

# MASTER ENERGIE ELECTRIQUE - CONVERSION, MATERIAUX, DEVELOPPEMENT DURABLE

## IN BRIEF

**Type of diploma :** Master (LMD)

**Ministry field :** Sciences, Ingénierie et Technologies

**Mention :** Electronique, énergie électrique, automatique

## ACCREDITED ESTABLISHMENTS

\* UNIVERSITE TOULOUSE 3

## MORE INFO

**ECTS credits :** 120

**Level :** BAC +5

**Type of education**

\* Formation continue

\* Formation initiale

\* Formation en alternance

**Kind of education :** Parcours

## Presentation

Ce Master a pour objectif de former des Concepteur de systèmes de communication, des Ingénieurs développement de composants, des Ingénieurs Temps-Réel - embarqué, des Ingénieurs R&D ainsi que des Ingénieurs en électronique de puissance.

La mention de ce Master comprend 8 parcours types. La description ci-dessous correspond au parcours Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable (E2-CMD).

A l'issue de ce parcours, le diplômé doit avoir acquis les connaissances suivantes :

- Production d'études techniques d'un projet dans les domaines de l'électronique, énergie électrique et automatique (EEA), dans le respect des objectifs de qualité, de coût et de délais préalablement définis
- Proposition, à partir d'un cahier des charges, des solutions techniques adéquates (études ou fonctions complètes)
- Analyse des besoins utilisateurs et identification des axes d'amélioration ou de développement produit
- Rédaction de spécifications techniques et définition des spécificités du projet
- Conduite d'études de conception en assurant la cohérence générale du système et la mise en application des règles propres au métier
- Identification des outils et méthodes à mettre en place en phase de développement
- Capitalisation et transmission des connaissances
- Encadrement d'équipe dans sa spécialité telles que : systèmes embarqués, télécommunication, systèmes temps réel, traitement du signal, imagerie médicale, robotique, énergie électrique, plasmas.

- Veille technologique et concurrentielle de l'entreprise dans son domaine d'activité

Ainsi que les compétences ou capacités attestées :

- Mobiliser des méthodes et techniques d'analyse et de conception des systèmes relevant du domaine de l'électronique, énergie électrique et automatique (EEA)
- Modéliser différents aspects comportementaux d'un système relevant du domaine de l'électronique, énergie électrique et automatique (EEA)
- Coordonner et gérer globalement un projet d'étude et/ou de recherche
- Communiquer de façon claire et non ambiguë, en français et en anglais, dans un registre adapté à un public de spécialistes ou de non spécialistes en utilisant les supports appropriés.
- Questionner une thématique, élaborer une problématique, mobiliser les ressources pour documenter un sujet.
- Intégrer les aspects organisationnels et humains de l'entreprise afin de s'adapter et participer à son évolution future.
- Conduire une analyse réflexive et distanciée prenant en compte les enjeux, les problématiques et la complexité d'une demande ou d'une situation afin de proposer des solutions adaptées et/ou innovantes
- Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en oeuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
- Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
- Actualiser ses connaissances par une veille dans son domaine, en relation avec l'état de la recherche et l'évolution de la réglementation
- Evaluer et s'autoévaluer dans une démarche qualité
- S'adapter à différents contextes socio-professionnels et interculturels, nationaux et internationaux
- Rédiger des cahiers des charges, des rapports, des synthèses et des bilans,
- Utiliser les outils numériques de référence et les règles de sécurité informatique pour acquérir, traiter, produire et diffuser de l'information de manière adaptée ainsi que pour collaborer en interne et en externe;

## Training content

Plein temps pour les semestres 7, 8 et 9, le semestre 10 est un stage.

## Organization

MASTER ENERGIE ELECTRIQUE - CONVERSION, MATERIAUX, DEVELOPPEMENT DURABLE M2

## Access conditions

Accès en 2ème année de Master : sauf cas de validation, l'accès en 2ème année de Master est subordonné à l'obtention des 60 premiers crédits du programme de Master dans un domaine compatible avec la formation. L'admission s'effectue sur dossier, en fonction des capacités d'accueil et sur critères exclusivement pédagogiques.

## Organizational unit

École Nationale Supérieure d'Électrotechnique d'Électronique d'Informatique d'Hydraulique et des Télécommunications

# MASTER ENERGIE ELECTRIQUE - CONVERSION, MATERIAUX, DEVELOPPEMENT DURABLE M2

MORE INFO

ECTS credits : 60

## Organization

· M2 Energie Electrique - Conversion, Matériaux, Dév. durable

· M2 E2-CMD Semestre 9

Choice: 1 Among 1 :

· Parcours TAEE (E2-CMD) sem 9

· Teaching Unit SYSTEMES ET RESEAUX (SRP)

· Subject Conception par optimisation et système

· Subject autonomous energy systems, hybridization, embedded systems

### Objectives

At the end of the course, the student will be able to identify the architectures of the hybrid systems and to know the energy/power characteristics of some sources and energy storage elements.

He will be able to analyze the mission of an energy system, to evaluate the relevance of its hybridization and to design a hybrid system.

The student will also be able to propose an energy management strategy of a multi-source energy system by respecting the intrinsic characteristics of the associated sources.

### Description

In addition to the hybridization theory and the energy management of multi-source systems, the course is based on several examples of hybrid energy systems from the Laplace laboratory experience feedback. These examples relate in particular to the transport field (aeronautics, rail and road).

### Number of hours

10.5

### Teaching method

En présence

· Subject Conditionnement réseaux énergie

- Subject CVS pour réseaux HVDC

- Teaching Unit CONCEPTION DES CVS

- Subject Conception et associations de CVS

- Subject Journées thématiques

- Subject Modélisation, Commande avancée, Architecture

- Teaching Unit CVS et systèmes avancés

- Subject Fiabilité CVS

- Subject CEM

- Subject CVS X niveaux, commande vectorielle

- Subject Mécanismes commutation et intégration fonctionnelle

- Teaching Unit Actionneurs et générateurs

- Subject Commande des actionneurs dans leur environnement

- Subject TER Commande actionneurs

- Subject Sources, reversibility, storage

**Objectives**

The course objective is to know and understand the operating principle of the main electrical energy sources and energy storage elements.

At the end of the course, the student will be able to determine the static and dynamic models of some electrochemical components: fuel cell and battery.

The student will also be able to identify the different architectures of wind energy conversion.

**Description**

This course allows the student to know the different electrical energy sources, the different elements of energy storage and clean energy vectors.

A modeling of the electrochemical components (fuel cell, battery) is proposed.

Concerning renewable energies, the student discovers through this course the different configurations of wind energy conversion.

The photovoltaic conversion is not treated in this course

**Number of hours**

8.75

**Teaching method**

En présence

**Teaching language**

French

**- Subject Formation SABER**

**- Subject Multidimensional systems**

**- Teaching Unit Métier de l'ingénieur**

**- Subject BE industriel**

**- Subject Management de projet**

**- Teaching Unit Sciences humaines**

**- Subject English language**

**- Subject 2nd Year Internship Defense**

**- Subject CV and professional Interview**

**- Teaching Unit UE Conception Intégration de Puissance et Matériaux**

**- Subject Drivers, intégration**

**- Subject Intégration Puissances Magnétiques**

**- Subject Intégration Puissance et Composants condensateurs**

**- Subject Matériaux : Modélisation, élaboration, caractérisation**

**- Teaching Unit UE Diélectriques et Isolation**

**- Subject Formation TLV / UPS**

**- Subject Isolation Machines électriques & modules puissance**

**- Parcours TEMA (E2-CMD) sem 9**

**- Teaching Unit Physique des dispositifs électromagnétiques**

**- Subject Plasmas**

**- Subject Electrodynamics**

**- Subject Modélisation des phénomènes couplés**

**- Subject Couplage électromécanique et milieux fluides**

**- Teaching Unit Conversion électromécanique de l'énergie**

**- Subject Conception des machines et des actionneurs électromécaniques**

**- Subject TER Modélisation Num. et Dimensionnement des Mach. Elect.**

**- Subject Conception mécanique des convertisseurs électromécaniques**

**- Subject Générateurs électriques**

**- Subject Caractérisation d'un capteur de vitesse**

**- Subject Optimisation statique : Conc. par optimi. des actionneurs**

**- Subject Théorie et technique de bobinages des machines électriques**

**- Teaching Unit Architecture des systèmes mécatroniques**

**- Subject Formation SABER**

**- Subject Propriétés fondamentales des convertisseurs statiques**

- Subject Compatibilité électromagnétique

- Subject TER Commande des actionneurs électriques

- Subject Estimation filtrage

- Subject Stratégie de commande des actionneurs électriques

- Teaching Unit Contrôle, Surveillance et Diagnostic des systèmes

- Subject Optimal Control

- Subject System monitoring and diagnostics

**Objectives**

Have a global vision of what are monitoring and diagnostic

Know different monitoring and diagnostic methods and their fields of application

Identify the main functions involved in monitoring and diagnostic

- Subject Multidimensional systems

- Subject Continuous Optimisation

- Teaching Unit Mécatronique appliquée

- Subject COMACH

- Subject Management de projet

- Subject Méthodes de Recherche Bibliographique

- Subject TER Commande avancée

- Subject TER Optimath

- Teaching Unit Métier de l'ingénieur

- Subject English language

**- Subject 2nd Year Internship Defense**

**- Subject CV and professional Interview**

**- Teaching Unit UE Conception Intégration de Puissance et Matériaux**

**- Subject Drivers, intégration**

**- Subject Intégration Puissances Magnétiques**

**- Subject Intégration Puissance et Composants condensateurs**

**- Subject Matériaux : Modélisation, élaboration, caractérisation**

**- Teaching Unit UE Diélectriques et Isolation**

**- Subject Formation TLV / UPS**

**- Subject Isolation Machines électriques & modules puissance**

**- Parcours Eco-Energie (E2-CMD) sem 9**

**- Teaching Unit Advanced critical computer systems**

**- Subject Optimization design Project**

**- Subject Life cycle analysis Project**

**- Subject Process Designs Project**

**- Subject Process Design and Analysis**

**- Subject Systemic modeling in Bond Graph**

**- Subject Ecodesign, Life cycle analysis, project management**



## - Subject Optimization Design

## - Teaching Unit Hybrid Systems, Smart Grids and Electrochemical Storage

### - Subject Hybrid energy systems Project

#### Objectives

- Develop a multiphysics system model using Bond Graph formalism;
- Analyze energy transfer and energy coupling in a multiphysics system;
- Analyze system power profile and evaluate the interest of its hybridization;
- Sizing the hybrid system sources (fuel cell and supercapacitor);
- Simulate a frequency energy management strategy.

#### Description

This project consists in applying the Bond Graph formalism for the modeling of an EHA (ElectroHydrostatic Actuator) of an Airbus 320.

The project also aims to feed the EHA through a hybrid energy system. Indeed, the student must analyze the system power profile (here the EHA during a flight sequence) and conclude on the interest of its hybridization. The hybridization here consists in associating a PEM (Proton Exchange Membrane) fuel cell with a supercapacitor. The student has to size the sources and apply a frequency energy management strategy to respect the dynamic characteristics of

the hybrid system sources.

#### Number of hours

10.5

#### Teaching method

En présence

### - Subject Fuel cells project

#### Objectives

- Evaluate two complementary methodologies for experimental characterization of an electrochemical component:

Dynamic plot of voltage-current curve.

Electrochemical impedance spectroscopy.

- Parameterize a dynamic model of PEM (Proton Exchange Membrane) fuel cell based on the performed experimental characterizations.

- Evaluate the dynamic behavior of the PEM fuel cell providing current ripples generated by the connection of DC/DC static converters (Buck, Boost).

#### Description

- Electrical and fluidic assembly of an energy conversion manipulation based on an electrolyzer and a fuel cell.

- Study of two electrochemical components characterization methodology: the dynamic tracing of the voltage-current curve and the electrochemical impedance spectroscopy.

- Parametric identification: obtain the model parameters of an electrochemical component from the experimental characterizations.

**Number of hours**

10.5

**Teaching method**

En présence

**Teaching language**

French

**- Subject Decentralized and embedded electrical networks**

**Objectives**

- \* Know the characteristic criteria (security, stability ...) of an embedded or decentralized electrical network compared to a conventional distribution network.
- \* Understand the main elements (storage ...) used in the design of such a network.
- \* Propose different network architectures in relation to a given specification.
- \* Be able to read a complete electrical diagram of a photovoltaic installation by being able to identify the various devices necessary as well as their function and sizing.

**Description**

1. Security and reliability

- \* Related concepts (fault isolation, reconfiguration, backup network, ...)
- \* Example of an aeronautical network

2. Mission Profile to be completed

- \* Interest of sources hybridization to optimize their use
- \* Using the Ragone plan in sizing storage units

3. Quality (AC and DC networks)

- \* Definition of quality standards (current, voltage)
- \* Quality Improvement Solutions

4. Stability (AC and DC networks)

- \* Architecture and operation of AC power grids
- \* Principles of frequency and voltage settings on networks (primary, secondary adjustments)
- \* Power limitation of transportation lines
- \* Instability related to filter - regulated system interactions

5. EMC issues

- \* Coupling types
- \* Disturbance measurements and means of protection
- \* EMC issues for power grids
- \* Problems associated with indirect lightning strike

6. Study of PV installations connected to the distribution network

- \* Definitions of electrical switchgears and classes of protection
- \* LV earth connection diagram
- \* Electrical surge protection
- \* Study of plant schematic examples

**Person(s) in charge**

ROUX Nicolas  
Nicolas.Roux@enseeiht.fr  
Phone 2428

**Teaching method**

En présence

**Teaching language**

French

**Bibliography**

T. Christen et M. W. Carlen, « Theory of Ragone plots », Journal of Power Sources 91, pp. 210-216.

O. Gergaud, « Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur », Thèse ENS Cachan, 2002.

**- Subject Energy Hybridization of Systems****Objectives**

At the end of the course, the student will be able to identify the architectures of the hybrid systems and to know the energy/power characteristics of some sources and energy storage elements.

He will be able to analyze the mission of an energy system, to evaluate the relevance of its hybridization and to design a hybrid system.

The student will also be able to propose an energy management strategy of a multi-source energy system by respecting the intrinsic characteristics of the associated sources.

**Description**

In addition to the hybridization theory and the energy management of multi-source systems, the course is based on several examples of hybrid energy systems from the Laplace laboratory experience feedback. These examples relate in particular to the transport field (aeronautics, rail and road).

**Number of hours**

8.75

**Teaching method**

En présence

**Teaching language**

French

**- Subject Electrochemical components****- Subject Electrochemistry****- Subject Habitat project****- Subject Habitat****- Subject Smart Grids**

**· Teaching Unit Renewable energies**

**· Subject BER Valo Bio HT**

**· Subject Agrofuels Project**

**· Subject Systèmes Eoliens**

**· Subject Biofuel systems**

**· Subject High temperature biomass valorization**

**· Subject Photovoltaic Project**

**· Teaching Unit General education**

**· Subject 2nd Year Internship Defense**

**· Subject English language**

**· Subject Energy and Sustainable Dev Conferences**

**· Teaching Unit UE Conception Intégration de Puissance et Matériaux**

**· Subject Drivers, intégration**

**· Subject Intégration Puissances Magnétiques**

**· Subject Intégration Puissance et Composants condensateurs**

**· Subject Matériaux : Modélisation, élaboration, caractérisation**

**· Teaching Unit UE Diélectriques et Isolation**

**· Subject Formation TLV / UPS**

**- Subject Isolation Machines électriques & modules puissance**

**- M2 E2-CMD Semestre 10**

Choice: 1 Among 1 :

**- Teaching Unit PFE sans Projet Long (M2 E2-CMD)**

**- Teaching Unit PFE standard et Projet Long (M2 E2-CMD)**

**- PFE standard (M2 E2-CMD)**

**- Projet Long (M2 E2-CMD)**

## Organizational unit

École Nationale Supérieure d'Électrotechnique d'Électronique d'Informatique d'Hydraulique et des Télécommunications