



MASTER ÉNERGIE – PARCOURS ÉNERGIE ET PROCÉDÉS

Descriptif du parcours M2 EP « Énergie et procédés »
du master mention « Énergie » de l'Université de Lorraine

Responsable : F. Patisson, Professeur à Mines Nancy, Université de Lorraine

déc. 2019

Présentation générale

Objectifs – Comme l'ensemble de la formation du master Énergie, le parcours Énergie et procédés vise à former des cadres de haut niveau aux compétences affirmées en mécanique, énergétique et génie des procédés. Capables de comprendre et de formaliser des problèmes complexes, riches d'acquis scientifiques et techniques, bénéficiant d'une formation par la recherche, ils seront aptes à l'élaboration et au suivi de projets, montrant leur différence dans les domaines de l'ingénierie, des sciences et techniques, et de l'organisation.

Plus spécifiquement et en complémentarité de l'autre parcours (Mécanique et énergie), le parcours Énergie et procédés s'attache à pousser plus loin des compétences des étudiants sur le couplage énergie–procédés lui-même, via notamment une compréhension pointue des procédés de production de l'énergie et de consommation d'énergie, de l'échelle de la molécule à celle du réacteur, en mobilisant des connaissances scientifiques avancées en mécanique et en génie des procédés au service de l'énergie, en s'ouvrant aux problématiques et à la démarche de la recherche et en assimilant la réalité du paysage énergétique mondial d'aujourd'hui, y compris dans ses aspects économiques et environnementaux.

Public – Le parcours M2 Énergie et procédés est ouvert aux étudiants issus du M1 du master Énergie de l'UL, aux élèves-ingénieurs de 3A des écoles de l'UL, et aux candidats extérieurs titulaires d'un M1 dont la mention est en adéquation avec le contenu pédagogique du parcours. En particulier, des connaissances suffisantes en mécanique des fluides, transferts thermiques et de matière et en génie des procédés sont nécessaires.

Scolarité – La majeure partie des cours a lieu à Mines Nancy, 92 rue du Sergent Blandan, Nancy, Pour ces cours et le projet scientifique, les étudiants de master travaillent avec les élèves-ingénieurs de 3^e année du département Procédés, énergie, environnement des Mines. D'autres modules, en fonction des choix de l'étudiant, sont dispensés à la FST ou dans d'autres écoles. La présence aux cours et aux TD est obligatoire.

Contenu de la formation

Organisation – La formation totalise 60 crédits ECTS, dont 30 en unités d’enseignements (UE) et 30 pour le stage de fin d’études. 3 UE de cours sont à choisir parmi les modules d’enseignement proposés en 3^e année du département Procédés, énergie, environnement de Mines Nancy et d’autres cours de 3^e année des écoles d’ingénieurs de l’UL ou de l’autre parcours du master Énergie.

Unités d’enseignement :

- 3 UE (3×40h, 12 crédits) de tronc commun 3A Mines Nancy :
 - TC1 : « Procédés multiphasiques »,
 - TC2 : « Marché de l’énergie et énergies nouvelles »,
 - TC3 : « Systèmes énergétiques ».
- 1 UE (40h, 4 crédits, UE 904) dite « libre » à choisir parmi un ensemble de cours proposés par Mines Nancy, la FST, ou d’autres écoles de l’UL.
- 1 UE (10 crédits, UE 914) « Projet scientifique ».
- 1 UE (4 crédits, UE 915) « Communication scientifique internationale ».
- 1 UE (30 crédits, UE 1011) « Stage ».

Voir le descriptif détaillé de chaque unité d’enseignement en Annexe.

Emploi du temps indicatif en S9

	Lundi		Mardi		Mercredi		Jeudi		Vendredi	
	matin	ap-m	matin	ap-m	matin	ap-m	matin	ap-m	matin	ap-m
M2 Energie et procédés	TC2 Marché de l’énergie– énergies nouvelles	TC1 Procédés multi- phasiques	UE 914 Projet scientifique	UE 904 Cours électif	TC3 Systèmes énergéti- ques	UE 914 Projet scientifique	UE 914 Projet scientifique	UE 915 Communi- cation scientifique intern.		
	↓ Marchés de l’énergie et de l’environ- nement	↓ Transferts en milieux multiphasi- ques			↓ Combustion			en janvier		
	Biomasse- énergie	Comporte- ment des phases dispersées			Modélisation et optimisation des systèmes énergétiques					

L’emploi du temps et les salles sont consultables sur l’application ADE de l’UL, en suivant le chemin : Groupes d’étudiants > DHO : Ecole des Mines > Formation Ingénieur Civil > ICM 1A-2A-3A génériques > 3A > 3A ENR.

Stage – Le stage d’une durée de 5 à 6 mois termine la formation au S10. Il doit se dérouler en entreprise ou en laboratoire. Dans le cas d’un stage en entreprise, le sujet doit de préférence comporter une composante recherche et/ou développement et/ou innovation. Le sujet et l’entreprise ou le laboratoire d’accueil doivent être validés par le responsable de l’UE de façon à assurer la cohérence de la mission et du sujet avec la spécialité du master.

Débouchés

Cadre en entreprise dans les secteurs de l'énergie (production, gestion, conseil, audit), de l'aéronautique, de l'automobile, de l'industrie en général ou des services. Fonctions : chef de projet, chargé d'affaires, responsable de production, ingénieur de recherche... La formation peut également être poursuivie, en vue d'une carrière dans la recherche privée ou publique, par la préparation d'un doctorat.

Renseignements

- Pédagogiques : F. Patisson, responsable du parcours, Mines Nancy, 92 rue du Sergent Blandan, CS 14234, 54042 Nancy. Tél : 03 72 74 26 70 ou 03 72 74 49 16. Courriel : fabrice.patisson@univ-lorraine.fr
- Administratifs : Annabelle Morel, secrétariat du master Énergie, Faculté des sciences et technologies, B.P. 70239, 54506 Vandœuvre. Tél : 03 72 74 51 26. Courriel : annabelle.morel@univ-lorraine.fr

Liens

Page du site de l'UL renvoyant au master Énergie

<http://fst.univ-lorraine.fr/formations/master-energie>

au parcours Énergie et procédés

<https://formations.univ-lorraine.fr/master/2346-master-energie-et-procedes-ep.html>

Plaquette descriptive de l'ensemble du master Énergie à

<http://fst.univ-lorraine.fr/sites/fst.univ-lorraine.fr/files/master-energie.pdf>

Plaquette (ce document) téléchargeable à l'adresse

http://energie.mines-nancy.univ-lorraine.fr/resources/documents/Descriptif_complet_master_EP_2019.pdf

Annexe – Liste et contenu des UE

ANNEXE - FICHE UE TC1

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 “Energie et procédés”

Numéro de l’UE : TC1

Nom complet de l’UE : Procédés multiphasiques

Composante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom des responsables de l’UE et courriels : Hervé COMBEAU, herve.combeau@univ-lorraine.fr
et Jean-Pierre BELLOT, jean-pierre.bellot@univ-lorraine.fr

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 42h

Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire personnel de l’étudiant : 60h

Langue d’enseignement de l’UE : français

% d’intervenants extérieurs aux établissements cohabilités : /

Origine des intervenants (industrie....) :

Enseignements composant l’UE	Coef.	Volume horaire par type d’enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
• Transferts en milieux multiphasiques	1	21				RAP
• Comportement des phases dispersées	1	21				RAP

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

Les transferts en milieux polyphasiques sont un thème d’actualité qui concerne aussi bien les grands procédés industriels de production ou d’utilisation d’énergie que le secteur de l’environnement. En effet, les procédés industriels fonctionnent de plus en plus en systèmes polyphasiques afin d’accroître la sélectivité et la vitesse des réactions (combustion par exemple) et améliorer la séparation des produits (réacteurs catalytiques, lits fluidisés, tours de lavage). De même, le traitement des effluents industriels et ménagers (liquide et gazeux) s’opère pratiquement toujours dans des milieux multiphasiques, et l’efficacité de la séparation se mesure non seulement par le rendement massique, mais aussi avec des critères de taille et de composition (exemples : traitements des eaux uées par flottation, des poussières, des effluents radioactifs contaminés).^[1] Ce cours est destiné à apporter aux étudiants les connaissances fondamentales pour aborder ce sujet difficile, avec une analyse qui va de l’échelle microscopique à l’échelle macroscopique. Les étudiants appliquent les connaissances acquises au cours de travaux pratiques et de travaux dirigés, certains sur ordinateur.

Pré-requis :

mécanique des fluides

Contenu pédagogique de l’UE :

Transferts en milieux multiphasiques :

Introduction : intérêts industriels, exemples, questions ouvertes en recherche et développement, présentation du programme du cours • Différents types d’écoulement, diagrammes de régime. Introduction au TP colonne à bulles, distribution des articles aux étudiants, modélisation multiphasique • Méthodes de prise de

<https://formations.univ-lorraine.fr/master/2346-master-energie-et-procedes-ep.html>

moyenne (uniquement hydrodynamique). Equations moyennées de la quantité de mouvement sur chaque phase • Méthodes numériques de résolution. Utilisation de Fluent sur ordinateur : exemple de la colonne à bulles. Prises de moyennes avec transfert de chaleur et de masse • Evaporation et condensation. Ebullition en vase. Ebullition convective. Condensation en film et en gouttelettes. Dimensionnement d'un évaporateur et d'un condenseur.

Comportement des phases dispersée :

Formes des particules et conditions aux limites pour leur écoulement : forme et trajectoire d'une bulle isolée en fonction de sa taille, régimes d'écoulement en colonne à bulles, estimation des surfaces d'échange

- Interactions particule-phase continue : bilan des forces agissant sur le mouvement d'une particule. Description et expression de l'ensemble des forces. Exemple du comportement d'une particule dans un tourbillon
- Modélisation de la phase discrète : calcul lagrangien de la trajectoire d'une particule en laminaire, algorithme et méthode numérique TD sur Fluent : simulation de l'écoulement de particules solides en soufflerie (vertical). Modélisation de la phase discrète en régime turbulent : comportement d'une particule en écoulement turbulent et calcul lagrangien de la trajectoire
- Bilans de populations (BP) : équation générale de BP, quelques rappels sur les fonctions de distribution, équation de transport dans le cas d'une croissance sans agglomération, répartition en taille de cristaux dans un cristalliseur continu. Bilan de population avec agglomération : équation de Smoluchowski, méthodes de résolution (Hounslow, Ramkrishna, parent and daughter), description du noyau d'agglomération en régime turbulent, exemple d'application sur ordinateur : traitement de poussières. Couplage mécanique des fluides et bilan de population, exemple d'application sur ordinateur.

ANNEXE - FICHE UE TC2

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 "Energie et procédés"

Numéro de l'UE : TC2

Nom complet de l'UE : Marchés de l'énergie et énergies nouvelles

Composante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom du responsable de l'UE et courriel : Jean-Sébastien KROLL-RABOTIN

jean-sebastien.kroll-rabotin@univ-lorraine.fr

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 42h

Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : français

% d'intervenants extérieurs aux établissements cohabilités :

Origine des intervenants (industrie....) :

Enseignements composant l'UE	Coef.	Volume horaire par type d'enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
• Marchés de l'énergie et de l'environnement	1	21				ECRIT
• Biomasse-énergie	1	21				ECRIT

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

- Situer les politiques énergétiques avec leurs principaux enjeux économiques et environnementaux.
- Acquérir les compétences de base dans le domaine de l'optimisation technico-économique de procédés industriels fortement consommateurs d'énergie ; utiliser la modélisation mathématique ; se familiariser avec la finance quantitative appliquée aux marchés de l'énergie.
- Découvrir le potentiel des énergies renouvelables à travers le cas de la biomasse-énergie, première source d'EnR devant l'hydraulique, en traitant les aspects énergétiques, environnementaux et économiques, mais aussi en s'intéressant aux processus physiques mis en jeu lors de la transformation matière-énergie.

Pré-requis :

Bagage mathématique.

Contenu pédagogique de l'UE :

Marchés de l'énergie et de l'environnement :

- Macro-économie de l'énergie, grandes politiques énergétiques, géostratégie de l'énergie : croissance, consommation et ressources, contraintes environnementales liées à la croissance économique, modèles de croissance de développement durable
- Introduction à la finance quantitative : introduction aux marchés financiers (rôle du marché et produits disponibles sur le marché), modèle de prix à une période (stratégie d'investissement arbitraire et autres considérations économiques, probabilité de risque neutre...), modèles multi-périodes
- Marchés de l'énergie en France : les acteurs de la production à la consommation, les produits financiers sur les marchés énergétiques
- Simulation de trading sur les marchés de l'électricité, du gaz naturel et du CO₂.

Biomasse-énergie :

- Introduction : contexte, intérêt, marché, impact environnemental. Filières biomasse-énergie existantes
- Les différentes ressources biomasse : nature physique et chimique, disponibilité, coût. Calcul d'inventaire forestier
- Production de biogaz. Les procédés selon les échelles. Evaluation économique d'une installation de méthanisation agricole
- Production de biocarburants de première génération : bioéthanol et biodiesel par procédés biologiques. Synthèse Fischer-Tropsch. Dimensionnement d'un réacteur biologique ou d'hydrolyse
- Conversion thermo-chimique de la biomasse I. Combustion : du traditionnel à l'industriel actuel. Processus de combustion d'une pièce de bois. II. Gazéification et pyrolyse. Performance d'un lit fixe de gazéification
- Valorisation énergétique des déchets.

ANNEXE - FICHE TC3

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 "Energie et procédés"

Numéro de l'UE : TC3

Nom complet de l'UE : Systèmes énergétiques

Composante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hervé COMBEAU, herve.combeau@univ-lorraine.fr

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 42h

Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : français

<https://formations.univ-lorraine.fr/master/2346-master-energie-et-procedes-ep.html>

% d'intervenants extérieurs aux établissements cohabilités : /
 Origine des intervenants (industrie....) :

Enseignements composant l'UE	Coef.	Volume horaire par type d'enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
• Combustion	1	21				ECRIT /RAP
• Modélisation et optimisation des systèmes énergétiques	1	21				ECRIT /RAP

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
 STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

Maîtriser les notions scientifiques sous-jacentes aux systèmes de production d'énergie.
 Connaître la thermodynamique et les phénomènes de transport et cinétiques associés à une combustion. Etre capable d'apporter des solutions novatrices à des objectifs de réduction de consommation d'énergie et environnementaux lorsqu'un problème de combustion est en jeu.
 Connaître les principaux cycles thermodynamiques des convertisseurs d'énergie et les méthodes d'optimisation énergétique. Analyser l'efficacité énergétique de systèmes de conversion d'énergie. Calculer et concevoir des systèmes de conversion d'énergie

Pré-requis :

Thermodynamique, phénomènes de transport, mécanique des fluides.

Contenu pédagogique de l'UE :

Combustion :

Introduction, présentation des phénomènes • Thermodynamique de la combustion : Premier principe en système ouvert avec réaction chimique, étude thermique de la combustion (PCI, PCS, pouvoir comburivore, pouvoir fumigène, température de flamme). Diagramme d'Ostwald • Cinétique chimique appliquée à la combustion • Phénomènes de transport : les équations de bilan de l'aérothermochimie ; calcul simplifié d'une flamme de diffusion laminaire ; transports turbulents ; propagation d'une flamme, température d'inflammation, limite d'inflammabilité, vitesse de déflagration, stabilité d'une flamme • Applications : chaudières, moteurs thermiques, turbines à gaz.

Modélisation et optimisation des systèmes énergétiques :

Ce cours est dévolu à la présentation, la modélisation et l'optimisation des principaux convertisseurs d'énergie. Pour chaque système, seront étudiés le principe général, l'analyse thermodynamique de son fonctionnement conduisant notamment à son principe de conception et une présentation technologique. Le cours s'appuiera sur l'utilisation de logiciels tels que Thermooptim permettant de mettre rapidement en oeuvre les principes vus en cours et de tester l'effet des paramètres du système sur sa réponse • Présentation technologique des principaux convertisseurs d'énergie : moteur diesel et à essence, turbine à gaz, cogénération, machines à froid, pompes à chaleur, climatisation • Rappel sur les cycles théoriques et réels de ces convertisseurs : cycle de Carnot, Joule, Beau de Rochas, Diesel, Hirn, Rankine • Modélisation et optimisation en terme de génie énergétique. Mise en oeuvre de logiciels du type THERMOOPTIM.

ANNEXE - FICHE UE 914

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 "Energie et procédés"

Numéro de l'UE : 914

<https://formations.univ-lorraine.fr/master/2346-master-energie-et-procedes-ep.html>

Nom complet de l'UE : Projet scientifiqueComposante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom du responsable de l'UE et courriel : Jean-Pierre BELLOT, jean-pierre.bellot@univ-lorraine.fr

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 6 h

Nombre de crédits ECTS : 10

Volume horaire personnel de l'étudiant : 172 h

Langue d'enseignement de l'UE : français et anglais

% d'intervenants extérieurs aux établissements cohabilités : 0

Origine des intervenants (industrie....) :

Enseignements composant l'UE	Coef.	Volume horaire par type d'enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
• Projet scientifique personnel tutoré	1		6			RAP/ TRAV

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
 STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

L'objectif de ce projet personnel et tutoré est de donner aux étudiants une formation par la recherche. Il leur est demandé de travailler sur un projet de recherche proposé par un tuteur académique et dont le sujet ne sera pas leur sujet de stage. Le projet est suffisamment ambitieux pour que la formation ait un sens et suffisamment circonscrit pour qu'il soit réalisable. Le projet est encadré en continu par un tuteur chercheur ou enseignant-chercheur, parfois accompagné d'un tuteur externe soit académique soit industriel.

Pré-requis :

Néant.

Contenu pédagogique de l'UE :

Les étudiants travaillent par groupe de deux. Les étapes du projet comprennent une partie compréhension du sujet et définition précise des objectifs avec le tuteur, une partie bibliographique, une partie réalisation (calculs et/ou expériences de laboratoire), et enfin la rédaction d'un rapport au format d'une publication scientifique en anglais.

Deux à trois créneaux hebdomadaires de 3h sont réservés dans l'emploi du temps tout au long du semestre 9. L'évaluation du projet porte pour partie sur la qualité du travail réalisé et pour partie sur celle du rapport final.

L'étude bibliographique indispensable au projet fait l'objet d'un rapport séparé et évalué dans le cadre de l'UE 915 "Communication scientifique internationale". De même, une communication orale finale en anglais sur la base du travail réalisé lors du projet est prévue dans l'UE 915.

ANNEXE - FICHE UE 915

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 "Energie et procédés"

<https://formations.univ-lorraine.fr/master/2346-master-energie-et-procedes-ep.html>

Numéro de l'UE : 915

Nom complet de l'UE : Communication scientifique internationale

Composante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom du responsable de l'UE et courriel : Fabrice PATISSON, fabrice.patisson@univ-lorraine.fr

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 7 h

Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire personnel de l'étudiant : 40 h

Langue d'enseignement de l'UE : français et anglais

% d'intervenants extérieurs aux établissements cohabilités : 10%

Origine des intervenants (industrie....) : laboratoires publics, centres de recherche de l'industrie

Enseignements composant l'UE	Coef.	Volume horaire par type d'enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
• Conférences	2				4 conf.	RAP
• Bibliographie	1		2			RAP
• Journée scientifique	1					ORAL

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

L'UE "Communication scientifique internationale" est destinée à familiariser les étudiants avec les pratiques de la communication scientifique actuelle : lecture et rédaction d'articles, pratique de l'anglais scientifique, participation à des conférences. Elle comprendra ainsi la participation à 4 conférences thématiques dispensées par des chercheurs et organisées spécifiquement dans la cadre du master et la production de comptes rendus écrits et oraux par les étudiants : rapport (en anglais) sur les conférences, rapport bibliographique (en anglais) sur le projet scientifique tutoré et présentation d'une communication orale (en anglais) à une journée scientifique de restitution.

Pré-requis :

Néant.

Contenu pédagogique de l'UE :

Série de 4 conférences scientifiques dispensées par des chercheurs des laboratoires de l'UL ou des chercheurs extérieurs invités sur leurs recherches actuelles relevant de la thématique énergie-procédés (ex : pile à combustible, gazéification de biomasse, turbulence et éolien, nanothermique). Chaque intervenant propose à l'issue de sa conférence une question à approfondir. Les étudiants rédigent individuellement un rapport en anglais qui synthétise le contenu des conférences et répond aux questions d'approfondissement.

Organisation d'une journée scientifique composée des exposés finaux des projet scientifiques (UE 914 de la spécialité). L'auditoire sera composé des étudiants et des enseignants de la spécialité, ainsi que du public (étudiants, chercheurs) intéressé. Les exposés seront notés.

ANNEXE - FICHE UE 904

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 "Energie et procédés"

Numéro de l'UE : 904

Nom complet de l'UE : UE libre

Composante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom du responsable de l'UE et courriel : Fabrice PATISSON, fabrice.patisson@univ-lorraine.fr

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 40 à 42 h

Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire personnel de l'étudiant : 60 h

Langue d'enseignement de l'UE : français, anglais

% d'intervenants extérieurs aux établissements cohabilités : 0

Origine des intervenants (industrie....) :

Enseignements composant l'UE	Coef.	Volume horaire par type d'enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
Au choix (40h) parmi les éléments constitutifs (EC) listés ci-dessous.						

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

Compléter les UE de tronc commun par un enseignement équivalent, de niveau M2, choisi par l'étudiant pour approfondir des thèmes de la spécialité ou pour s'ouvrir à des domaines voisins.

Pré-requis :

Contenu pédagogique de l'UE :

L'UE est à choisir par l'étudiant parmi les enseignements de niveau M2 existants proposé par les écoles et la FST de l'UL et susceptibles de conforter ou d'enrichir son cursus énergie-procédés. Elle peut être composée de différents éléments constitutifs, sous réserve de compatibilité d'emploi du temps et pourvu que le total des heures enseignées équivale à environ 40 h ou 4 crédits. Le choix des cours sera défini en début de S9 et devra être validé par le responsable du parcours. Les modalités pédagogiques et de contrôle des connaissances sont ceux des EC sélectionnées. Les EC conseillés sont listés ci-dessous (attention, tous les cours n'ouvrent pas forcément chaque année).

Cours master Énergie parcours "Mécanique et énergie" (2 ECTS chaque)

- Turbomachines à fluides incompressibles
- Analyse de cycle de vie, développement durable
- Polygénération
- Echangeurs et chaleur fatale
- Méthodes inverses et caractérisation des transferts
- L'hydrogène, vecteur énergétique du futur ?
- Production, stockage et conversion de l'énergie
- Production de froid, systèmes conventionnels et avancés

- Design et technologie CVC
- Systèmes énergétiques, éco-conception
- Energie nucléaire
- Ecoulement pour les procédés
- Acoustique industrielle

Cours Mines Nancy 3A (4 ECTS chaque)

- Filières nucléaires
- Traitement des données
- Introduction au langage C
- Mise en forme
- Supraconducteurs
- Surveillance et diagnostic de systèmes (36 h)
- Micro-économie et théorie des jeux

ANNEXE - FICHE UE 1011

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : mention Energie, parcours M2 "Energie et procédés"

Numéro de l'UE : 1011

Nom complet de l'UE : Stage

Composante de rattachement : *Mines Nancy*

Nom du responsable de l'UE et courriel : Jean-Pierre BELLOT, jean-pierre.bellot@univ-lorraine.fr

Semestre : S10

Volume horaire enseigné :

Nombre de crédits ECTS : 30

Volume horaire personnel de l'étudiant : 40 h

Langue d'enseignement de l'UE : français

% d'intervenants extérieurs aux établissements cohabilités : 0

Origine des intervenants (industrie....) :

Enseignements composant l'UE	Coef.	Volume horaire par type d'enseignement				MCC*
		CM	TD	TP	Autres	
					stage	STAGE/ ORAL/TR AV

* MMC – légende : CC : Contrôle continu ECRIT : Examen écrit RAP : Rapport fourni et évalué
STAGE : Rapport de Stage ORAL : Examen oral TRAV : Travail personnel évalué

Objectifs :

Mise en situation en entreprise ou en laboratoire. Procurer une expérience d'insertion professionnelle en grandeur réelle. Remplir une mission de cadre, ingénieur ou chercheur, au sein d'une équipe. Mettre à profit ses compétences en énergétique, mécanique et génie des procédés pour proposer des solutions et atteindre des objectifs.

Pré-requis :

L'ensemble du cursus S9.

Contenu pédagogique de l'UE :

La recherche du stage est de la responsabilité de l'étudiant. Le stage doit se dérouler en entreprise ou en laboratoire. Dans le cas d'un stage en entreprise, le sujet doit de préférence comporter une composante recherche et/ou développement et/ou innovation. Le sujet et l'entreprise ou le laboratoire d'accueil doivent être validés par le responsable de l'UE de façon à assurer la cohérence de la mission et du sujet avec la spécialité du master.

Durant le stage, l'étudiant devra veiller à sa bonne intégration au sein de l'équipe qui l'accueille et se montrer moteur et source de propositions pour faire avancer son sujet et sa mission. Il s'appliquera à atteindre ou dépasser les objectifs fixés avec son encadrement en termes de délais et de qualité du travail. L'étudiant préparera en fin de stage un rapport de stage pendant son temps de travail dans l'entreprise ou le laboratoire, ainsi qu'un exposé oral destiné à être présenté aux enseignants de la spécialité.

Un tuteur académique membre de l'équipe enseignante est désigné pour le suivi de chaque stage. Il a pour mission de suivre l'évolution du travail du stagiaire et de s'assurer que les conditions sont réunies pour un bon déroulement du stage. Il doit visiter le stagiaire ou organiser a minima un entretien avec l'étudiant et son tuteur en entreprise ou en laboratoire.

L'évaluation du stage est basée pour un tiers sur le travail réalisé en entreprise ou en laboratoire, en s'appuyant sur le retour du tuteur entreprise ou laboratoire, pour un tiers sur le rapport et pour le dernier tiers sur la soutenance orale.