Livret des enseignements dispensés en 5ème année, semestre 9

Les cours* enseignés à Sup'EnR au semestre 9 de la 5ème 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 9 proposés dans l'UE Energy Engineering et 4 sur 5 dans l'UE Humanities.

*** Cours dispensés en anglais**

	Codes Apogee	Type	ECTS	Libellé	CM	TD	TP	Stage et autre	Total heures étudiant
Semestre 9	**TIENSN51**	**SE©**	**30**	**SEMESTRE 9 DIPLÔME D'INGENIEUR SUP ENR 5ème ANNEE**	**12**	**243**	**10**		**265**
	TIEN5U11	UE©	20	S9UE1 - Energy Engineering	12	138	10		160
	TIEN5IT1	MAT		Innovative technological project			10		10
	TIEN5ES1	MAT		Software for energy R&D	12	12			24
	TIEN5CH1	INTER		*Choice of 6 subjects out of 9*		126			126
	TIEN5SE1	MAT		Energy storage		21			21
	TIEN5HY1	MAT		District heating network and recovery of industrial waste heat		21			21
	TIEN5ME1	MAT		Materials for energy		21			21
	TIEN5GS1	MAT		Grids and smart grids		21			21
	TIEN5SN1	MAT		Supervision and energy management		21			21
	TIEN5CS1	MAT		Concentrated solar processes		21			21
	TIEN5WE1	MAT		Water and energy : Desalination and pollutant treatment		21			21
	TIEN5BA1	MAT		Bioclimatic architecture and positive energy building		21			21
	TIEN5LT1	MAT		Low-tech		21			21
	TIEN5U21	UE©	10	S9UE2 - Humanities		105			105
	TIEN5IN1	INTER		*Choice of 4 subjects out of 5*		84			84
	TIEN5NC1	MAT		Energy transition and land management of developing country		21			21
	TIEN5EM1	MAT		Transition and corporate social responsibility management		21			21
	TIEN5NT1	MAT		Energy transition and land management		21			21
	TIEN5EK1	MAT		Energy market		21			21
	TIEN5IP1	MAT		Industrial property and patent		21			21
	TIEN5AN1	MAT		English		21			21
Semestre 10	**TIENSN61**	**SE©**	**30**	**SEMESTRE 10 DIPLÔME D'INGENIEUR SUP ENR 5ème ANNEE**					**6**
	TIEN6U11	UE©	30	S10UE1 - Internship					6
	TIEN6ST1	MAT	30	Internship		6		6 mois	6
	TIEN6TO1	MAT	X	*TOEIC*					
	TIEN6DS1	MAT	X	*Durée du stage*					
	TIEN6SE1	MAT	X	*Séjour à l'étranger*					

Energy engineering (20 ECTS)

Innovative technological project :
Volume horaire : 10h (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.

Software for energy R&D :
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.

Réseau de chaleur et valorisation de la chaleur fatale industrielle :
Volume horaire : 21h (TD)

Objectif : Ce module se concentre sur la définition et l'étude des réseaux de chaleur et d'énergie urbains, en mettant l'accent sur leur évolution vers des systèmes hybrides intégrant plusieurs sources d'énergie. Il explore l'identification et la valorisation de la chaleur fatale industrielle, ainsi que les différentes technologies de récupération, de conversion, de stockage et de valorisation de la chaleur, contribuant ainsi à la décarbonation industrielle. Le concept de parcs éco-industriels est présenté comme un cadre pour l'optimisation des synergies énergétiques entre les industries. Le cours s'appuie sur des analyses thermodynamiques, des descriptions technologiques et des exemples d'application concrète pour étayer l'étude de ces sujets.

Contenu :
Chauffage urbain
Évolution des réseaux de chaleur urbains
Réseaux énergétiques hybrides
Ressources de chaleur fatale industrielle
Procédés de valorisation de la chaleur fatale

Évaluation : Présentation orale en groupe (3/4 étudiants)

Prérequis : Thermodynamique appliquée (1er et 2e principes, cycles thermodynamiques fondamentaux)

Durée : 21 h de travaux pratiques

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 surveillanceStabilité et réglage des réseaux électriques
Dérégulation des marchés et impact sur la conduite des réseaux électriques, production décentraliséeet 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 chargesInteraction 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 focalisationponctuelle

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 lestechnologies 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

Low-tech :
Heures : 21 h (TD)

Objectif : Acquérir des connaissances sur les systèmes et approches low-tech ; Être capable de mener un projet low-tech de la conception à la réalisation ; Comprendre l'intégration des low-tech à différentes échelles organisationnelles.

- Contient :
- Introduction à l'approche low-tech
- Modèle économique, gestion de projet low-tech : Quels sont les modèles économiques disponibles pour les entreprises low-tech (associations, SCIC, entreprises, etc.) et comment mettre en œuvre ces modèles d'entrepreneuriat alternatif ?
- Low-tech aux échelles organisationnelle et territoriale
- Culture de la coopération : Outils et fondamentaux de la coopération (gouvernance partagée, différents modes de prise de décision, etc.)
- Amélioration et/ou étude d'un prototype low-tech : expérimentation et analyse du cycle de vie
- Cuisine collective utilisant des systèmes low-tech

Modalités d'évaluation : rapport de projet et présentation

Prérequis : aucun

Nombre d'heures : 21 h de travaux pratiques

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, ...)

Management de la transition et de la RSE :
Volume horaire : 21h (TD)

Le cours abordera les stratégies des entreprises en matière de responsabilité sociétale (enjeux environnementaux, économiques et sociaux) et de transitions au sens large. Les étudiants étudieront spécifiquement une entreprise afin de déterminer dans quelle mesure l'entreprise fait preuve de responsabilité ou d'irresponsabilité. L'économie sociale et solidaire, comme alternative économique au modèle dominant sera également abordée.

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 : 21h (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.