

## Introduction

Dans les 10 prochaines années, le Maroc devra faire face à une demande exponentielle en énergie pour accompagner la dynamique économique enclenchée durant la dernière décennie. Les besoins énergétiques induits devraient doubler d'ici 2020 pour tripler voire quadrupler d'ici 2030.

Pour faire face à cette situation, le Royaume a lancé trois grands projets, solaire, éolien et hydraulique, par leur mise en œuvre, les énergies renouvelables devraient contribuer à hauteur de plus de 42% de la puissance totale installée à l'horizon 2020. Parallèlement, le gouvernement marocain a mis en place un plan d'efficacité énergétique dans les différents secteurs économiques.

Parmi ces secteurs, le bâtiment est le premier consommateur d'énergie avec une part de 36% de la consommation énergétique totale du pays (résidentiel : tertiaire: 7%), suivi de l'industrie (32%), du transport (24%) et l'agriculture (6%).

C'est dans ce contexte que l'Université Sultan Moulay Slimane et le Réseau Universitaire pour la Promotion des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (REUNET)

organisent la deuxième édition de l'

## **Université d'Eté sur l'Efficacité Energétique dans l'Industrie (U3E)**

**pour étudiants et jeunes chercheurs**

**08-12 septembre 2014, à l'Université Sultan Moulay Slimane -Béni Mellal**

Cette Université d'été a pour objectif de contribuer à la formation d'ingénieurs et de chercheurs capables de mener cette ambitieuse stratégie jusqu'au bout avec succès.

## Programme

### ➤ **Lundi 8 septembre 2014**

**9h00 à 9h30 : Accueil des participants**

**9h30 à 10h30 : Présentation de l'université d'été**

**11h00 à 12h30**

### **Module 1 : transition énergétique nationale**

- Perspectives énergétiques mondiales
- Spécificités énergétiques nationales
- Réglementation nationale:
  - ✓ loi 13-09 relative aux énergies renouvelables ;
  - ✓ loi 47-09 relative à l'efficacité énergétique.

**14h00 à 15h30**

### **Module 2 : Comptabilité énergétique**

- Enjeu et potentiel d'économie énergétiques
- Définition et calcul de l'efficacité énergétique
- Calcul du rendement énergétique ou la variation de l'efficacité énergétique
- Calcul de la consommation énergétique
- Analyse de la consommation énergétique

### 16h00 à 17h30

#### Module 3 : Système de management de l'énergie (SMEn)

- Pourquoi le SMEn)
- Déroulement des Activités du Programme de Management: Approche par Etape
- Approche structurée de la gestion de l'énergie
- Système de management de l'Energie selon la norme ISO 50001:2011
- Vérification énergétique dans les établissements industriels
- Présentation de la norme ISO 50001 et son introduction dans le SMEn

### ➤ Mardi 9 septembre 2014

### 9h00 à 10h30

#### Module 4 : Audit et diagnostic énergétique

- Définition et objectifs d'un audit
- Formes d'audit énergétique (préliminaire et approfondi)
- Etapes de réalisation d'un audit
- Définition et objectifs d'un diagnostic énergétique
- Etapes de réalisation d'un diagnostic énergétique
- Indicateurs énergétiques

### 11h00 à 12h30

#### Module 5 : Production et distribution du froid

- Introduction
- Procédés de production du froid
- Cycle de compression de vapeur
- Les réfrigérants et les fluides secondaires
- Eléments d'une installation frigorifique
- Détermination de la performance d'une installation de vapeur : Analyse énergétique
- Stockage du froid
- Exploitation des pistes d'économie d'énergie : étude de cas

### 1400h à 15h30 et 16h00 à 17h30

#### Module 6 : Production et distribution de la vapeur

- Introduction
- La vapeur d'eau comme fluide thermique : avantages et propriétés thermodynamiques
- La chaudière comme système énergétique
- Types de chaudières industrielles et comparaison de leurs performances
- Théorie, pratique et procédure de contrôle de la combustion
- Pertes énergétiques
- Rendement global d'un système de production de vapeur
- Réseau de distribution de vapeur
- Exploitation des pistes d'économie d'énergie : étude de cas

### ➤ Mercredi 10 septembre 2014

### 9h00 à 10h30

#### Module 7 : Production et distribution de l'air comprimé

- Types de machines de compressions
- Fonctionnement des compresseurs
- Rendement des compresseurs

- Stockage de l'air comprimé
- Réseau de distribution de l'air comprimé
- Exploitation des pistes d'économie d'énergie : étude de cas

### 11h00 à 12h30

#### Module 8 : Analyse de la facture électrique

- Définition des puissances
- Eléments de la facture électrique
- Calcul des redevances électriques
- Optimisation de la redevance électrique

### 1400h à 15h30min et 16h00 à 17h30

#### Module 9 : Energie photovoltaïque connectée au réseau

- Gisement solaire

##### La cellule photovoltaïque

- Les différentes technologies
- Caractéristique électriques d'un panneau photovoltaïque
- Différents types d'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque

##### L'onduleur photovoltaïque

- Principe de fonctionnement
- Recherche du point de puissance maximum
- La protection de découplage
- Performance de l'onduleur
- Paramètres côté continu de l'onduleur
- Paramètres côté alternatif de l'onduleur

##### Dimensionnement d'installations photovoltaïques de grande puissance

- Masques solaires
- Choix des appareils de protection
- Choix des onduleurs
- Dimensionnement des câbles
- Etude économique d'une installation photovoltaïque de grande puissance

### ➤ Jeudi 11 septembre 2014

### 9h00 à 10h30 et 11h00 à 12h30

#### Module 10 : Moteurs électriques

- Types de moteurs électriques
- Vitesse et puissance des moteurs asynchrones
- Rendement du moteur électrique
- Paramètres du rendement du moteur
- Classes de rendement des moteurs
- Quand changer pour un moteur IE2 ou IE3
- Mesures d'économie d'énergie
- Étude de cas

### 14h00 à 15h30

#### Module 11 : Variateurs de vitesses des moteurs électriques

- Raisons de la variation de vitesse
- Réglage de la vitesse des moteurs asynchrones
- Principe de réglage de la fréquence
- Bénéfices du variateur de fréquence

- Inconvénients du variateur de fréquence
- Etude de cas: pompage

### 16h00 à 18h30

#### Module 12 : Solaire thermique à basse température

- Projets du plan solaire à basse température au Maroc
- Typologie des installations d'un chauffe-eau solaire
- Fonctionnement et technologie d'un chauffe eau solaire
- Les différents types de capteurs solaires à basse température
- Les différents composants d'un chauffe eau solaire: Fonction et exigences
- Panneaux solaires thermodynamiques
- Cadre normatif et Labellisation
- Applications Industrielles
- Dimensionnement : étude de cas
- Estimation financière de l'installation et retour sur investissement
- Impact environnemental
- Présentation de quelques logiciels (Solo2000, Transol...)

### ➤ Vendredi 12 septembre 2014

### 9h00 à 10h30

#### Module 13 : Compensation de l'énergie réactive

- Qu'est ce que le facteur de puissance
- Pourquoi améliorer le facteur de puissance
- Comment et où compenser une installation
- Comment déterminer le niveau de compensation
- Compensation aux bornes d'un transformateur
- Compensation aux bornes d'un moteur asynchrone
- Exemple d'installation
- Dimensionnement d'une batterie de condensateurs en présence d'harmoniques
- Mise en œuvre des batteries de condensateurs

### 11h00 à 12h30

#### Module 14 : Pollution harmonique

- Introduction aux phénomènes harmoniques
- Identification et caractérisation des sources de perturbations
- Effet des harmoniques sur les constituants électriques : étude de cas réel
- Solutions permettant de remédier aux perturbations harmoniques

### 14h30 à 18h00

#### Possibilité de visite d'un site industriel