

• UNIVERSITÉ LIBANAISE •  
• UNIVERSITÉ SAINT-JOSEPH •

## MASTER RECHERCHE EN ENERGIES RENOUVELABLES

En collaboration avec des Établissements Français et Canadiens

**Renseignements et Retrait des dossiers:**

<http://ulfg.ul.edu.lb/master2/master1.aspx>  
<http://www.fi.usj.edu.lb>

Faculté de Génie, Université Libanaise  
Campus Rafic Hariri, Hadath  
Tel : (05) 463 489

Faculté d'Ingénierie, Université Saint Joseph (USJ)  
Mar Roukos, Mkalles  
Tel : (01) 421317

---

Début du dépôt des candidatures: 23 Mai 2016  
Clôture du dépôt des candidatures : 15 juillet 2016  
Rentrée universitaire : 26 septembre 2016

Lieux de formation (2016-2017):  
ESIB à Mar Roukoz et Faculté de Génie UL à Hadath

## **INFORMATIONS GÉNÉRALES**

Les sources d'énergie renouvelable apportent aujourd'hui une dimension nouvelle à notre société avec des enjeux technologiques, économiques et sociologiques. En particulier, la génération d'énergie thermique et électrique à partir de ces sources fait désormais l'objet de nombreuses initiatives tant au niveau de la recherche que des acteurs industriels, et nourrit une forte demande sur le marché de l'emploi en ingénieurs et en chercheurs qualifiés. Celle-ci va se renforcer à l'avenir avec la concurrence amplifiée par la dérégulation, l'apparition de nouveaux métiers requérant une main d'œuvre qualifiée, ainsi que par les développements technologiques et économiques autour des systèmes de conversion d'énergie, des interfaces dédiées et des algorithmes de commande et de réglage appropriés.

## **OBJECTIF SCIENTIFIQUE ET PEDAGOGIQUE**

La spécialité Energies Renouvelables forme des chercheurs et des ingénieurs en efficacité énergétique et en énergie renouvelable. Les étudiants (ayant choisi cette orientation recherche) pourront par exemple devenir des spécialistes ou experts dans ce domaine, leur permettant de 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. Ils pourront d'autant plus devenir des chercheurs dans des pôles technologiques de pointe ou centres industriels locaux ou régionaux, ayant 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, l'épuisement des ressources fossiles, le réchauffement climatique, la pollution atmosphérique,
- aux diverses formes d'énergies renouvelables telles les énergies 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 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 et leurs moyens pédagogiques et scientifiques.

**La faculté de Génie** de *l'Université Libanaise* et **l'École Supérieure d'Ingénieurs de Beyrouth (ESIB)** de *la Faculté d'Ingénierie de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth* agissent en commun, sous l'égide du *Ministère de la Culture et de l'Enseignement Supérieur*, pour codiriger en partenariat avec des universités françaises et canadiennes, la formation de haut niveau assurée dans le cadre de ce Master.

## ORGANISATION GENERALE DU MASTER

Le Master Recherche comporte 120 crédits, répartis sur 4 semestres : MR1, MR2 (comme prérequis et ceci correspond à la 5<sup>ème</sup> année en génie), MR3 et MR4, de 30 crédits chacun. Ce programme dispense les enseignements des semestres MR3 et MR4, comprenant :

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

Le contenu des semestres MR1 et MR2 comprend des cours prérequis à MR3, qui sont équivalents à une formation de Génie Électrique, Mécanique ou Civil.

## RECRUTEMENT

### Admission au troisième semestre du cursus Master (MR3) :

Sont autorisés à déposer les dossiers de candidature :

- Les ingénieurs diplômés en Génie Électrique, Mécanique, Civil ou d'autres disciplines convenables,
- Les titulaires d'une Maîtrise ou d'un Master professionnel en Génie Électrique, Mécanique ou Civil,
- Les titulaires d'un diplôme reconnu équivalent.

La sélection des candidats est faite par un jury d'admission dans la limite des places disponibles.

## LE DIPLOME

Le diplôme Master Recherche en "**Energies Renouvelables**" est délivré aux candidats ayant subi avec succès les contrôles portant sur les enseignements et la soutenance de leur mémoire, tels que définis par le règlement intérieur.

Le diplôme Master est décerné sous le sceau des universités du Liban, partenaires à ce programme interuniversitaire, et reconnu par les établissements partenaires étrangers.

## RÈGLEMENT DU DIPLOME

### 1. Langue d'enseignement.

L'enseignement se fera en français. La maîtrise de cette langue est donc nécessaire.

### 2. Contrôle des connaissances

Le Master Recherche en **Energies Renouvelables** est délivré aux candidats qui ont subi avec succès les contrôles portant sur les enseignements théoriques et pratiques et qui justifient d'un niveau suffisant lors de la préparation et de la soutenance du mémoire. En cas d'absence, il n'est pas prévu de rattrapage des examens. En cas d'accident grave, dûment et sérieusement justifié, le cas sera examiné par le jury de fin d'année en vue de prendre les mesures jugées convenables.

### 3. Présences

Toutes les activités d'enseignement sont obligatoires. Des contrôles sont périodiquement effectués. Pour toute matière, si le total des absences injustifiées est supérieur à 30% du nombre total d'heures programmées, l'étudiant ne peut se présenter au contrôle relatif à cette matière. Dans ce cas l'étudiant ne peut se présenter à l'examen, obtient la note zéro (ECTS : F) et ne peut se présenter à l'examen de rattrapage. Si par suite de cette mesure, l'étudiant rate plus de trois contrôles, il est considéré comme démissionnaire du programme du Master.

### 4. Conditions

A chaque matière est affectée une note sur 20. Une moyenne générale des modules théoriques est calculée à partir des notes des matières du semestre, pondérées par le nombre de crédits. Un système de rappel est appliqué pour toute matière où l'étudiant a obtenu une note inférieure à 10/20. L'étudiant ne fera pas un rappel pour la matière dont la note est entre 8 et 10 si la moyenne générale est supérieure ou égale à 11/20. Suite aux rappels un jury est réuni et arrête les résultats. Les modules théoriques sont validés si :

- a. les notes de toutes les matières sont supérieures à dix.
- b. Si dans certaines matières la note est entre 8 et 10, la moyenne générale de réussite est de 11/20.

Sont autorisés à présenter le mémoire de recherche les étudiants qui ont validé les modules théoriques. La priorité dans le choix des stages est fonction de la moyenne générale.

Le mémoire de recherche est validé si la note est supérieure ou égale à 12/20.

## 5. Diplôme.

Les études sont sanctionnées par la délivrance d'un Diplôme de Master Recherche en **Energies Renouvelables**, lorsque le candidat valide toutes les matières des 2 semestres MR3 et MR4.

Une moyenne générale est établie en appliquant une pondération de 50% pour la moyenne du semestre MR3 et de 50% pour le mémoire de recherche (MR4). En fonction de quoi, les mentions suivantes sont accordées :

- de 12/20 à 13,99/20 : Assez Bien
- de 14/20 à 15,99/20 : Bien
- à partir de 16/20 : Très Bien

## CONDITIONS D'INSCRIPTION

Les admissions se font sur dossier. Celui-ci comprendra :

- Copies certifiées conformes des diplômes obtenus<sup>1</sup> dont le baccalauréat
- Copies certifiées conformes des notes obtenues au cours des études universitaires<sup>1</sup>.
- Liste des enseignements suivis au cours de la scolarité.
- Extrait d'état civil
- Trois photos d'identité portant le nom et le prénom du candidat au verso.
- Curriculum Vitae du candidat.
- Copie des certificats de travail et attestation d'expérience professionnelle du candidat.
- Copie des publications scientifiques (s'il y a lieu).
- Engagement précisant la maîtrise de la langue française (rédigée par le candidat s'il n'a pas d'attestation officielle).

(1)- Le candidat est tenu de présenter pour constat, les documents originaux le jour de l'inscription.

Les dossiers seront examinés par le comité de suivi qui établira la liste des candidats admis à suivre cette formation. Les candidats retenus pourraient être soumis à un entretien avant leur admission finale. Cette formation sera en général assurée en **langue française**.

## DROITS D'INSCRIPTION

Le montant des droits d'inscription est fixé à **1 800 000 livres libanaises** (incluant les droits d'inscription aux deux universités libanaises partenaires). Aucun remboursement ne sera effectué en cas d'abandon des études.

## ÉTUDES DOCTORALES

Certains étudiants ayant obtenu avec excellente appréciation leur Master, pourront intégrer la préparation d'une thèse de doctorat (en cotutelle entre le Liban et un établissement francophone) et éventuellement obtenir une bourse de formation à la recherche de l'AUF.

### ORGANISATION DES ENSEIGNEMENTS

Les matières des semestres MR3 et MR4 sont groupées suivant les tableaux ci-dessous.

MR3	M A T I E R E	COURS	TPC	ECTS
MRER00M3	Efficacité énergétique	18	6	3
MRER01M3	Energie éolienne	18	6	3
MRER02M3	Energie hydraulique	18	6	3
MRER03M3	Energie solaire	24	8	4
MRER04M3	Energie de la biomasse	18	6	3
MRER05M3	Stockage de l'énergie	18	6	3
MRER06M3	Evaluation de projets à énergies renouvelables	18	6	3
MRER07M3	Séminaires sur les énergies renouvelables	12	4	2
	Cours optionnel 1	18	6	3
	Cours optionnel 2	18	6	3
	<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>30</b>

MR3	MATIERES OPTIONNELLES	COURS	TPC	ECTS
MRER08M3	Systèmes de génération distribués	18	6	3
MRER09M3	Electronique de puissance avancée	18	6	3
MRER10M3	Systèmes de conversion thermiques et thermodynamiques	18	6	3
MRER11M3	Modélisation et optimisation des systèmes thermiques	18	6	3
MRER12M3	Bâtiments Écologiques à Basse Consommation Énergétique	18	6	3
MRER14M3	Réseaux Électriques Intelligents	18	6	3

MR4	M A T I E R E	COURS	TPC	ECTS
MRER00M4	Stage de recherche avec mémoire	0	300	30
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>300</b>	<b>30</b>

## PROGRAMME PREVISIONNEL de MR3

### **MRER00M3. Efficacité énergétique – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

### **MRER01M3. Energie éolienne – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

Aérodynamique des turbines à vent, conception des éoliennes, systèmes de conversion électromécanique, commande des aérogénérateurs, évaluation des ressources, faisabilité, domaines d'application.

### **MRER02M3. Energie hydraulique – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

Mécanique hydraulique, turbines hydrauliques, centrales hydroélectriques, barrages et conduites, variabilité pluviométrique.

### **MRER03M3. Energie solaire – C 24h, TPC 8h, 4 crédits**

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.

### **MRER04M3. Energie de la biomasse – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

### **MRER05M3. Stockage de l'énergie – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

### **MRER06M3. Evaluation de projets à énergies renouvelables – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

### **MRER07M3. Séminaires sur les énergies renouvelables – C 12h, TPC 4h, 2 crédits**

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), marées et vagues, etc.

### **MRER08M3. Systèmes de génération distribués – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

**MRER09M3. Electronique de puissance avancée – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

**MRER10M3. Systèmes de conversion thermiques et thermodynamiques – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

Notion d'exergie, analyse exergetique, cycles moteurs, cogénération, cycles récepteurs, pompes à chaleur, réseaux fluides, échangeurs, méthode du pincement, applications aux énergies renouvelables.

**MRER11M3. Modélisation et optimisation des systèmes thermiques – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

**MRER12M3. Bâtiments Écologiques à Basse Consommation Énergétique – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

**MRER14M3. Réseaux Électriques Intelligents – C 18h, TPC 6h, 3 crédits**

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.

**PROGRAMME PREVISIONNEL de MR4**

**MRER00M4. Mémoire de recherche – C 0h, TPC 200h, 30 crédits**

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.