimale dépend du type de batterie.

batterie voiture Pb plaque fine (DOD max = 10%)

batterie Pb plaque épaisse pour applications solaire (DOD max = 60%)

batterie NimH ou Liion on peut les décharger complètement (ou presque)

*pour les batteries Pb, charge d'égalisation.

*pour les régulateurs à PWM : recharge du MPP (maximum power point) : commande MPPT.

Le panneau a un rendement photovoltaïque η_{PV} ; mais il ne travaille pas forcément au point de puissance maximale (cf fig. 1), cela dépend de la qualité de la commande du régulateur de charge.

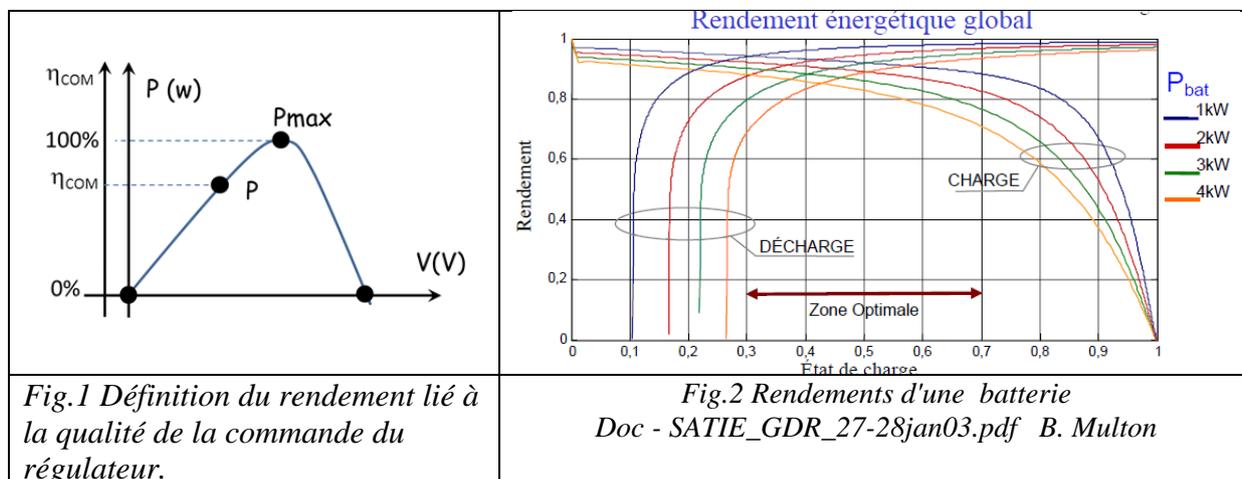
On introduit un rendement $\eta_{COM} = 90\%$ pour prendre en compte cette perte de puissance.

$$\eta_{COM} = P/P_{MAX}$$

Le régulateur de charge a un rendement $\eta_{REG} = 90\%$.

Pour la batterie, la détermination du rendement est extrêmement complexe (cf figure 2). On considère un rendement charge ($\eta_{CH} = 70\%$) et de décharge ($\eta_{DECH} = 100\%$)

Le rendement de l'onduleur ($\eta_{OND} = 90\%$) est pris en compte ainsi que celui du chargeur ($\eta_{AC-DC} = 80\%$).



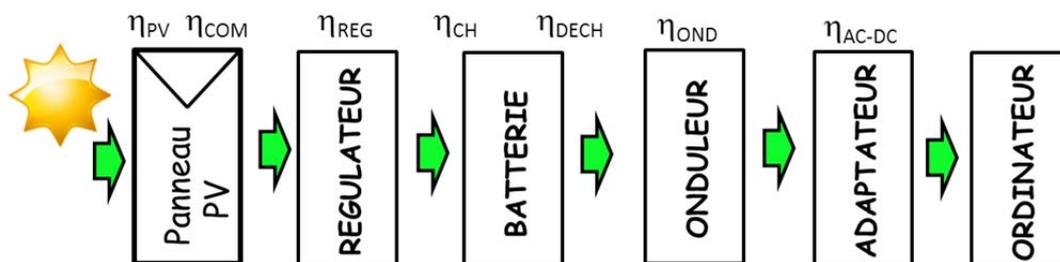


Fig.3 Eléments de la chaîne énergétique.

Par jour, l'ordi utilise E_{JOUR} . La batterie doit donc fournir $E_{\text{BATT_JOUR}}$

$$E_{\text{BATT_JOUR}} \cdot \eta_{\text{DECH}} \eta_{\text{OND}} \eta_{\text{AC-DC}} = E_{\text{JOUR}}$$

$$E_{\text{BATT_JOUR}} = 167 \text{ Wh}$$

Gisement lumineux.

Le système doit fonctionner toute l'année. Le pire des cas est en décembre qui est le mois où l'irradiation est la plus faible. $G_{\text{DEC}} = 1,03 \text{ kWh/m}^2/\text{j}$.

Il faudrait placer les panneaux orientés au Sud et inclinés entre 50 et 60° pour maximiser l'irradiation les mois d'hiver (cf tableau ci-dessous).

Inclinaison (°)	0	20	40	50	60	80
Irradiation (kWh/m ²)	1,03	1,28	1,44	1,47	1,48	1,39

Irradiation en fonction de l'inclinaison à Toulouse orientation Sud (Calsol)

Ici, on impose un placement des panneaux à l'horizontal.

Il faut noter la variabilité importante de l'irradiation journalière comme le montre les données journalières à l'Herm. On fera donc un dimensionnement basé sur un ensoleillement moyen.

On suppose que la batterie pourra assurer les jours de pluie (à vérifier en fin de TD).

Les panneaux photovoltaïques.

On reporte V_{oc} , I_{sc} , P_{max} , V_{opt} , I_{opt} sur les graphes $I(V)$ et $P(V)$.

On note S la surface de ce panneau : $S = 0,1844 \text{ m}^2$.

$$\eta_{\text{PV}} = \frac{P_{\text{MAX}}}{G \cdot S} \quad \text{AN : } \eta_{\text{PV}} = 11,9 \%$$

On constate que la puissance maximale est presque proportionnelle à l'irradiance.

Le rendement est donc pratiquement constant, cela est vrai sur une large plage d'irradiance.

Plus précisément on obtient la courbe suivante:

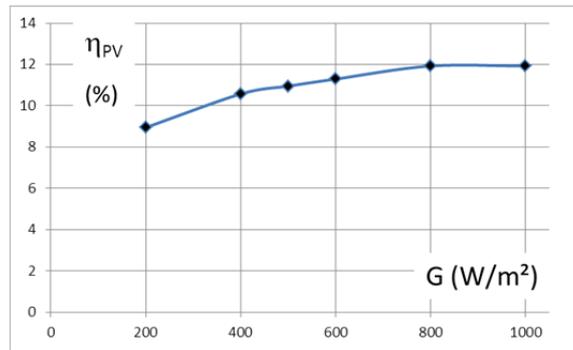


Fig.4 Lien entre η_{PV} et l'irradiance @25°C

Si la température passe de 25 à 60°C, la variation est de 35°C, ce qui correspond à une baisse de 15%, soit 3,3 watts pour 22 watts à 25°C.

Pour la suite des calculs, on prendra un rendement $\eta_{PV} = 10\%$ (on sous estime un peu le rendement des panneaux par sécurité (température du panneau < 25°C => rendement plus fort mais luminosité faible => rendement plus faible).

L'énergie E_{IN} qui est stockée dans la batterie par jour est donnée par la relation :

$$E_{IN} = G_{DEC} \cdot S \cdot \eta_{PV} \cdot \eta_{COM} \cdot \eta_{REG} \cdot \eta_{CH}$$

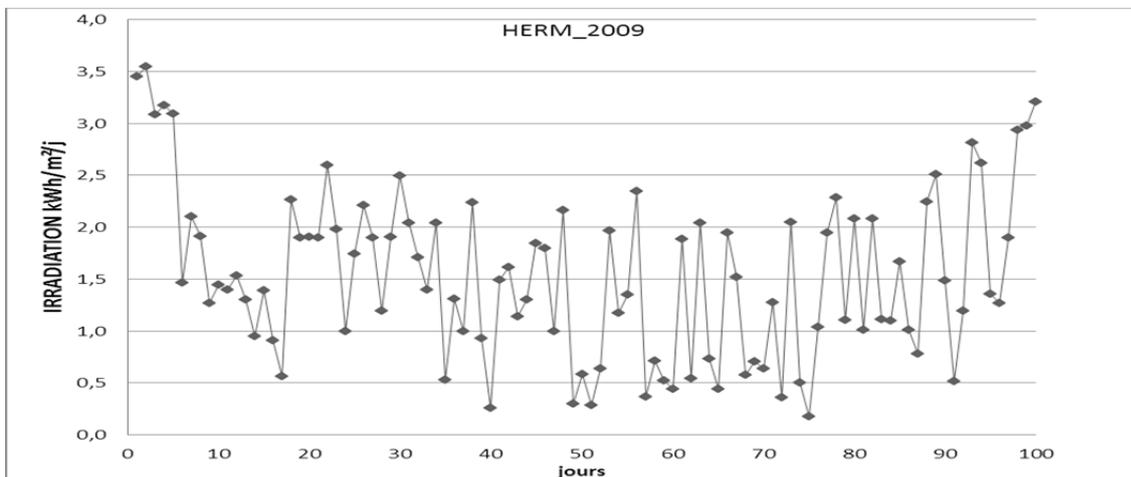
Il convient donc d'avoir un apport \geq à la demande, soit :

$$E_{IN} \geq E_{BATT_JOUR}$$

On en déduit la surface de 2,93 m².

La batterie.

Ce dimensionnement a été fait avec une valeur d'irradiation moyenne mensuelle pondérée en plus sur 10 ans. On constate sur la figure ci-dessous que l'on peut avoir 4 jours consécutifs où l'irradiation est inférieure à 1,03 kWh => le système photovoltaïque ne pourra pas recharger la batterie correctement, elle va se décharger progressivement.



Zoom sur les données journalières entre le jour 300 et le jour 400.

Une batterie de voiture accepte une profondeur de décharge (DOD deep of discharge) de 10%, sinon, elle se détériore rapidement. On souhaite N jours d'autonomie (N = 4).

L'énergie totale de la batterie est $E_{BAT} = C \cdot V$; C en Ah et V en volts.

Il faut donc

$$N \cdot E_{BATT_JOUR} = DOD \cdot E_{BAT} = DOD \cdot C \cdot V$$

On en déduit une valeur de capacité de 557 Ah. La batterie proposée ne convient donc pas. Il conviendra donc d'en choisir une autre ou d'accepter de ne pas faire d'ordinateur les jours de

pluie! Si on veut juste une journée d'autonomie (charge le jour et utilisation la nuit par exemple), il faut $C = 140 \text{ Ah}$. La référence Intact Solar-Power 140 - 140Ah (C100) 12V chez surtec convient (300€).

Rq : On préférera prendre une batterie de 12V 200 Ah plutôt que deux batteries de 100 Ah mise en parallèle.

Les fonctions du régulateur sont : protection de la batterie contre la surcharge et la décharge.

Pour les régulateurs avec une PWM (1 de gré de liberté: régulation de la tension, ou fonctionnement à P_{\max} , ou à I donné) cf doc.

Pour la MPPT cf cours.