

## MASTER EN ÉNERGIES RENOUVELABLES

### Langue principale d'enseignement :

Français ☒ Anglais ☐ Arabe ☐

Campus où le programme est proposé : CST

### OBJECTIFS

---

Le programme de Master en énergies renouvelables a pour objectif de former des chercheurs et des ingénieurs en efficacité énergétique et en énergie renouvelable. Les étudiants pourront par exemple, devenir des spécialistes ou experts dans ce domaine et développer pour le pays et la région des projets concernant la conception et l'implantation de systèmes à grande efficacité énergétique, alimentés par des sources à énergies renouvelables. De plus, ils pourront devenir des chercheurs dans des pôles technologiques de pointe ou centres industriels locaux ou régionaux, avec la tâche de mener des projets d'étude et d'exécution dans ce domaine. Cette formation permet également aux étudiants qui le désirent de préparer une thèse dans ce domaine. Ce Master vise entre autres à sensibiliser les étudiants :

- Aux problèmes liés à la consommation d'énergie à l'échelle mondiale, à l'épuisement des ressources fossiles, au réchauffement climatique et à la pollution atmosphérique.
- Aux diverses formes d'énergies renouvelables telles l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, de biomasse, géothermique, des marées et vagues, par voie de piles à hydrogène.
- Aux techniques de production, de stockage et d'exploitation de l'énergie.
- Aux différentes stratégies de connectivité avec le réseau électrique via des interfaces électroniques dédiés, et aux méthodes d'optimisation de l'écoulement énergétique par voie de développement de lois de commande appropriées.

Il vise également à former :

- Des enseignants et des chercheurs.
- Des spécialistes de haut niveau nécessaires dans les diverses administrations concernées et bureaux d'études.
- Des chercheurs étrangers : en raison de l'importance des problèmes abordés, l'ouverture à des étudiants étrangers du bassin méditerranéen peut amener une synergie favorable à une meilleure utilisation commune de la ressource.

C'est un diplôme interuniversitaire au Liban, sanctionnant une formation à laquelle des établissements réputés apportent leur collaboration ainsi que leurs moyens pédagogiques et scientifiques.

### COMPÉTENCES

---

- Acquérir et appliquer des connaissances avancées appropriées à la discipline.
- Résoudre des problèmes critiques et démontrer une expertise dans les domaines clés du champ d'études.
- Analyser et réfléchir de manière innovante afin de développer des solutions nouvelles aux problèmes réels.
- Appliquer de nouvelles méthodes théoriques et expérimentales diversifiées, appropriées à la discipline.
- Intégrer l'éthique et la responsabilité morale dans les solutions d'ingénierie du domaine.
- Mener des recherches indépendantes et originales et contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine.
- Communiquer, à un niveau avancé, à l'oral comme à l'écrit.
- Reconnaître l'importance des normes d'intégrité professionnelle.

### CONDITIONS D'ADMISSION

---

Les candidats sont sélectionnés suite à l'étude du dossier fourni par l'étudiant.

- Admission au troisième semestre du Master (M3) pour les candidats titulaires d'un Diplôme d'ingénieur en génie électrique, mécanique, civil, chimique et pétrochimique.

## UE/CRÉDITS ATTRIBUÉS PAR ÉQUIVALENCE

Les UE des semestres M1 et M2 constituent des prérequis au semestre M3 et sont acquises par équivalence lors d'une formation en génie électrique, mécanique, civil, chimique ou pétrochimique.

## EXIGENCES DU PROGRAMME

Le Master comporte 120 crédits, répartis sur 4 semestres : M1, M2 (comme prérequis et ceci correspond à la 5<sup>e</sup> année de génie), M3 et M4, de 30 crédits chacun. Ce programme dispense les enseignements des semestres M3 et M4, comprenant :

- Des enseignements théoriques et pratiques.
- Un stage de recherche dans un centre agréé et donnant lieu à la rédaction d'un mémoire.

### UE obligatoires (54 crédits), UE optionnelles fermées (6 crédits)

#### UE obligatoires (54 Cr.)

Efficacité énergétique (3 Cr.). Énergie éolienne (3 Cr.). Énergie hydraulique (3 Cr.). Énergie solaire (4 Cr.). Énergie de la biomasse (3 Cr.). Stockage de l'énergie (3 Cr.). Évaluation de projets à énergies renouvelables (3 Cr.). Séminaires sur les énergies renouvelables (2 Cr.). Stage de recherche avec mémoire (30 Cr.).

#### UE optionnelles fermées (6 Cr.), à choisir de la liste suivante :

Systèmes de génération distribués (3 Cr.). Électronique de puissance avancée (3 Cr.). Systèmes de conversion thermiques et thermodynamiques (3 Cr.). Modélisation et optimisation des systèmes thermiques (3 Cr.). Bâtiments écologiques à basse consommation énergétique (3 Cr.). Réseaux électriques Intelligents (3 Cr.). Matériaux recyclables dans la construction (3 Cr.).

## PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

### Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
MRER00M3	Efficacité énergétique	3
MRER01M3	Énergie éolienne	3
MRER02M3	Énergie hydraulique	3
MRER03M3	Énergie solaire	4
MRER04M3	Énergie de la biomasse	3
MRER05M3	Stockage de l'énergie	3
MRER06M3	Évaluation de projets à énergies renouvelables	3
MRER07M3	Séminaires sur les énergies renouvelables	2
	Optionnelles fermées	6
	<b>Total</b>	<b>30</b>

### Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
MRER00M4	Stage de recherche avec mémoire	30
	<b>Total</b>	<b>30</b>

## DESCRIPTIFS DES UE

<b>MRER12M3</b>	<b>Bâtiments écologiques à basse consommation énergétique</b>	<b>3 Cr.</b>
Initiatives de conception écologique des bâtiments. Impact environnemental des matériaux de construction. Impact sur l'environnement de la construction, de la démolition et de la rénovation. Bilan d'émission CO2. Intégration des principes durables et passifs dans la conception architecturale du bâtiment. Géométrie solaire. Climats/Limitations régionales. Éclairage naturel. Conception passive. Ventilation naturelle et d'infiltration. Isolation. Matériaux de stockage d'énergie. Concept bioclimatique. Études de cas.		
<b>MRER00M3</b>	<b>Efficacité énergétique</b>	<b>3 Cr.</b>
Contexte énergétique mondial. État des réserves. Liens avec l'environnement. Aspects légaux, protocoles et accords mondiaux. Secteurs de consommation. Mesures passives d'économie d'énergie. Équipements performants. Moyens de conversions efficaces. Comportement des usagers.		
<b>MRER09M3</b>	<b>Électronique de puissance avancée</b>	<b>3 Cr.</b>
Convertisseurs multi-niveaux à diodes d'écrêtage et à condensateurs flottants. Structures matricielles. Convertisseurs non polluants. Transport à courant continu. Filtrage actif et hybride. Modélisation et commande.		
<b>MRER04M3</b>	<b>Énergie de la biomasse</b>	<b>3 Cr.</b>
Concepts de base de la bioénergie. Types de biomasses. Déchets solides urbains. Biomasse résiduelle sèche et humide. Incinération directe. Photo-bioréacteurs. Biochimie et transformation de la biomasse. Méthanisation. Biocombustibles.		
<b>MRER01M3</b>	<b>Énergie éolienne</b>	<b>3 Cr.</b>
Aérodynamique des turbines à vent. Conception des éoliennes. Systèmes de conversion électromécanique. Commande des aérogénérateurs. Évaluation des ressources. Faisabilité, domaines d'application.		
<b>MRER02M3</b>	<b>Énergie hydraulique</b>	<b>3 Cr.</b>
Mécanique hydraulique. Turbines hydrauliques. Centrales hydroélectriques. Barrages et conduites. Variabilité pluviométrique.		
<b>MRER03M3</b>	<b>Énergie solaire</b>	<b>4 Cr.</b>
Gisement solaire. Évaluation des ressources. Calcul des apports solaires. Répartition dans un système récepteur. Systèmes de captage. Systèmes thermiques et applications. Systèmes photovoltaïques et applications. Systèmes hybrides.		
<b>MRER06M3</b>	<b>Évaluation de projets à énergies renouvelables</b>	<b>3 Cr.</b>
Analyse du coût, de la réalisabilité, de la fiabilité et de la maintenabilité d'un système de génération d'énergie. Impacts environnementaux. Analyse du cycle de vie.		
<b>MRER16M3</b>	<b>Matériaux recyclables dans la construction</b>	<b>3 Cr.</b>
L'industrie de la construction est une importante industrie productrice de déchets et peut par conséquent, en raison de sa taille inhérente, avoir de nombreuses possibilités de recyclage sur place, sans frais de transport, qui offrent de bonnes solutions environnementales à la gestion des déchets. Dans ce cours, les matériaux de construction individuels fondamentaux ainsi que le processus de transformation des sous-produits et des déchets en nouveaux matériaux de construction sont étudiés.		
<b>MRER00M4</b>	<b>Stage de recherche avec mémoire</b>	<b>30 Cr.</b>
Il constitue une initiation aux techniques de la recherche. C'est la synthèse d'un travail de recherche de six mois dans un centre de recherche ou un laboratoire.		

<b>MRER11M3</b>	<b>Modélisation et optimisation des systèmes thermiques</b>	<b>3 Cr.</b>
-----------------	---	--------------

Systèmes thermiques à énergies renouvelables. Lois phénoménologiques et principes de conservation. Approche générale de modélisation. Modélisation des phénomènes thermiques. Méthodes de discrétisation spatiale. Méthodes de résolution temporelle. Simulation dynamique. Méthodes inverses. Méthodes d'optimisation.

<b>MRER14M3</b>	<b>Réseaux électriques intelligents</b>	<b>3 Cr.</b>
-----------------	---	--------------

L'écosystème des réseaux électriques intelligents. Production d'énergies conventionnelles et renouvelables. Qualité et efficacité du transport de l'énergie électrique. Protection, automatisation et contrôle des réseaux électriques. Gestion et pilotage global des systèmes énergétiques. Stockage distribué de l'électricité. Gestion active des bâtiments. Gestion du consommateur dans le secteur résidentiel. Intégration des véhicules électriques. Normalisation, modification réglementaire et incitations pour le développement des réseaux électriques intelligents

<b>MRER07M3</b>	<b>Séminaires sur les énergies renouvelables</b>	<b>2 Cr.</b>
-----------------	--	--------------

Série de conférences sur des sujets et thèmes liés aux énergies renouvelables : piles à combustibles (électrochimie des piles à combustibles, types et technologies, production et stockage de l'hydrogène, transport, commercialisation et applications, véhicules hybrides), géothermie (thermodynamique et dynamique des fluides, fluides géothermiques, techniques d'exploration géologique, géophysique et géochimique, centrales géothermiques). Hydrogène vert : sa production à partir de sources renouvelables, ses différentes applications dans l'industrie et les transports, ainsi que son impact environnemental, etc.

<b>MRER05M3</b>	<b>Stockage de l'énergie</b>	<b>3 Cr.</b>
-----------------	------------------------------	--------------

Conversion électrique, mécanique ou thermique. Générateurs électriques. Conversion statique de l'énergie électrique. Systèmes de stockage : batteries, accumulateurs, super-condensateurs, modélisation et commande, simulations numériques.

<b>MRER10M3</b>	<b>Systèmes de conversion thermiques et thermodynamiques</b>	<b>3 Cr.</b>
-----------------	--	--------------

Notion d'exergie. Analyse exergétique. Cycles moteurs. Cogénération. Cycles récepteurs. Pompes à chaleur. Réseaux fluides. Échangeurs. Méthode du pincement. Applications aux énergies renouvelables.

<b>MRER08M3</b>	<b>Systèmes de génération distribués</b>	<b>3 Cr.</b>
-----------------	--	--------------

Analyse et gestion des réseaux électriques. Génération d'énergie dans les systèmes isolés. Génération distribuée de l'énergie. Réseaux électriques intelligents. Techniques de modélisation et d'optimisation.