



## Le régulateur de charge et de contrôle dans un système Photovoltaïque Autonome

ASSEM Houria

Attachée de Recherche

Division Energie solaire Photovoltaïque - CDER

E-mail : h.assem@cder.dz

### Introduction

Selon des estimations de l'Union européenne, plus de deux milliard le nombre de personnes qui n'auront probablement jamais accès à un grand réseau électrique. Le coût élevé des investissements nécessaires à l'extension des réseaux publics, ainsi que les besoins limités des contrées reculées concernées continueront de faire obstacle à leur raccordement à moyen terme. C'est pourquoi, les systèmes photovoltaïques autonomes en site isolé constituent une alternative intéressante et représente souvent la solution la plus économique en pareille situation

### Installation photovoltaïque autonome

Une installation photovoltaïque autonome comprend trois-sous-systèmes (figure 1) :

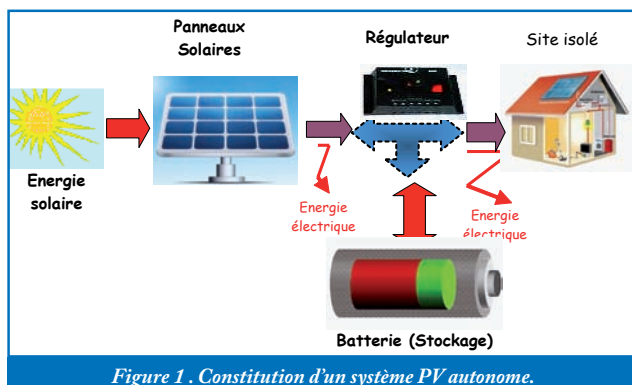


Figure 1 . Constitution d'un système PV autonome.

1. Le champ de modules : produit l'énergie.
2. Le système de régulation : gère le système photovoltaïque.
3. Le système de batteries : stocke l'énergie.

### Une particularité du module photovoltaïque

Les modules photovoltaïques ont un point commun : la tension et le courant qu'ils débitent, varient en fonction de l'ensoleillement et de la température. A cet effet, il faut donc gérer au mieux cette variabilité imprévisible de production d'énergie.

### Le régulateur solaire de charge et de contrôle

Un régulateur de charge appelé aussi contrôleur de charge, est un système ou appareil électronique fonctionnant de façon complètement automatique auquel sont raccordés le générateur (modules PV) la batterie ainsi que d'éventuels équipements de l'installation.

### Le rôle du régulateur de charge et de contrôle PV

Le régulateur de charge principalement sert avant tout à contrôler l'état de la batterie. Il existe plusieurs valeurs limites correspondant chacune à un type de protection différent : surcharge, décharge profonde, température de fonctionnement, court-circuit, etc. Les nouvelles générations de régulateurs, quant à eux, sont de plus en plus perfectionnés et proposent des fonctionnalités plus nombreuses et de plus en plus évoluées.

#### • La prise en charge de plusieurs modes de charges

La charge idéale d'une batterie ne se fait pas à tension constante (1). Les batteries à décharge profonde demandent d'être rechargées en trois étapes distinctes (figure 2). Elles ont besoin d'une charge rapide pulsée (bulk ou boost) suivie d'une charge lente (absorption). Ensuite le voltage est abaissé et maintenu à valeur fixe ; charge de maintien ou phase d'entretien (float).

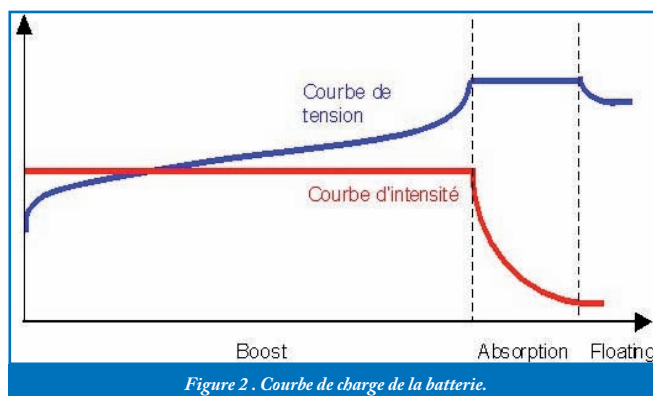


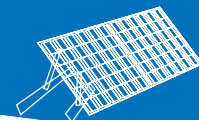
Figure 2 . Courbe de charge de la batterie.

#### • Contrôle de la décharge profonde (le délestage)

Une décharge trop profonde provoque une sulfatation des électrodes. La tension d'arrêt permet de déterminer le seuil de décharge profonde. Ainsi, dès que le régulateur détecte la tension d'arrêt, il déconnecte la batterie des équipements électriques, ce qui permet d'éviter la décharge profonde et les conséquences néfastes sur la durée de vie de la batterie. C'est ce qu'on appelle le délestage. Il s'agit donc d'une procédure de sécurité permettant de protéger la batterie.

#### • La fonction MPPT

Le contrôle et l'optimisation des paramètres de fonctionnement des composants de l'installation (générateur, batterie, etc.) via des mécanismes de type MPPT («Maximum Power



Point Tracking» c'est-à-dire «Poursuite du point de puissance maximal»).

Le contrôleur/régulateur MPPT mesure et compare en permanence, la tension délivrée par le module avec celle du dispositif batterie. Il calcule alors le niveau de puissance maximum que :

1. Le module peut délivrer à la batterie.
2. La batterie est capable de recevoir.

A partir de cette valeur de puissance, il détermine la tension (voltage) la plus adaptée afin d'avoir le maximum d'Am-pères dans la batterie.

#### • *Compensation de la température*

La compensation de la température est un dispositif incorporé dans beaucoup de contrôleurs de charge (régulateurs).

Pour réaliser le contrôle de la température, une sonde de température est utilisée. Cette sonde de température peut être intégrée au régulateur ou déportée sur la batterie.

#### • *Indiquer l'état de l'installation photovoltaïque*

##### *Mesures instantanées*

En option, le régulateur peut à tout moment afficher différents paramètres à savoir : La tension de la batterie, le courant de charge, le courant d'utilisation, c'est-à-dire le courant appelé par les équipements électriques. Cela permet un contrôle visuel de l'installation par l'utilisateur.

##### *Acquisition des données*

Egalement, un système d'acquisition et de sauvegarde des données journalières peut permettre d'analyser le comportement de l'installation depuis sa mise en service :

- La production électrique photovoltaïque, en kWh.
- La consommation électrique journalière des équipements électriques, en kWh.
- Les tensions minimales et maximales journalières aux bornes de la batterie.

#### **Types de régulateurs photovoltaïques**

On peut distinguer deux grandes familles de régulateurs (2) si on s'intéresse particulièrement à leur structure, ceux où la connexion est directe entre le module photovoltaïque et la batterie, et ceux où la connexion comporte un étage intermédiaire d'adaptation d'impédance. Dans ces deux types de famille on peut citer :

#### • *Les régulateur série / shunt*

Ces régulateurs à connexion directe doivent intégrer les fonctionnalités de charge, décharge et sécurité citées pré-

cedement. Deux types de régulateurs sont appropriés à ces exigences : le régulateur série et le régulateur shunt.

La différence majeure entre les deux structures est le moyen de déconnecter l'énergie produite par le module photovoltaïque de la batterie. Dans la majorité des régulateurs, les interrupteurs sont des MOSFET.

#### • **Le régulateur « PWM » (Pulse Width Modulation)**

Certains régulateurs réalisent une commande PWM, le rapport cyclique variant selon l'énergie à fournir à la batterie afin de réaliser une charge à tension constante. Celui-ci est un peu plus subtil que le « tout ou rien » : Les régulateurs solaires traditionnels intégrant la technologie PWM relient les panneaux solaires au banc de batteries. Dans cette utilisation directe, la tension de sortie des panneaux est réduite à la tension nominale des batteries.

#### • **Le régulateur « MPPT »**

Ce régulateur est actuellement la meilleure solution. Il contient un microprocesseur et un convertisseur de tension qui permet de tirer toute l'énergie du module photovoltaïque malgré les variations de production de ces générateurs. L'idée est d'introduire un étage intermédiaire entre le module PV et la batterie qui sera constitué par le convertisseur DC-DC.

Le fonctionnement est le suivant: Les régulateurs MPPT traquent la tension  $V_{mp}$  des modules. Ils balayent une plage de tension en entrée pour déterminer constamment à quel point se trouve la puissance maximale délivrée par les modules. Le régulateur MPPT prélève la puissance à cette tension  $V_{mp}$  et la renvoie vers les batteries sous une tension plus basse, ce qui a pour effet d'augmenter le courant de charge. La puissance est égale au produit de la tension et du courant, ainsi, si la tension est réduite, le courant augmente nécessairement pour maintenir le ratio entrée/sortie égal. Pour un rendement de 100% : Puissance d'Entrée = Puissance de Sortie.

#### **Conclusion**

Le régulateur solaire de charge et de contrôle est indispensable dans une installation photovoltaïque autonome pour la bonne fonctionnalité de ses éléments (batterie) et la bonne gestion de l'énergie.

#### **Références**

1. E. Koutroulis and K. Kalaitzakis, "Novel Battery Charging Regulation System for Photovoltaic Applications", IEE Proc. Electr. Power Appl., Vol. 151 N°2, pp.191 - 197, March 2004.
2. Anne Labouret-Michel Vilozz, "Energie solaire photovoltaïque". Le manuel du professionnel. Dunod 3ème édition 2003.