

# MASTER MEPP

Descriptif de la spécialité M2 EP « Energie–procédés » du master MEPP  
« Mécanique, énergie, procédés, produits » de l'Université de Lorraine  
Responsable : F. Patisson, Professeur à Mines Nancy, Université de Lorraine

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

- **Objectifs** - Comme l'ensemble de la formation du master MEPP, la spécialité Energie–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, colorés 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, à l'interface et en complément aux deux autres spécialités, Mécanique et énergétique et Génie des procédés et produits formulés, la spécialité Energie–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** - La spécialité M2 Energie–procédés est ouverte aux étudiants issus du M1 du master MEPP de l'UL, aux élèves-ingénieurs de 3A des Ecoles de l'UL, et aux candidats extérieurs titulaires d'un M1 dont la mention est en adéquation avec le contenu pédagogique de la spécialité.
- **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 donc avec les élèves-ingénieurs de 3A des Mines. D'autres modules, en fonction des choix de l'étudiant, sont dispensés à la FST ou dans d'autres Ecoles.

## 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. 4 UE de cours sont à choisir parmi les modules d'enseignement proposés en 3e année du département Procédés, énergie, environnement de Mines Nancy et d'autres cours de 3e année des Ecoles d'ingénieurs de l'UL ou des deux autres spécialités du mater MEPP.
- **Unités d'enseignement :**
  - 2 UE (2×40h, 8 crédits) à choisir obligatoirement parmi les 3 suivantes :
    - UE333 « Procédés multiphasiques »,
    - UE 334 « Marché de l'énergie et énergies nouvelles »,
    - UE 335 « Systèmes énergétiques ».
  - 2 UE (2×40h, 8 crédits) à choisir parmi :
    - UE 333, UE 334 ou UE 335, ou
    - UE 338 UE « libres ».
  - 1 UE, UE 336 (10 crédits) « Projet scientifique ».
  - 1 UE, UE 337 (4 crédits) « Communication scientifique internationale ».
  - 1 UE, UE 332 (30 crédits) « Stage ».

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

## ● *Emploi du temps type en S9*

	Lundi		Mardi		Mercredi		Jeudi		Vendredi	
<b>M2 Energie- procédés</b>		UE 333	UE 334	UE 338	UE 335	UE 336	UE 336	UE 337		UE 336
		Procédés multi-phasiques	Marché de l'énergie-énergies nouvelles	Cours électif	Systèmes énergétiques	Projet scientifique	Projet scientifique	Communication scientifique internationale		Projet scientifique

- **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 :

**Fabrice PATISSON** responsable de la spécialité,

Mines Nancy, 92 rue du Sergent Blandan, CS 14234, 54042 Nancy.

☎ 03 83 58 42 67 ou ☎ 03 55 66 27 52 ✉ [fabrice.patisson@univ-lorraine.fr](mailto:fabrice.patisson@univ-lorraine.fr)

- Administratifs :

**Françoise KRAEMER**, scolarité des masters,

Faculté des sciences et technologies, B.P. 70239, 54506 Vandœuvre

☎ 03 72 74 50 26 ✉ [francoise.huth@univ-lorraine.fr](mailto:francoise.huth@univ-lorraine.fr)

## ANNEXE - FICHE UE 333

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”

Numéro de l'UE : 333

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.belloc@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 usées par flottation, des poussières, des effluents radioactifs contaminés). 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 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 334

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 334**

**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 CO<sub>2</sub>.

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 thermochimique 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 UE 335**

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité "Energie-procédés"**

**Numéro de l'UE : 335**

**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](mailto:herve.combeau@univ-lorraine.fr)

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 42h

Nombre de crédits ECTS : 4

\* 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 CO<sub>2</sub>.

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 thermochimique 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 UE 335**

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité "Energie-procédés"**

**Numéro de l'UE : 335**

**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  
 % 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 Thermoptim 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 THERMOPTIM.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 336**

**Nom complet de l'UE : Projet scientifique**

Composante 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 moitié sur la qualité du travail réalisé et pour moitié sur le rapport final.

L'étude bibliographique indispensable au projet fait l'objet d'un rapport séparé et évalué dans le cadre de l'UE 337 "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 337.



## ANNEXE - FICHE UE 337

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 337**

**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 le cadre du master et la production de comptes rendus écrits et oraux par les étudiants : rapport (en anglais) sur les conférences, rapport bibliographique (en français ou en anglais) sur le projet scientifique tutoré et présentation d'une communication orale (en anglais) à une journée scientifique organisée par les étudiants.

**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 par les étudiants d'une journée scientifique composée de leurs exposés finaux de projet scientifiques (UE 336 de la spécialité) : organisation pratique, répartition par thèmes, communication interne et externe sur cette journée ouverte, et exposés scientifiques en anglais.

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 338

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 338**

**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](mailto: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 théoriques 333 à 335 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 Ecoles de Lorraine-INP et par la FST 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 équivalende à environ 40 h. Le choix des cours sera défini en début de S9 et devra être validé par le responsable de la spécialité. Les modalités pédagogiques et de contrôle des connaissances sont ceux des EC sélectionnées. Les EC conseillés sont listés ci-dessous :

Cours master MEPP spécialité S1 “Mécanique et énergétique”

- Thermique avancée (20 h)
- Optimisation des systèmes énergétiques (20 h)

- Métrologie fluide et thermique (20 h)
- Pile à combustible (20 h)
- Polygénération (20 h)

Cours master MEPP spécialité S2 “Génie des procédés et des produits formulés”

- Optimisation dynamique des procédés (20 h)
- Commande avancée des procédés (20 h)

Cours Mines Nancy 3A :

- Filières nucléaires (36 h)
- Surveillance et diagnostic de systèmes (36 h)
- Codes numériques pour la résolution de problèmes de l'ingénieur (21 h)
- Combustion appliquée aux turboréacteurs (42 h)
- Advanced fluid mechanics: transition to turbulence & turbulence - Applications to transfers, aerodynamics & wind energy (24 h)
- Génie nucléaire: systèmes fluides (21 h)
- Analyse environnementale des filières énergétiques - Stratégies énergétiques (21 h)

Cours ENSIC, ESSTIN, ENSEM ou FST

- Consulter les sites des composantes.

## ANNEXE - FICHE UE 332

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 332**

**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.

## ANNEXE - FICHE UE 333

Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”

Numéro de l'UE : 333

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.belloc@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 usées par flottation, des poussières, des effluents radioactifs contaminés). 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 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 334

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 334**

**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 CO<sub>2</sub>.

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 thermochimique 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 UE 335**

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité "Energie-procédés"**

**Numéro de l'UE : 335**

**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](mailto:herve.combeau@univ-lorraine.fr)

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 42h

Nombre de crédits ECTS : 4

\* 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 CO<sub>2</sub>.

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 thermochimique 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 UE 335**

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité "Energie-procédés"**

**Numéro de l'UE : 335**

**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](mailto: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  
 % 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 Thermoptim 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 THERMOPTIM.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 336**

**Nom complet de l'UE : Projet scientifique**

Composante 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 moitié sur la qualité du travail réalisé et pour moitié sur le rapport final.

L'étude bibliographique indispensable au projet fait l'objet d'un rapport séparé et évalué dans le cadre de l'UE 337 "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 337.

## ANNEXE - FICHE UE 337

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 337**

**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 le cadre du master et la production de comptes rendus écrits et oraux par les étudiants : rapport (en anglais) sur les conférences, rapport bibliographique (en français ou en anglais) sur le projet scientifique tutoré et présentation d'une communication orale (en anglais) à une journée scientifique organisée par les étudiants.

**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 par les étudiants d'une journée scientifique composée de leurs exposés finaux de projet scientifiques (UE 336 de la spécialité) : organisation pratique, répartition par thèmes, communication interne et externe sur cette journée ouverte, et exposés scientifiques en anglais.

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 338

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 338**

**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](mailto: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 théoriques 333 à 335 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 Ecoles de Lorraine-INP et par la FST 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 équivalende à environ 40 h. Le choix des cours sera défini en début de S9 et devra être validé par le responsable de la spécialité. Les modalités pédagogiques et de contrôle des connaissances sont ceux des EC sélectionnées. Les EC conseillés sont listés ci-dessous :

Cours master MEPP spécialité S1 “Mécanique et énergétique”

- Thermique avancée (20 h)
- Optimisation des systèmes énergétiques (20 h)

- Métrologie fluide et thermique (20 h)
- Pile à combustible (20 h)
- Polygénération (20 h)

Cours master MEPP spécialité S2 “Génie des procédés et des produits formulés”

- Optimisation dynamique des procédés (20 h)
- Commande avancée des procédés (20 h)

Cours Mines Nancy 3A :

- Filières nucléaires (36 h)
- Surveillance et diagnostic de systèmes (36 h)
- Codes numériques pour la résolution de problèmes de l'ingénieur (21 h)
- Combustion appliquée aux turboréacteurs (42 h)
- Advanced fluid mechanics: transition to turbulence & turbulence - Applications to transfers, aerodynamics & wind energy (24 h)
- Génie nucléaire: systèmes fluides (21 h)
- Analyse environnementale des filières énergétiques - Stratégies énergétiques (21 h)

Cours ENSIC, ESSTIN, ENSEM ou FST

- Consulter les sites des composantes.

## ANNEXE - FICHE UE 332

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE : MEPP – M2 – spécialité “Energie–procédés”**

**Numéro de l'UE : 332**

**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.