

**1<sup>ère</sup> Université d'Eté Internationale sur les Energies Renouvelables  
et l'Efficacité Energétique  
(UEI-EnR-Settat)**

**pour Etudiants et Jeunes Chercheurs**

**01 – 5 juillet 2013, Université Hassan Premier -Settat**



**Programme préliminaire  
de l'Ecole d'Eté sur l'Energie Eolienne**

---

**❖ Lundi 1<sup>er</sup> juillet 2013**

**14h00-15h00**

**Enregistrement des participants**

**15h00-15h30**

**Bienvenue & introduction aux objectifs et contexte de l'école d'été**

**15h30-16h00**

**Présentation du programme & des intervenants**

**16h00-17h00**

**Stratégie énergétique nationale**

1. Perspectives énergétiques mondiales
2. Spécificités énergétiques nationales
3. Énergies renouvelables
  - LOI N°: 13-09 Energies renouvelables
4. Efficacité énergétique
  - LOI N°: 47-09 Efficacité Energétique

**➤ 17h00-17h30 : Pause-café et Photo de groupe**

## 17h30-18h30 : Ouverture officielle de l'école d'été (Salle des Conférences)

- M. Nejmeddine, Président Université Hassan 1<sup>er</sup>
- M. Fahli, Vice-président Université Hassan 1<sup>er</sup>
- M. Ayaita, Coordinateur Général de REUNET

## ➤ 18h30-19h30 : Dîner

---

## ❖ Mardi 2 juillet 2013

### 9h00-10h30

#### 1. Généralité sur les systèmes éoliens

- Définition de l'énergie éolienne
- Les différents types d'éoliennes
  - Eoliennes à axe verticale
  - Eolienne à axe horizontale
- Eléments constitutifs d'un aérogénérateur à axe horizontal

## ➤ 10h30-11h00 : Pause-café

### 11h00-13h00

#### Estimation du potentiel éolien

- Energie cinétique du vent
- Puissance récupérable - Limite de Betz/Formule de Betz
- Le potentiel éolien
  - La distribution de Weibull
  - Variation de vitesse du vent en fonction de la hauteur
  - Courbe caractéristique de puissance et rendement instantané
  - Estimation de la production annuelle

## ➤ 13h00-14h00 : Déjeuner

### 14h00-15h30

#### Aérodynamique des éoliennes

- Action du vent sur les pales
- Vitesse angulaire du rotor, Vitesse tangentielle, vitesse relative, vitesse spécifique (ou paramètre de rapidité  $\lambda$ )
- Portance, traînée, Angle d'attaque des pales

### 15h30-17h00

#### GENERATRICE ELECTRIQUE pour aérogénérateurs et son électronique

- Aérogénérateurs asynchrones
- Génératrice asynchrone à cage d'écureuil
- Génératrice asynchrone à rotor bobiné

## ➤ 17h00-17h30 : Pause-café

**17h30-18h30**

**GENERATRICE ELECTRIQUE pour aérogénérateurs et son électronique (suite)**

- Aérogénérateurs synchrones
- Génératrice synchrone à rotor bobiné
- Génératrice synchrone à aimants permanents

---

**❖ Mercredi 3 juillet 2013**

**8h30-10h30**

**Les convertisseurs statiques**

- Convertisseur AC/DC
- Convertisseur DC/AC
- Commande par modulation de largeur d'impulsions (MLI)

➤ **10h30-11h00 : Pause-café**

**11h00-13h00**

**Commande de Systèmes de Conversion Eolien : Commande Aérodynamique du Rotor**

- Commande Aérodynamique du Rotor
- Commande de l'Angle d'Attaque de la Pale (Blade Pitch Control)
- Régulation à Angle Fixe (Passive Stall Control)
- Commande Stall Active (Active Stall Control)
- Commande d'Orientation

➤ **13h00-14h00 : Déjeuner**

**14h00-15h30**

**Commande de Systèmes de Conversion Eolien : Commande du Système Electrique**

- Systèmes de Vitesse Variable avec des Turbines Eoliennes à Pales Ajustables
- Systèmes de Vitesse Variable avec des Turbines Eoliennes à Pales Fixes

➤ **15h30-16h00 : Pause-café**

**16h00-17h30**

**Commande de Systèmes de Conversion Eolien : Commande du Système Electrique (suite)**

- Etude de cas

➤ **18h30-19h30 : Dîner**

---

## ❖ Jeudi, 4 juillet 2013

### 9h00-10h30

#### Réseau électrique

- Introduction
- Structure d'un réseau électrique
- Modélisation et fonctionnement du réseau

### ➤ 10h30-11h00 : Pause-café

### 11h00-12h30

#### Réseau électrique (suite)

- Répartition des puissances
- Gestion et conduite des réseaux électriques
- Calcul des courants de défaut et protection

### ➤ 13h00-14h00 : Déjeuner

### 14h00-15h30

#### Qualité de l'Energie Electrique et Impact de l'Energie Eolienne sur le Réseau Électrique

- Introduction à la qualité de l'énergie
- Les normes électriques
- Distorsion harmonique
- Coupures
- Variations lentes et rapides de la tension

### ➤ 15h30-16h00 : Pause-café

### 16h00-17h30

#### Qualité de l'Energie Electrique et Impact de l'Energie Eolienne sur le Réseau Électrique (suite)

- Impact sur la charge thermique
- Impact sur la qualité et le contrôle de la fréquence
- Impact sur la qualité de la tension (flicker, harmonique)
- Phénomènes transitoires

### ➤ 18h30-19h30 : Dîner

---

## ❖ Vendredi, 5 juillet 2013

### 9h00-10h30

#### Gestion de l'intégration des énergies renouvelables dans le réseau électrique

- Capacité d'accueil (transit)
- Planification de la production
- Impact sur le planning de capacité



- Transmission des signaux tarifaires et de télé contrôle, les protections
- Réseaux électriques intelligents

➤ **10h30-11h30 : Pause-café**

**11h00-13h00**

**Analyse des projets de conversion de l'énergie éolienne (RETScreen)**

➤ **13h00-14h00 : Déjeuner**

**14h00-15h30**

**Dimensionnement de parcs éoliens au Maroc**

➤ **15h30-16h00 : Pause-café**

**16h00-17h30**

**Initiation à la recherche sur l'énergie éolienne**

**18h00-20h00**

**Cocktail de Networking avec des représentants de l'industrie, des administrations et des universités/écoles d'Ingénieurs.**