

### 3.5. Convertisseur DC/AC (Onduleurs)

#### 3.5.1 Fonction et classification des Onduleurs

La fonction principale d'un convertisseur DC/AC est d'alimenter la charge de type alternative d'une source continue générateur PV ou batterie. Le convertisseur peut avoir d'autres tâches telles que la fonction d'un régulateur de charge pour batteries et l'adaptation d'impédance c'est à dire de faire forcer le générateur à travailler dans sa zone de puissance maximale.

Selon l'application envisagée, les convertisseurs sont classés en deux classes : onduleurs autonomes et onduleurs raccordés aux réseaux conventionnels.

#### 3.5.2 Onduleurs autonomes

On dit un onduleur autonome si la charge alimentée n'a aucune liaison avec d'autres sources d'énergie. On a les convertisseurs qui alimentent les charges de type alternatif et les moteurs dans les motopompes solaires à courant alternatif.

#### 3.5.3 Onduleurs connectés au réseau

Les onduleurs connectés aux réseaux représentent une interface entre le générateur PV et le réseau. Ils peuvent comprendre des transformateurs qui servent comme isolation galvanique ou élévation de la tension.

#### 3.5.4 Technologies des onduleurs couplés au réseau

Les onduleurs couplés aux réseaux ont plusieurs topologies selon le système PV à implanter.

##### 3.5.4.1 Onduleurs centralisés (central inverter) :

Un onduleur centralisé de forte puissance transforme l'ensemble du courant continu produit par un champ de cellules solaires en courant alternatif. Le champ de cellules solaires est en règle générale constitué de plusieurs rangées connectées en parallèle. Chaque rangée est elle-même constituée de plusieurs modules solaires connectés en série. Pour éviter les pertes dans les câbles et obtenir un rendement élevé, on connecte le plus possible de modules en série (figure 3.8).

Ces onduleurs peuvent être utilisés dans des installations à tension élevée (par exemple 30kV) ou dans des installations à tension faible (220V/380V).

Ce type de convertisseurs se caractérise par un rendement élevé et un prix bas par kW. Cependant cette configuration a de quelques inconvénients:

- dans le cas de l'utilisation d'un MPPT, la recherche est faite pour l'ensemble ; ce qui diminue le rendement due à la non « mismatching » des modules (le point de puissance maximale d'un module n'est pas forcément le même pour l'ensemble) .
- le passage des nuages peut influencer sur la production du système.
- si l'onduleur tombe en panne c'est tout le système qui est en panne.

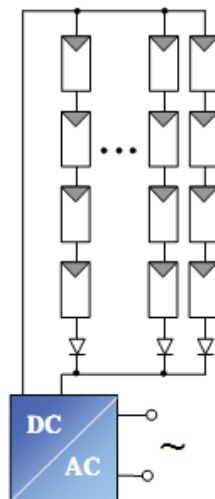


Fig. 3.8 Topologie d'un onduleur central

**3.5.4.2 Onduleurs « String » ou « de Rangée »**

Le champ PV est devisé en rangées parallèles (figure 3.9). Chaque rangée est souvent constituée de huit (ou plus) de modules solaires connectés en série avec un onduleur (onduleur String). Cette configuration est la plus utilisée. Elle présente quelques avantages par rapport à la précédente:

- le rendement du champ est amélioré (on cherche le point maximal par rangée ; ce qui réduit la non adaptation des modules).
- l'effet de l'ombrage sur certaines parties des modules ne fait qu'exclure que cette partie et non l'ensemble.
- Cette topologie permet l'utilisation de différentes technologies de modules et différentes orientations des panneaux ( nord, est, west, sud) en même temps.
- si un onduleur tombe en panne, seule la production de la rangée concernée est défailante.

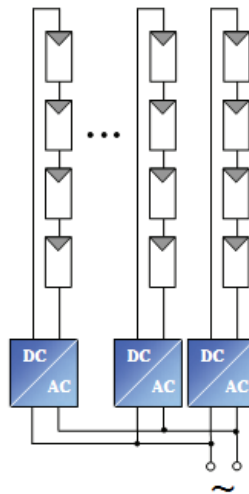


Fig. 3.9 Topologie onduleur string

**3.5.4.3 Onduleurs modulaires (module inverter)**

Suivant ce concept, chaque module solaire dispose d'un onduleur individuel (fig. 3.10). Pour les installations plus importantes, tous les onduleurs sont connectés en parallèle coté courant alternatif. Les onduleurs modulaires sont montés à proximité immédiate du module solaire correspondant. Cette configuration nécessite une augmentation de la maintenance et câblage coté courant alternatif.

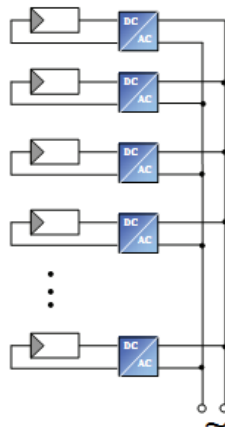


Fig. 3.10 Onduleur intégré au module

**3.5.5 Configuration des Systèmes PV avec des hacheurs**

Pour une bonne exploitation de la puissance fournie par les générateurs PV, les systèmes doivent munir des convertisseurs DC/DC. Les convertisseurs DC/DC peuvent être placés selon la topologie choisie :

- Un convertisseur DC/DC placé entre l'onduleur central et le générateur PV.
- Un convertisseur DC/DC placé au niveau de chaque rangé de modules en série.
- Un convertisseur DC/DC placé au niveau de chaque module de chaque rangé.
- Un convertisseur DC/DC placé entre le module et son onduleur pour le cas des onduleurs modulaires.

### **3.5.6 Exigences**

Les onduleurs connectés aux réseaux électriques nécessitent certaines précautions :

- déconnecter automatique en cas d'absence de réseau ;
- production minimale d'harmoniques (onde sinusoïdale)
- précision élevée de la fréquence.

### **3.5.7 Mode d'alimentation des onduleurs**

L'énergie est fournie soit par le GPV ou par le réseau électrique.

#### **Premier cas :**

- *Avantage*: ne consomme pas la nuit.
- *Inconvénient*: pas de système de mesure continue possible.

#### **Deuxième cas:**

- *Avantage* : régularité et stabilité de l'alimentation
- *Inconvénient* : consommation continue.

### **3.5.8 Bibliographies**

- [1] Falinirina F. Rakotomananandro, Study of photovoltaic system, Thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree master of science in the graduate school, Ohio State University, 2011.
- [2] Arno HM Smets, Klaus Jäger, Olindo Isabella, René ACMM van Swaaij, Miro Zeman, Solar energy. The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and Systems, UIT Cambridge, England, 2016.
- [3] F. Iov et al. ,Power electronics and control of renewable energy systems, PEDS, 2007.
- [4] Huiying Zheng, Solar photovoltaic energy generation and conversion – from devices to grid integration. Thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the Department of electrical & Computer Engineering, University of Alabama, U.S. , 2013.
- [5] Samir Kouro et al., Grid-Connected Photovoltaic Systems: An Overview of Recent Research and Emerging PV Converter Technology, IEEE Industrial Electronics Magazine, 2015.