



Stage au laboratoire électronique de puissance Ecole polytechnique, Université Carlos III, UC3M Madrid

HASSAINE Linda
Maitre de Recherche A
Equipe Economie et Maitrise de l'Energie
Division Energie Solaire Photovoltaïque - CDER
E-mail : l.hassaine@cder.dz

Dans le cadre du programme de formation à des stages scientifiques de courte durée, j'ai effectué un séjour scientifique (du 09 au 24 Novembre 2015) au laboratoire d'électronique de puissance GSEP de l'Université Carlos III de Madrid. Les travaux réalisés durant ce stage étaient orientés principalement sur les onduleurs et les centrales photovoltaïques (PV) connectées au réseau électrique ; en prenant connaissance des axes de recherche développés au laboratoire concernant les onduleurs PV et les méthodes adaptées à leur fonctionnement. Il s'agit principalement de travailler sur les centrales PV de petites puissances réalisées au niveau du laboratoire en s'intéressant à un cas déjà installé. Un autre point très important abordé, est l'intégration au réseau électrique.

1. banc d'essais de caractérisation des onduleurs

Pour les onduleurs photovoltaïques le laboratoire est doté d'un banc d'essais de caractérisation des onduleurs. Ce banc permet le test des onduleurs photovoltaïques sous différents régimes opératoires selon les normes internationales. La figure 1, représente les différents équipements constituant le banc.

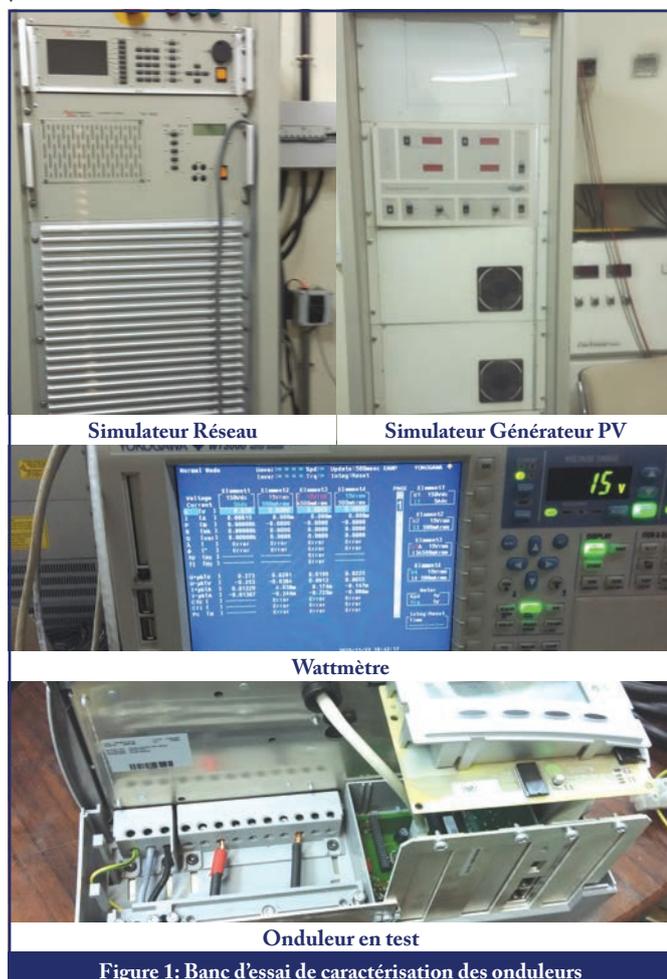


Figure 1: Banc d'essai de caractérisation des onduleurs

Avec le simulateur du générateur photovoltaïque, l'alimentation de l'onduleur peut être programmée selon les caractéristiques des modules photovoltaïques et les changements des conditions météorologiques (irradiation et température) dans n'importe quel site à étudier. Il suffit juste de programmer le simulateur PV, en introduisant des fichiers de données contenant les informations climatiques pour avoir une production photovoltaïque identique à un fonctionnement réel et ceci au sein du laboratoire.

D'un autre côté, la sortie de l'onduleur photovoltaïque est connectée au simulateur de réseau électrique capable de simuler la forme d'onde électrique voulue, avec une variation de la tension, de la fréquence et génération des harmoniques selon la norme IEC/EN 61000-4.

Le banc d'essai contient en plus un logiciel pour l'analyse et le test des onduleurs photovoltaïques selon toutes les normes de références. Il contient aussi un système d'acquisition de données de haute précision pour entreprendre les différentes mesures électriques nécessaires à l'analyse.

2. Installations photovoltaïques connectées au réseau

Plusieurs centrales de petites puissances sont installées au laboratoire figure 2. L'objectif est l'étude et la comparaison de différentes technologies, Modules Monocristallin, polycristallin et amorphe. Les centrales utilisent principalement des onduleur SMA avec transformateur.

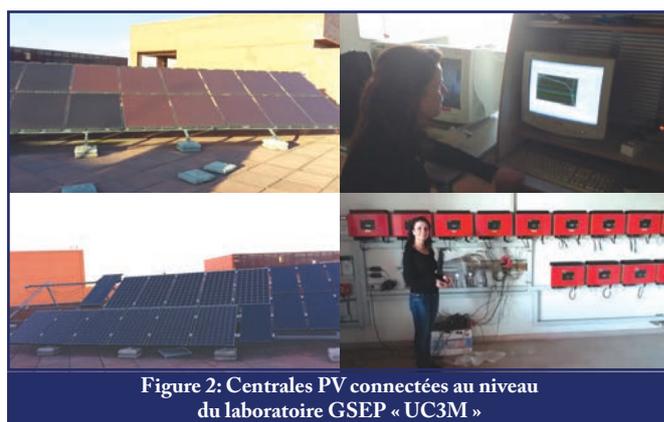


Figure 2: Centrales PV connectées au niveau du laboratoire GSEP « UC3M »

Le suivi des centrales, est accessible sur le portail 'Sunny Portal' en utilisant WEBCONNECT pour échanger en direct les données. Parfaitement adapté pour la surveillance en ligne de petits systèmes PV, Webconnect offre un accès gratuit au Sunny Portal. Il est simple à utiliser, nécessitant un accès Internet seulement et un routeur DSL.

Une fois configuré, on accède aux données pour les afficher dans un format clair chaque fois que nécessaire. La figure 3 montre le suivi et monitoring d'une centrale dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant :



Tableau 1. Caractéristiques techniques de la centrale photovoltaïque

Site :	Leganes, Espagne, Mise en service: 01/03/2011.
Puissance de l'installation:	2,860 kWp,
Production annuelle:	env. 4 290 kWh (1 500 kWh/kWp),
Réduction de l'émission de CO2:	env. 3,0 tonnes par an
Modules:	15 x Kaneka G-EA060, 8 x Kaneka U-EA110, 6 x Atersa A-180P
Azimut:	0°,
Angle d'inclinaison:	30°
Communication:	[Sunny WebBox] Sunny WebBox
Onduleur:	[Sunny Boy 1200] 3 x Sunny Boy 1200
Sondes:	[Sunny Sensorbox] 5 x Sunny Sensorbox

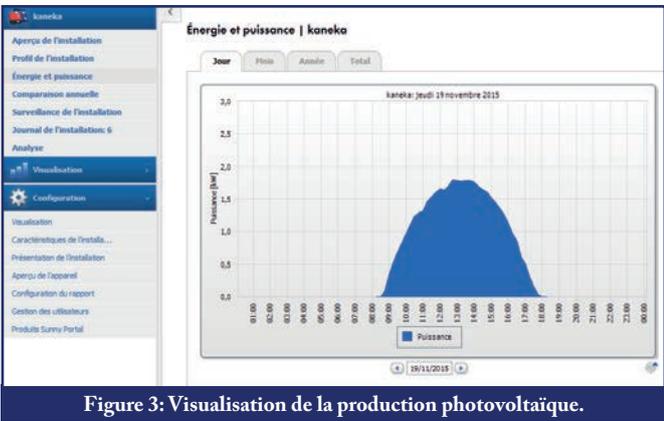


Figure 3: Visualisation de la production photovoltaïque.

3. séminaire sur les onduleurs et l'intégration au réseau électrique

Un séminaire sur les onduleurs photovoltaïque et la régulation des installations photovoltaïque a été organisé par le laboratoire avec la participation des concepteurs des onduleurs et des installateurs du photovoltaïque en Espagne , GPTEC, JEMA, ZIGOR, Ingeteam Power Technologie, Wynnertech et Gamesa. Plusieurs points ont été abordés :

- Exposition des solutions pour les installations de grande puissances et l'intégration au réseau électrique, présenté par : GPTEC, JEMA, ZIGOR, Ingeteam Power Technologie, Wynnertech et Gamesa. GP-Tech.
- Evaluation économique d'une installation photovoltaïque, présenté par : D. Pablo Valera, CEO de Astrom Technical Advisors (ATA), S.L.
- Présentation du nouveau schéma de Certification IECRE, présenté par : D. Miguel Martínez, Directeur de Certification de CERE

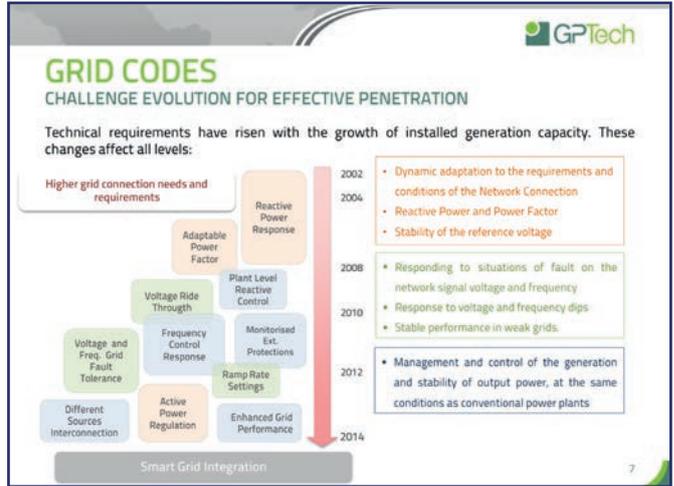
Les solutions pratiques d'intégration au réseau électrique des centrales photovoltaïques données au séminaire sont adoptées par quelques pays, selon le grid codes local en tenant compte des exigences du réseau, à savoir :

- Variation de la tension
- Variation de la fréquence
- Capacité de puissance réactive, Facteur de puissance minimum (PF)
- Contrôle de la fonction Q-V (puissance réactive-tension)
- Ecrêtage de P (puissance active)
- Qualité de l'énergie

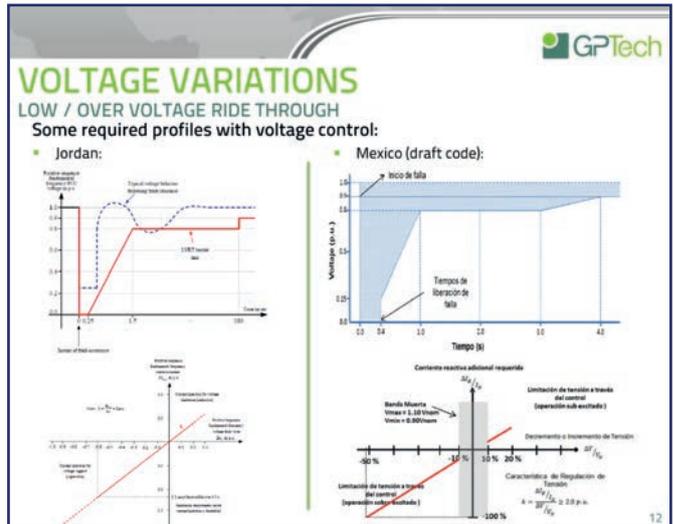
- Signaux, contrôles et communications.

Les onduleurs photovoltaïques connectés au réseau doivent être conçu pour respecter le grid code spécifique de chaque pays.

Evolution du grid codes 2002-2014, pour l'intégration au réseau



Exemples de variation de tensions et creux de tensions pour quelques pays.



Conclusion

Le stage effectué a été très riche du point de vue pratique. On s'est basé essentiellement sur l'étude des performances des installations photovoltaïques connectées au réseau. Différentes installations de petites et moyennes puissance et multi technologie ont été analysées.

D'autre part, la caractérisation des onduleurs photovoltaïques connectés au réseau a été abordée mais comme le stage était d'une courte période, il n'a pas été possible de trop s'approfondir sur cette partie. Toutefois, l'approche globale a été bien assimilée. Un Banc d'essai pour le test et la caractérisation des onduleurs photovoltaïques connectés au réseau électrique est indispensable afin de développer cet axe de recherche et de tester les prototypes réalisés.