

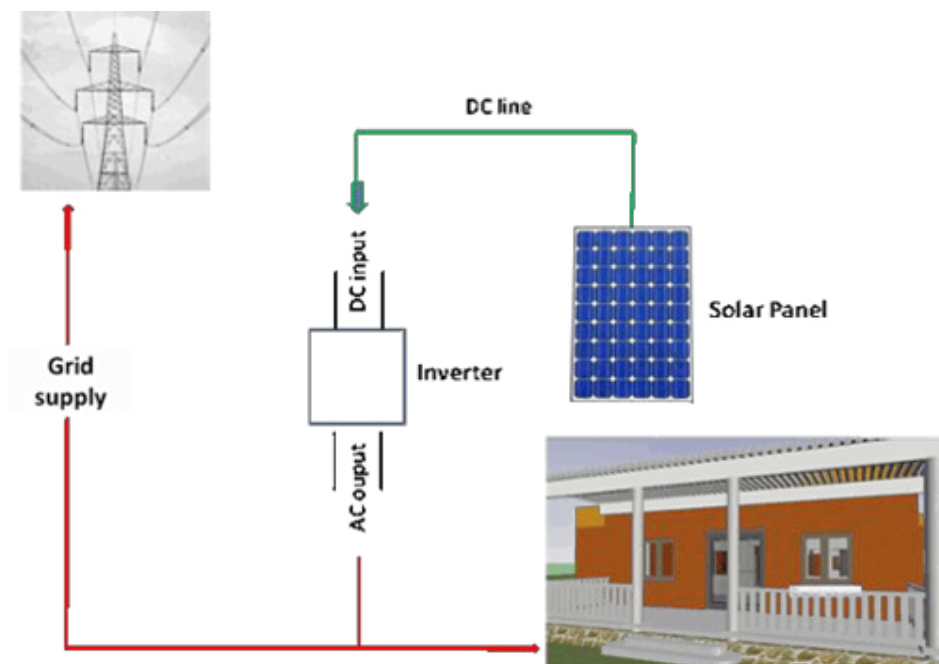
Université d'été sur l'énergie solaire photovoltaïque et son intégration au réseau électrique

destinée aux Doctorants Marocains des filières photovoltaïques

06- 07 Juillet 2021

Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Khouribga

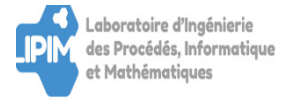
Université Sultan Moulay Slimane



Objectifs :

Cette formation a pour objectif de contribuer à former des spécialistes de haut niveau capables d'appréhender et de gérer des projets photovoltaïques complexes, d'augmenter leurs performances et réduire leurs coûts de productions.

Introduction



Au Maroc, comme partout dans le monde, les besoins en électricité ne cessent d'augmenter tous les jours au rythme de l'industrialisation et l'amélioration du niveau de vie des populations. En face de cela, l'enjeu climatique implique une production d'électricité de plus en plus propre. Cependant, vu l'urgence, la solution ne peut plus passer uniquement par la production centralisée d'électricité. Elle doit aussi concerner les modes de consommation et la production d'énergie décentralisée et renouvelable. Parmi les sources d'énergies renouvelables, le photovoltaïque apparaît comme étant l'une des sources ayant le plus fort potentiel au pays.

Compte-tenu des niveaux élevés d'irradiation solaire et de la baisse continue du prix du PV, et compte-tenu de la hausse continue des tarifs d'électricité au Maroc, l'industrie photovoltaïque devrait ainsi représenter un terrain d'investissement de premier plan pour le pays, en particulier le PV raccordé à la MT et la BT.

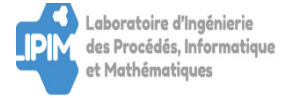
Conscients des potentialités qu'offre ce secteur, les pouvoirs publics visent, en plus de la production d'électricité, aussi la constitution d'une expertise de haut niveau, le renforcement de la recherche scientifique et la promotion d'une industrie solaire de manière à permettre au Maroc de maîtriser cette filière technologique qui présente un fort potentiel pour l'économie du pays.

Ce défi d'envergure internationale nécessite de former une nouvelle génération d'enseignants, de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens capables de mener cette stratégie jusqu'au bout avec succès. C'est exactement dans cette perspective que l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Khouribga de l'Université Sultane Moulay Slimane de Béni Mellal et le Réseau Universitaire pour la Formation, la Recherche et l'Innovation en Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique (REUNET) organisent une nouvelle série de formation sur les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique en 2021. Une de ces formations porte sur « **l'énergie solaire photovoltaïque - Matériaux pour la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire & l'injection de l'énergie photovoltaïque dans le réseau électrique** » et sera destinée aux Doctorants marocains des filières photovoltaïques.

Contenu de la formation

Le contenu de formation est composé des modules suivants :

1. Différentes technologies de cellules photovoltaïques
2. Electronique de puissance - convertisseur continu-alternatif



3. Typologies et types d'onduleurs solaires
4. Dimensionnement d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau électrique
5. Réseau électrique, power quality et étude de l'impact de l'injection de l'énergie électrique photovoltaïque sur le réseau électrique MT/BT
6. Coût et rentabilité d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau électrique

Critères d'éligibilité :

1. Etre inscrit en doctorat au titre de l'année universitaire 2020-2021
2. Bonnes connaissances de base en électrotechnique et électronique de puissance

Modalités d'inscription :

Le dossier de candidature doit comprendre la totalité des pièces suivantes qui conditionnent sa recevabilité :

1. Le bulletin d'inscription dûment rempli et complété. Il doit être signé par vous, par l'encadrant de votre thèse et cacheté par votre établissement ;
2. Une lettre de motivation (format pdf);
3. Une attestation d'inscription (format pdf, gif ou jpg)
4. Un résumé (abstract) de votre projet de recherche (une page maximum et en format World et avec photo).

Frais d'inscription : 200,00 Dirhams

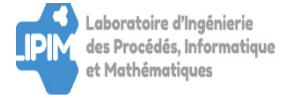
N.B.

- Groupe cible : **Doctorants marocains des filières photovoltaïques**
- Nombre de participants limité : max. 50 personnes
- Date : 06- 07 juillet 2021
- Lieu : Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Khouribga (ENSA Khouribga)
- **L'hébergement et les repas sont à la charge des participants**
- **Une attestation de participation sera délivrée à la fin de la formation**

Pour de plus amples renseignements, n'hésitez pas à contacter :

Prof. Khadija CHOUKAIRY, ENSA Khouribga

Email : choukairyuniете@gmail.com



PROGRAMME PRELIMINAIRE

Mardi 06 juillet

8h30-09h00 : Réception et inscription des participants

9h00-9h15 : Mots de bienvenu

9h15-10h00 : Conférence introductive : Le solaire photovoltaïque - Etat des lieux et perspectives

10h00-10h30 : Pause café en l'honneur des participants

10h30-12h30 :

1. Différentes technologies de cellules photovoltaïques

- 1.1. Généralités sur les cellules photovoltaïques
- 1.2. Cellule solaire et principe de conversion photovoltaïque
- 1.3. Cellule au silicium mono-cristallin
- 1.4. Cellule au silicium poly-cristallin
- 1.5. Cellule au silicium amorphe
- 1.6. Cellules solaires à couches minces
- 1.7. Cellules solaires organiques
- 1.8. Générateur PV
- 1.9. Câblage et boîte de jonction
- 1.10. Système de protection

12h30-14h00 : Pause déjeuner

14h00-15h30

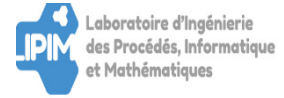
2. Généralités sur les convertisseurs continu-alternatif (DC/AC)

- 2.1. Les interrupteurs statiques utilisés en électronique de puissance: transistors, thyristors, IGBT, MOSFET, GTO, cellules de commutation
- 2.2. Commande des onduleurs
- 2.3. Commande pleine onde ou adjacente
- 2.4. Commande simultanée et commande décalée
- 2.5. Commande MLI (Modulation de la largeur d'impulsion) dite aussi PWM (Pulse Width Modulation)

Onduleur monophasé, onduleur triphasé

15h30-16h00 : Pause café

16h00-18h00 :



3. Typologies et types d'onduleurs solaires

- 3.1. Les trois fonctions principales d'un onduleur solaire
- 3.2. Caractéristiques électriques d'entrée
 - Puissance d'entrée maximale
 - Tension d'entrée maximale
 - Plage de tension du MPPT (Maximal Power Point Tracking)
 - Courant d'entrée maximal
- 3.3. Caractéristiques électriques de sortie
 - Puissance AC nominale
 - Puissance AC maximale
 - Courant de sortie max
 - Facteur de puissance ($\cos \phi$)
 - Raccordement AC
 - Performances

Mercredi 07 juillet

9h00-10h30 :

4. Dimensionnement d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau électrique

- 4.1. Calcul de la puissance crête nécessaire en fonction de la consommation
- 4.2. Choix de la configuration DC
- 4.3. Choix des onduleurs
- 4.4. Dimensionnement des câblages DC/AC
- 4.5. Système de protection
- 4.6. Etude de l'effet d'ombrage sur un générateur photovoltaïque

10h30-11h00 : Pause café

11h00-12h30 :

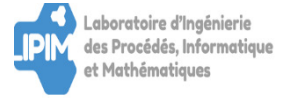
5. Utilisation de logiciels de simulation photovoltaïque

12h30-14h00 : Pause déjeuner

14h00-15h30 :

6. Coût et rentabilité d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau électrique

- 6.1. Coût total de l'installation
- 6.2. Le temps de retour sur investissement
- 6.3. Le cadre réglementaire au Maroc et son impact sur le dimensionnement des systèmes PV dans les différents secteurs d'application



16h00-17h30

7. Réseau électrique, power quality et étude de l'impact de l'injection de l'énergie électrique photovoltaïque sur le réseau électrique MT/BT

- 7.1. Fluctuations lentes de la tension
- 7.2. Fluctuations rapides de la tension,
- 7.3. harmoniques
- 7.4. Solutions pour compenser les harmoniques
- 7.5. Gestion du réseau / Gestion de la puissance réactive