

## Livret des enseignements dispensés en 5<sup>ème</sup> année, semestre 9

Les cours\* enseignés à Sup'EnR au semestre 9 de la 5<sup>ème</sup> année ont pour objectif de sensibiliser un public de futurs ingénieurs aux enjeux de la transition énergétique qui figure désormais parmi les priorités du ministère de l'écologie et du développement durable et les orientations principales des politiques d'aménagement et de développement local. Cela se décline en différents modules qui permettent d'apporter les connaissances relatives à des technologies, des infrastructures, des moyens, des politiques mis en place pour répondre aux enjeux sociétaux. Ces modules conduisent à explorer les différentes voies de cette transition qui correspondent à divers modes d'occupation de l'espace, de déplacement et de production énergétique. Certains modules se situent à l'interface entre les métiers d'énergéticien, d'aménageur, d'urbaniste et d'économiste. Hormis Innovative technological project, Energy softwares, Language (English), l'étudiant choisira 6 modules parmi les 8 proposés dans l'UE Energy Engineering et 4 sur 5 dans l'UE Humanities.

\* Cours dispensés en anglais

Codes	Type	ECTS	Libellé	VOLUME HORAIRE		
				CM	TD	TP
<b>TIENS51</b>	<b>SE@</b>	<b>30</b>	<b>SEMESTRE 9 DIPLOME D'INGENIEUR SUP ENR 5<sup>ème</sup> ANNEE</b>	<b>24</b>	<b>234</b>	<b>10</b>
TIEN5U11	UE@	20	S9UE1 - Energy Engineering	12	138	10
TIEN5IT1	MAT		Innovative technological project			10
TIEN5ES1	MAT		Energy softwares	12	12	
TIEN5CH1	INTER		Choix 6 matières sur 8	0	126	
TIEN5SE1	MAT		Energy storage		21	
TIEN5HY1	MAT		Hybridization, cogeneration&optimization of energy processes		21	
TIEN5ME1	MAT		Materials for energy		21	
TIEN5GS1	MAT		Grids and smart grids		21	
TIEN5SN1	MAT		Supervision and energy management		21	
TIEN5CS1	MAT		Concentrated solar processes		21	
TIEN5WE1	MAT		Water and energy : Desalination and pollutant treatment		21	
TIEN5BA1	MAT		Bioclimatic architecture and positive energy building		21	
<b>TIEN5U21</b>	<b>UE@</b>	<b>10</b>	<b>S9UE2 - Humanities</b>	<b>12</b>	<b>96</b>	<b>0</b>
TIEN5IN1	INTER		Choix 4 matières sur 5	0	84	
TIEN5NC1	MAT		Energy transition and land management of developing country		21	
TIEN5EM1	MAT		Environnemental management		21	
TIEN5NT1	MAT		Energy transition and land management		21	
TIEN5EK1	MAT		Energy market		21	
TIEN5IP1	MAT		Industrial property and patent		21	
TIEN5AN1	MAT		English	12	12	

## Energy engineering (20 ECTS)

### **Innovative technological project :**

**Volume horaire : 60h (projet)**

Le projet de fin d'études consiste typiquement à concevoir et développer une chaîne énergétique complète, en intégrant les aspects liés à l'innovation. Ces projets sont réalisés en partenariat avec des entreprises et des laboratoires de recherche.

### **Energy softwares :**

**Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD)**

Objectif : Ce module est dédié à l'utilisation d'un logiciel open source de résolution d'équations aux dérivées partielles. Les futurs ingénieurs simuleront des processus énergétiques intégrant des mécanismes physiques liés aux écoulements et/ou aux transferts de chaleur.

Contient :

- Utilisation d'un logiciel de résolution EDP open source.
- Commandes de base Linux.
- Initiation au calcul parallèle.
- Initiation à la modélisation de la turbulence.
- Initiation aux simulations d'écoulement diphasique.
- Initiation aux simulations d'écoulements fortement anisothermes (équations quasi-compressibles).

### **Energy storage :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Les différents modes de stockage énergétiques utilisés dans les procédés solaires sont décrits et illustrés par leurs applications. Les aspects matériau et procédé sont systématiquement abordés en synergie.

- Stockage chimique, électro-chimique : biofuels, hydrogène, batteries, accumulateurs, supercondensateur...
- Stockage mécanique : volant d'inertie, barrage hydroélectrique
- Stockage thermique : chaleur sensible (liquide, solide, vapeur), chaleur latente (gaz/liquide, liquide/solide), matériaux composites à propriétés de transfert intensifiées.
- Stockage thermo-chimique : systèmes réactifs, revalorisation énergétique, stockage de production.

### **Hybridization, cogeneration & optimization of energy processes :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Systèmes multi-énergies : enjeux, problématiques, modélisation  
Couplages, optimisation, flexibilité, modularité  
Etudes de cas.

## **Materials for energy :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Principales méthodes de synthèse des matériaux (massifs, couches minces, nanopoudres), procédés d'élaboration pour leurs mises en forme, Caractérisations. Propriétés, diagramme de Ragone, méthodes d'Ashby .Applications

## **Grids and smart grid :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Structure des réseaux électriques : réseau de transport, réseau de répartition, réseau de distribution, postes de transformation, structure maillée, structure radiale, structure arborescente  
Transport et distribution de l'énergie électrique  
Gestion des réseaux électriques : centres de répartition, protection, conduite et surveillance  
Stabilité et réglage des réseaux électriques  
Dérégulation des marchés et impact sur la conduite des réseaux électriques, production décentralisée et injection réseau,  
Réseaux intelligents/Smart grids  
Intégration des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

## **Supervision and energy management :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Modélisation et simulation dynamique des procédés, contrôle avancé  
Gestion des ressources et pilotage de charges  
Interaction production/réseau

## **Concentrated solar processes :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Systèmes de concentration solaire et récepteur  
- La ressource solaire pour les systèmes de concentration  
- Introduction à l'optique de concentration  
- Concentration linéaire : auge parabolique  
- Concentration ponctuelle : Systèmes récepteurs centraux et four solaire  
- Récepteurs solaires (absorbeurs) pour concentrateurs linéaires et systèmes de focalisation ponctuelle

Théorie et technologies des capteurs solaires  
- Collecte d'énergie et transfert de chaleur dans des capteurs solaires  
- Conception et simulation  
- Présentation des technologies du capteur solaire

Centrales solaires  
- Introduction au Solaire à Concentration (CSP) : diverses options, centrales en exploitation, industrie  
- Outils pour la conception de CSP et l'évaluation des performances  
- Mise en œuvre

### Résultats d'apprentissage

L'étudiant sera familiarisé avec la conception et les technologies des capteurs solaires et avec les technologies des centrales solaires pour les applications énergétiques.  
L'étudiant sera familiarisé avec l'outil de simulation et la méthode d'optimisation dédiés aux CSP.

**Water and energy : Desalination and pollutant treatment :**  
**Volume horaire : 21h (TD)**

Dessalement, dépollution : enjeux, technologies associées  
micropolluants dans l'environnement  
Procédés propres, simulation des procédés, réacteurs réels

**Bioclimatic architecture and positive energy building :**  
**Volume horaire : 21h (TD)**

Concepts de base, paramètres, confort dans le bâtiment  
Principes de conception, espaces, enveloppes, ressources, techniques dédiées, stratégies  
Intégration des EnR et production d'énergie  
Autoconsommation et gestion de l'énergie dans l'habitat

## Humanities (10 ECTS)

### **Energy transition and land management of developing country :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Enjeux de l'aménagement de projets en énergies renouvelables dans les pays en développement (contexte, acteurs, outils, expériences, ...)

### **Environnemental management :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Prise en compte de l'environnement par les entreprises  
Les méthodes et outils du management environnemental  
Comptabilité environnementale, audit environnement, indicateurs de performance environnementale  
Stratégies environnementales

### **Energy transition and land management :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Intégration du changement de paradigme (transition énergétique) dans les politiques et les pratiques de l'aménagement  
Identification des acteurs, des outils opérationnels, des démarches de planification, des nouveaux référentiels professionnels (smart-grid, schémas régionaux d'aménagement éolien, Plan Climat Énergie Territorial...)

### **Energy market :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Marchés internationaux de l'énergie (gaz, pétrole, charbon) et leurs interactions avec l'environnement international  
Marché de l'électricité et des énergies renouvelables (réglementation, régulation, tarification ...)

### **Industrial property and patent :**

**Volume horaire : 21h (TD)**

Propriété intellectuelle, propriété industrielle, définition de l'innovation, brevet

### **English :**

**Volume horaire : 12h (CM), 12h (TD)**

Compréhension de l'oral, compréhension de l'écrit, expression orale, l'expression écrite et interaction orale. Travail sur article scientifique. Débats autour de projets interculturels.