

## FICHES UE – M2 ME – 2024 - 2027

### Nom complet de l'UE : 901 - Mécanique des fluides (Tronc Commun)

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Christel Métivier

[Christel.Metivier@univ-lorraine.fr](mailto:Christel.Metivier@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 60 heures, Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 40 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE                                 | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|--------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Mécanique des fluides avancée – Instabilités hydrodynamiques | 60  | 10 | 10 |    |     |      |     |
| Ecoulements multiphasiques                                   |     | 10 | 10 |    |     |      |     |
| Outils numériques et CFD                                     |     | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

### Mécanique des fluides avancée :

Théorie des systèmes dynamiques de dimension finie. Notions d'espace des phases, équilibre, stabilité, point fixe. Notion de bifurcation. Instabilités hydrodynamiques. Approche linéaire. Approche non-linéaire.

### Ecoulements multiphasiques :

Introduction : différents types d'écoulements, bases théoriques, équations générales - Echanges fluide-particules en écoulement dispersé- Particules déformables : problèmes de forme, changement de phase, fractionnement et coalescence-Interactions particules-turbulence-Interactions entre particules et entre particules et paroi-Traitement des écoulements diphasiques dispersés : méthodes eulériennes, approches lagrangiennes- Ecoulements gaz-liquide en conduite-Prédiction des écoulements gaz-liquide complexes : modèles multifluides, méthodes de suivi d'interfaces.

### Outils numériques et CFD :

Approche numérique en mécanique des fluides. Présentation et utilisation du logiciel FLUENT.

## Pré-requis

Connaissances de base en mécanique des fluides, (thermo) mécanique des milieux continus, mécanique des fluides newtoniens ; notions de base de thermodynamique et thermique - niveaux L3 et M1.

## Acquis d'apprentissage

Maîtrise des écoulements complexes et/ou multiphasiques, avec notamment des effets couplés (ex : thermo-hydrodynamique).

Connaissance des forces et mécanismes induits par les écoulements.

Connaissance des spécificités liées aux écoulements multiphasiques.

Maîtrise d'un code de calcul CFD (plateforme Ansys/Fluent en particulier) avec capacité d'analyse des résultats et de communication.

## **Compétences visées**

Comprendre la physique des écoulements, y compris en présence d'instabilités hydrodynamiques – Savoir prédire les domaines de stabilité/instabilité linéaire d'un système dynamique – Connaître les phénomènes physiques associés aux écoulements chargés en particules et/ou multiphasiques – Savoir modéliser les écoulements de fluides – Savoir évaluer les forces subies par les structures soumises aux écoulements – Savoir réaliser une étude numérique d'un écoulement – Savoir analyser les résultats d'une code de calcul numérique et valoriser les résultats de simulation.

## Nom complet de l'UE : 902 - Tronc Commun Thermique

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : David LACROIX [david.lacroix@univ-lorraine.fr](mailto:david.lacroix@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 60 heures, Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français/Anglais

| Enseignements composant l'UE                      | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|---------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Thermique avancée                                 | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |
| Outils numériques pour les transferts de chaleurs | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |
| Métrologie fluide et thermique                    | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

Étendre la formation dans les domaines des transferts de chaleur et de masse. Connaissance approfondie en : rayonnement et convection dans les milieux complexes, transferts couplés ...

Former les étudiants aux techniques expérimentales et à la métrologie thermique et fluide.

## Pré-requis

Niveau master M1 en thermique et mécanique des fluides

## Acquis d'apprentissage

**EC Thermique avancée** : Rayonnement dans les milieux semi-transparentes : propriétés radiatives des milieux complexes, absorption, diffusion, émission – ETR : rappels sur dérivation et solutions simplifiées (Rosseland, approximation P1) – solutions numériques : MVF et MMC. Convection : couches limites thermiques, écoulements internes et externes, convection naturelle et forcée.

**EC Outils numériques pour les transferts de chaleurs** : Mise œuvre d'outils de simulation (Matlab, COMSOL, ...) des transferts de chaleurs en géométries 2D et 3D, stationnaire et instationnaire. Modélisation problèmes couplés (rayonnement/conduction, convection/conduction). Exploitation numérique de données expérimentales, identification de paramètres (propriétés thermiques, coefficients d'échange, ...)

**EC Métrologie fluide et thermique** : Métrologie dans les fluides : Éléments de physique du laser - Vélocimétrie et granulométrie laser - Spectroscopie de fluorescence : applications aux mesures de pression, température et concentration dans les liquides et les gaz - Technologie des caméras PIV - Vélocimétrie par images de particules 2C2D et 3C2D (Stéréoscopie), Applications - Anémométrie fil chaud.

Métrologie thermique : Métrologie des températures avec contact - Analyse des erreurs de mesure - Mesures de température de gaz - Mesures de température de surface / Métrologie des températures sans contact - La caméra infrarouge / Métrologie des flux thermiques - Méthodes inverses / Métrologie des interfaces - Coefficient d'échange - Résistance de contact.

## Compétences visées

- Maîtriser les transferts de chaleurs couplés pour des systèmes réalistes.
- Savoir concevoir et résoudre à l'aide d'outils numériques un problème de transfert de chaleur complexe.
- Savoir identifier les outils de métrologies adaptés à un problème de thermique

## Nom complet de l'UE : 903 - Insertion Professionnelle

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Julia Mainka [julia.mainka@univ-lorraine.fr](mailto:julia.mainka@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 50 heures, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 50 heures

Langue d'enseignement de l'UE : français

| Enseignements composant l'UE                                                                                                                                                      | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| CV, lettres (Marie-Laure Alves, FST - <a href="mailto:marie-laure.alves@univ-lorraine.fr">marie-laure.alves@univ-lorraine.fr</a> ) – 10 h total                                   | 00  | 6  | 4  |    |     |      |     |
| Management de l'énergie et de l'environnement /Règlementations, normes (Pascal Thomas, AFNOR - <a href="mailto:pascal.thomas@afnor.org">pascal.thomas@afnor.org</a> ) – 20h total | 00  | 10 | 10 |    |     |      |     |
| Economie de l'énergie (Vincent BERTRAND, Université Marie & Louis Pasteur, <a href="mailto:vincent.bertrand@univ-fcomte.fr">vincent.bertrand@univ-fcomte.fr</a> ) – 20h total     | 05  | 15 | 5  |    |     |      |     |

### EC – CV, lettres

#### Descriptif

Techniques afin de favoriser l'insertion professionnelle des étudiants.

#### Pré-requis

Aucun

#### Acquis d'apprentissage

Savoir rédiger une lettre de candidature, présenter un CV, utiliser un réseau professionnel, participer à un entretien

#### Compétences visées

Gérer et suivre sa candidature afin de décrocher un stage et un emploi.

### EC – Management de l'énergie

#### Descriptif

Cet enseignement doit permettre à l'étudiant d'avoir une formation callée sur la réalité professionnelle concernant le management de l'énergie.

Elle permet de comprendre les mécanismes de construction d'une norme

Ce module comprend des séquences basées sur les connaissances théoriques du management de l'énergie selon l'ISO 50001 et des séquences pratiques afin de s'assurer de la bonne application des concepts associés.

## Pré-requis

- Avoir des bases sur les concepts de l'énergie

## Acquis d'apprentissage

EC Systèmes de management – normalisation – norme ISO 14001 – Norme ISO 50001  
Management de l'énergie et de l'environnement (revue énergétique, indicateur de performance énergétique, plan de collecte des données) – Réglementation énergétique.

## Compétences visées

- Comprendre le fonctionnement de la normalisation
- Comprendre les bases d'un système de management
- Comprendre les concepts clés des systèmes de management (processus, audit, indicateurs, action corrective, amélioration, ...)
- S'approprier les concepts clés (revue énergétique, indicateurs de performance énergétique, SWOT, ...) en lien avec l'ISO 50001
- Comprendre les éléments clés de la norme ISO 50001

## EC – Economie de l'énergie

### Descriptif

Ce cours vise à comprendre le fonctionnement des marchés électriques (formation du prix, rentes infra-marginales, impact de l'introduction des ENR, mécanismes de réserves pour assurer la stabilité du réseau électrique, effacement de la demande, NEBEF, mécanismes de capacités, réglage de la fréquence, etc.) et le lien avec le marché du carbone. L'organisation générale du secteur électrique est expliquée avec les rôles du régulateur, des gestionnaires des réseaux de transport et de distribution, producteurs et fournisseurs d'électricité, agrégateurs, etc. Les origines de l'ouverture à la concurrence du secteur électrique sont expliquées en faisant appel aux notions d'économies d'échelle, de monopole naturel et à l'évolution des technologies et des coûts dans cette industrie.

Une part importante du cours est également dédiée à expliquer comment fonctionne le marché européen du carbone, quels sont les déterminants qui permettent d'expliquer la formation du prix du carbone et quelles sont les stratégies des producteurs d'électricité pour réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> en réponse au prix du carbone (inversion dans l'ordre d'appel des centrales, co-combustion de bois dans les centrales charbon, d'hydrogène dans les centrales gaz, etc.).

Des exercices d'illustration sont proposés aux étudiants pour calculer le prix de l'électricité à différentes heures, les rentes, la rémunération des opérateurs d'ENR bénéficiant de divers mécanismes de soutien (feed-in tariffs, contrats pour la différence, certificats verts, etc.), etc. Des exercices permettent également de mettre en valeur les stratégies d'abattement des émissions de CO<sub>2</sub> pour des entreprises confrontées à un prix du carbone, avec en particulier le calcul de *fuel-switching prices* pour les producteurs d'électricité (indicateur très utilisé par les acteurs du secteur électrique et des marchés financiers).

### Pré-requis

- Connaissances générales sur le fonctionnement des systèmes électriques délivrées.
- Une présentation de notions de bases de l'analyse économique est donnée au début de ce cours (efficacité au sens de Pareto, externalités et défaillance des marchés, intervention de l'État pour restaurer l'efficacité en cas de défaillance des marchés, etc.), de sorte qu'aucun prérequis en économie n'est nécessaire pour ce cours.

## Acquis d'apprentissage

- Compréhension de la formation du prix de l'électricité (merit-order, centrale marginale, etc.) et des rentes infra-marginales pour financer les coûts d'investissement
- Appréhender les enjeux pour le système électrique de l'injection croissante d'ENR : fonctionnement des mécanismes de soutien mis en place, impact sur la formation du prix de l'électricité (*merit order effect*) et sur la rémunération des investissements (*missing money*), nécessité de mettre en place de marchés de réserves et capacités pour gérer l'intermittence et assurer la stabilité du système électrique, etc.
- Connaissance des mécanismes de marché mis en place pour assurer la stabilité des réseaux

électriques à différents horizon temporels allant du très court terme (service système et mécanisme d'ajustement) au long terme (mécanisme de capacités)

- Comprendre le fonctionnement de différents types de services pour le réseau électrique : effacement de la demande (qui peut être valorisé sur différents mécanismes de marché selon l'horizon temporel pertinent), service à la hausse ou à la baisse, rémunération en capacité activable et/ou en capacité activée, *etc.*
- Capacité à expliquer la formation du prix du carbone : impact des changements dans les objectifs de réduction des émissions fixés par le régulateur ou encore d'événement exogènes tels que les variations de températures ou encore l'évolution du prix relatif du gaz par rapport au charbon.
- Capacité à calculer les indicateurs utilisés par les praticiens de l'industrie électrique pour déterminer les stratégies de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en réponse au prix du carbone (*e.g. fuel-switching prices*).

## Compétences visées

- Maîtriser un large spectre de questions économiques relatives aux marchés et réseaux électriques, en lien avec le développement d'énergies renouvelables décentralisées et intermittentes et les effets induits par le marché du carbone.

## Nom complet de l'UE : 904 - Autonomie professionnelle en anglais

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Michel DROUET  
jean-michel.drouet@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 30 heures      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 30 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Anglais

| Enseignements composant l'UE                                    | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-----------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| EC. Compréhension écrite et orale en vue de tests de langue.    | 11  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0    | 20  |
| EC. Expression écrite et orale dans la spécialité scientifique. | 11  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0    | 10  |

## Descriptif

Mise en place de stratégies de compréhension de l'écrit et de l'oral orientées vers la réussite de tests de langues pour non anglophones du type TOEIC. Développement des compétences en expression écrite et orale par la présentation d'articles scientifiques de la spécialité.

## Pré-requis

Niveau intermédiaire. (B1 CECRL)

## Acquis d'apprentissage

---

## Compétences visées

- Comprendre des textes écrits et oraux longs et exigeants et saisir des significations implicites. Dans la spécialité scientifique savoir s'exprimer spontanément et couramment à l'oral et être en mesure de rédiger simplement et clairement un document qui présente des connaissances.
- Niveau autonome. (C1 CERCRL)

## Nom complet de l'UE : 905 Projet tutoré et cycle de conférences

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Julia Mainka [julia.mainka@univ-lorraine.fr](mailto:julia.mainka@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 0 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 70 heures

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

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Projet tutoré                | 00  |    |    |    | 60  |      |     |
| Cycle de conférences         |     |    |    |    | 10  |      |     |

## Descriptif

- Mise en situation sur une problématique scientifique similaire à celles rencontrées lors du stage de fin d'études S10, qu'il soit réalisé en laboratoire ou en entreprise. Chaque fois que cela sera possible, ce projet sera préparatoire au stage de fin d'études (recherche et analyse bibliographique, pré-étude, rédaction du cahier des charges, ...), afin de favoriser l'insertion au sein de l'organisme au début du stage.
- Participation à un cycle de conférences « Initiation à la recherche » dispensé par des acteurs académiques ou privés des secteurs de l'énergie.

## Pré-requis

Aucun.

## Acquis d'apprentissage

- Partie projet tutoré
  - Ce projet sera une véritable préparation du stage de fin d'études à venir en laboratoire ou en entreprise. Après définition du sujet, l'étudiant mènera à bien une recherche puis une veille bibliographique l'initiant au sujet choisi.
  - Le travail, comprenant un investissement important en travail personnel sous l'encadrement de chercheurs ou enseignants-chercheurs compétents dans le domaine, donnera lieu à un rapport écrit et à une soutenance orale qui permettront l'évaluation du projet effectué.
- Partie cycle conférences
  - Ce cycle se compose de séminaires scientifiques dispensés par des acteurs académiques ou privés des secteurs de l'énergie. L'objectif sera de donner une introduction à la communication scientifique orale comme donnée lors de congrès et séminaires scientifiques.
  - La participation à ces séminaires demandera des comptes-rendus écrits.

## Compétences visées

- Mener à bien un travail bibliographique, qu'elle soit de type scientifique, technique ou économique.
- Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, comme base d'une pensée originale
- Organiser son temps de travail au long du semestre pour mener à terme son étude.
- Savoir assimiler, rédiger, argumenter et présenter oralement les résultats de son étude.

**Nom complet de l'UE : 906 - Production, stockage et conversion de l'énergie. Optimisation Energétique.**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Riad Benelmir [riad.benelmir@univ-lorraine.fr](mailto:riad.benelmir@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français et/ou Anglais

| Enseignements composant l'UE                    | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Production, stockage et conversion de l'énergie | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

L'objet de cette UE est la maîtrise des processus de production, stockage et conversion de l'énergie.

- Étude des machines motrices : Cycle d'Otto, Cycle de Brayton, Cycle de Rankine, Cycle d'Ericson, cycle de Stirling
- Étude des cycles combinés et de cogénération

Optimisation Energétique :

- Initiation à l'analyse exergétique et à la théorie du pincement (pinch point theory)
- Notions de technico-économie

## Pré-requis

Thermodynamique et thermique du niveau M1.

## Acquis d'apprentissage

A la fin de cette UE, l'étudiant devra :

- distinguer et comparer les différents modes de production, stockage et conversion de l'énergie.
- analyser, interpréter, planifier des systèmes de production, stockage et conversion de l'énergie

## Compétences visées

Acquérir les bases de calculs des systèmes de production, stockage et conversion de l'énergie. Savoir dimensionner de telles installations.

**Nom complet de l'UE : 907 Production de froid, systèmes conventionnels et avancés**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Riad Benelmir [riad.benelmir@univ-lorraine.fr](mailto:riad.benelmir@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures,      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français et/ou Anglais

| Enseignements composant l'UE                            | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|---------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Production de froid, systèmes conventionnels et avancés | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

Maîtrise des systèmes de production de froid.

Caractérisation et étude du mode de fonctionnement des équipements énergétiques du bâtiment:

- production froid par compression (cycles simple et multi-étages),
  - production de froid par sorption (machines à absorption et à adsorption),
- production de froid solaire.

## Pré-requis

Thermodynamique et thermique du niveau M1.

## Acquis d'apprentissage

A la fin de cette UE, l'étudiant devra :

- distinguer et comparer les différents modes de production de froid.
- analyser, interpréter, planifier des systèmes conventionnels ou innovants en production de froid.

## Compétences visées

Acquérir les bases de calculs des machines frigorifiques conventionnelles et complexes.

**Nom complet de l'UE : 908 Design et technologie CVC**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Riad Benelmir [riad.benelmir@univ-lorraine.fr](mailto:riad.benelmir@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures,      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français et/ou Anglais

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Design et technologie CVC    | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

L'objet de cette UE est la maîtrise des procédures CVC (Chauffage Ventilation Climatisation):

- Thermodynamique et psychrométrie,
- Traitement de l'air (mélange, chauffage, refroidissement, humidification/déshumidification, filtration, récupération d'énergie, traitement acoustique),
- Conditions de bases intérieures/extérieures,
- Notions de renouvellement d'air (neuf), charges, apports et bilan thermique,
- Équipements de conditionnement de l'air et de ventilation : appareils de climatisation ; Centrales de traitement de l'air ; Ventilo-convecteurs ; pompes à chaleur,
- Équipements de distributions : planchers chauffants, plafonds rafraichissants,
- Circuits eau/air : réseaux/gaines, pompes, distribution, diffusion d'air.

## Pré-requis

Thermodynamique, Thermique, Mécanique des fluides niveau M1.

## Acquis d'apprentissage

A la fin de cette UE, l'étudiant devra :

- distinguer et comparer les différents modes de conditionnement de l'air.
- analyser, interpréter, planifier des systèmes de conditionnement de l'air.

## Compétences visées

Acquérir les bases de calcul du conditionnement de l'air.

**Nom complet de l'UE : 909 Modélisation de systèmes thermodynamiques**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Assma El kaddouri [assma.el-kaddouri@univ-lorraine.fr](mailto:assma.el-kaddouri@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE              | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Modélisation de systemes thermodynamiques | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

**Descriptif**

Modélisation de systèmes énergétiques (machines thermiques) simples et complexes – approche par cycles thermodynamique

**Pré-requis**

Thermodynamique niveau M1

**Acquis d'apprentissage**

- \* Prise en main du logiciel de simulation « Thermoptim ».
- \* Modélisation de système simple et complexe en utilisant toutes les connaissances acquises sur les cycles thermodynamiques abordés dans l'UE 201 (moteurs thermiques, turbomachines, machines frigorifiques et pompes à chaleur).
- \* Optimisation de système (bilan énergétique)

**Compétences visées**

Découvrir et savoir utiliser le logiciel de simulation « Thermoptim » pour l'étude et l'optimisation de systèmes énergétiques simples et complexes.

**Nom complet de l'UE : 910 - L'hydrogène, vecteur énergétique du futur ?**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Gaël Maranzana [gaël.maranzan@univ-lorraine.fr](mailto:gaël.maranzan@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures,      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : français

| Enseignements composant l'UE                | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|---------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| L'hydrogène, vecteur énergétique du futur ? | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

**Descriptif**

La transition énergétique, la recherche d'une meilleure efficacité énergétique auront pour conséquence un paysage énergétique du futur qui sera multi-vecteur. L'objectif de ce cours est d'évaluer le potentiel de l'hydrogène comme vecteur énergétique au travers de l'étude des différentes technologies qui lui sont relatives.

**Pré-requis**

Energétique niveau M1

**Acquis d'apprentissage**

Les acquis d'apprentissage seront relatifs aux technologies de :

- Production d'hydrogène (reformage, électrolyses)
- Stockage et transport (compression, adsorption, power-to-gaz, power-to-liquids)
- Utilisation (piles à combustible pour la mobilité et les applications stationnaires)

**Compétences visées**

Appréhender les technologies de l'hydrogène et évaluer son potentiel en tant que vecteur énergétique.

**Nom complet de l'UE : 911 - Initiation à la bio-raffinerie**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Laurent Chrusciel [laurent.chrusciel@univ-lorraine.fr](mailto:laurent.chrusciel@univ-lorraine.fr)

Semestre : 09

Volume horaire enseigné : 20 heures      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

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

| Enseignements composant l'UE   | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|--------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Initiation à la bio-raffinerie | 62  | 6  | 6  | 8  |     |      |     |

## Descriptif

L'objectif de cette UE est de présenter aux étudiants ayant déjà été sensibilisés à la valorisation énergétique de la biomasse les premiers procédés de transformations thermochimiques et de prétraitement de la biomasse en phase liquide. Ces procédés sont les premières étapes qui permettent de dégrader sélectivement les polymères naturels et de produire les molécules de bases nécessaires à la synthèse des bio-carburants à savoir, entre autres des sucres simples en C6 et le HMF.

Ces procédés sont l'autohydrolyse, l'hydrolyse en présence de catalyseurs (acide ou soude) et le procédé organosolv (eau + éthanol).

La conduite des TP inclus à ces enseignement s'appuiera sur du matériel de recherche du laboratoire d'études et de recherche sur le matériau bois (Iermab, laboratoire associé au master énergie) : plusieurs réacteurs batch pouvant fonctionner à hautes températures et pressions (250 °C, 70 bar) ainsi que le matériel de pré-conditionnement de la biomasse (broyeurs, dispositifs d'imprégnation, dessiccateur...).

## Pré-requis

Enseignements en biomasse et procédés du M1 énergie ou tout autre enseignement équivalent.

## Acquis d'apprentissage

Manipulation de réacteurs batch, influence de certains paramètres opératoires (granulométrie, température, présence de catalyseur...) sur la dégradation sélective des polymères naturels de la biomasse en phase liquide.

## Compétences visées

Manipulation d'un réacteur batch.

Bilans matières combinés phase solide / phase liquide.

**Nom complet de l'UE : 912 Systèmes énergétiques, éco-conception**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Damien FAKRA [damien.fakra@univ-lorraine.fr](mailto:damien.fakra@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures,      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français et/ou Anglais

| Enseignements composant l'UE          | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|---------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Systèmes énergétiques, éco-conception | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

Ce module a pour objectif de présenter le concept de développement durable qui est par essence une approche transversale s'appliquant au développement dans tous les domaines. Aussi bien le développement économique ou social que le développement de la gestion des ressources naturelles et de la conservation et protection de l'environnement sont concernés par cette approche.

## Pré-requis

Énergétique de niveau M1

## Acquis d'apprentissage

Ce module comporte notamment :

- Les grands principes du développement durable,
- Les outils et instruments de mise en application du concept (Norme ISO 14001 et SD 21000) - mise en place dans l'entreprise du système de management environnemental (SME) qui s'appuie sur un audit environnemental,
- Le marché énergétique durable : fondements, nouveaux mécanismes de marchés et régulation (exigences d'intérêt général, régulation des monopoles, fonctionnement de la concurrence)
- Une introduction à l'éco-conception.

## Compétences visées

- Appréhender les enjeux du développement durable, en particulier dans le domaine de l'énergie.
- Initiation à l'éco-conception

## Nom complet de l'UE : 913 - Energie nucléaire

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : X. Caron [xavier.caron@univ-lorraine.fr](mailto:xavier.caron@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composants l'UE | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Energie nucléaire             | 30  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

Découvrir les principes liés à la physique de l'énergie nucléaire, son exploitation et sa maîtrise pour la production d'électricité.

## Pré-requis

Energétique niveau M1.

## Acquis d'apprentissage

Les principaux éléments abordés dans ce cours sont :

- \* La physique des réactions nucléaires, étude de la fission.
- \* Les technologies utilisées dans la production d'énergie nucléaire, illustration à travers le parc de centrales nucléaires français. Descriptions des organes et principaux constituants d'une centrale.
- \* Les enjeux liés au cycle du combustible nucléaire (extraction, traitement, enrichissement, retraitement, conditionnement).
- \* La fusion, les tokamaks, une alternative à la production d'énergie nucléaire par fission. Etat de l'art, avancées technologiques et perspectives.

## Compétences visées

- \* Appréhender et comprendre les enjeux liés à la production d'énergie nucléaire.

**Nom complet de l'UE : 914 - Rhéologie des fluides complexes : poudres pour l'énergie**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Sébastien Kiesgen de Richter  
[sebastien.kiesgen@univ-lorraine.fr](mailto:sebastien.kiesgen@univ-lorraine.fr)

Semestre : S9

Volume horaire enseigné : 20 heures,      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE                             | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|----------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Rhéologie des fluides complexes : poudres pour l'énergie | 60  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

On abordera dans cette UE des éléments relatifs à la rhéologie des fluides complexes, et plus particulièrement des milieux divisés tels que les milieux granulaires ou les poudres. Le traitement de la matière en poudre concerne des quantités considérables de matériaux de l'ordre d'une dizaine de milliards de tonnes par an à l'échelle mondiale et mobilise environ 10% des moyens énergétiques mis en œuvre sur la planète. Nous étudierons les propriétés de transport, de stockage et de mise en forme des poudres au regard des différents modèles physiques permettant de rendre compte de leur loi de comportement à travers des exemples d'applications industriels et environnementales.

## Pré-requis

Cours de Mécanique des fluides de niveau M1 (Equations de Navier-Stokes, Loi de comportement des fluides Newtoniens)

## Acquis d'apprentissage

Classification des fluides complexes : notion de loi de comportement

Classification et propriétés physiques des poudres/milieux granulaires (définition, interactions à l'échelle des grains, chaîne de forces, ségrégation, problématiques industrielles et environnementales)

Ecoulements granulaires denses (forces de frottement, loi de comportement de type  $\mu(I)$ , limitations)

Compaction et mise en forme des poudres (lois de compaction, stabilité d'un tas, rôle des vibrations)

Vidange de silos (modèle de Janssen, loi de vidange de type Beverloo et extension, limitations)

## Compétences visées

Identifier les mécanismes physiques en jeu dans un problème pratique mettant en œuvre des poudres (Calcul d'ordre de grandeurs, identification des nombres sans dimension pertinents).

Sensibiliser les étudiants aux problématiques industrielles R&D et environnementale dans le domaine des poudres

Savoir manipuler les lois simples de transport de milieux granulaires /poudres.

## RETIRÉ

**Nom complet de l'UE : 915 - Machine learning for engineering sciences**

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : CHAPUT [laurent.chaput@univ-lorraine.fr](mailto:laurent.chaput@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 h CM, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : anglais

| Enseignements composant l'UE                     | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|--------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| <b>Machine learning for engineering sciences</b> | 27  | 20 |    |    |     |      |     |

## Descriptif

The goal of those lectures is to introduces students to artificial intelligence though machine learning. They will learn how to formulate and solve problems of interest for engineers.

- 1) Structuring the data: PCA, kernel PCA, clustering, k-means
- 2) Supervised learning: regression, classification, SVM, logistic regression
- 3) Neural networks
- 4) Unsupervised learning: autoencoder, gaussians models, ...
- 5) Physics informed neural networks

## Pré-requis

Python, Probability, Lagrange multipliers, conjugate

## Acquis d'apprentissage

The students will learn how to structure the data they got from an experiment or a numerical experiment, and to use them to make new predictions.

## Compétences visées

Decide which technic to use to achieve the above-mentioned goals.

Write python code to achieve the above-mentioned goals.

## Nom complet de l'UE : 916 - Ecoulement haute vitesse et combustion

Composante de rattachement : DD0 – ENS ELECTRICITE ET MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Fabrice Lemoine [fabrice.lemoine@univ-lorraine.fr](mailto:fabrice.lemoine@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 25 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 50 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE           | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|----------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Ecoulement haute vitesse et combustion | 62  | 25 |    |    |     | 25   |     |

### Descriptif

- Introduction à la combustion : découverte de différents phénomènes à l'aide d'exemples en propulsion (moteurs à combustion interne, systèmes propulsifs, ...)
- Notions indispensables de cinétique chimique et de thermochimie
- Formation des polluants issus de la combustion, techniques de remédiation
- Flammes de pré-mélange, flamme de diffusion : modélisation, évaluation des principaux ordres de grandeur
- Ondes de combustion (déflagration et détonation)
- Combustion diphasique de combustibles liquides
- Turbomachines aéronautiques (statoréacteur, turbo-propulseurs, turbo-réacteurs simple et double flux, nouveaux concepts éco-efficaces de turbomachines)
- TP numériques de combustion turbulente (étude de deux cas simples- flamme de pré-mélange, flamme de diffusion)
- Combustion et transition énergétique : gaz à effet de serre et possibilités d'atténuation des émissions, nouveaux combustibles bas carbone

### Pré-requis

- Mécanique des fluides
- Thermodynamique fondamentale
- Bases de chimie et thermochimie

### Acquis d'apprentissage

- Maîtriser les principaux concepts pour différents cas de combustion laminaire (flamme de pré-mélange, flamme de diffusion)
- Maîtriser les notions de base de cinétique chimique et de thermochimie
- Être capable de réaliser des bilans de matière et d'énergie en milieu réactif
- Être capable de mettre en œuvre des simulations numériques de cas simples en combustion turbulente
- Être capable de positionner la conversion d'énergie par combustion dans le cadre de la transition énergétique
- Être capable de réaliser des calculs simple (pré-dimensionnement) à l'aide de tables et abaques ou d'outils de calcul libres

## Compétences visées

Maîtriser les principaux concepts de la combustion en régime laminaire et aborder la combustion turbulente à l'aide d'études de cas (TP numériques). L'objectif du cours est axé sur la compréhension des couplages complexes entre mécanique des fluides, chimie et transferts thermiques. Le cours est illustré par des exemples d'application en propulsion (moteurs à combustion interne, turbomachines aéronautiques). Il permet aussi de positionner la conversion d'énergie par combustion dans le cadre de la transition énergétique : formation des polluants, nouveaux combustibles bas carbone.

## Nom complet de l'UE : 917 - Ecoulements et transferts en milieux complexes

Composante de rattachement : DD0 – ENS ELECTRICITE ET MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Nicolas Louvet [nicolas.louvet@univ-lorraine.fr](mailto:nicolas.louvet@univ-lorraine.fr)

Semestre : 09

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE      | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-----------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| - Ecoulements en milieux poreux   | 60  | 10 | 0  | 0  |     | 10   |     |
| - Rhéologie des fluides complexes | 60  | 10 | 0  | 0  |     | 10   |     |

### Descriptif

L'objectif de cet EC est d'approfondir la modélisation des écoulements et des transferts de masse soit lorsque les fluides s'écoulent dans des structures complexes tel que des milieux poreux (échangeur volumique poreux, réacteur de pot catalytique), soit lorsque ces fluides sont rhéologiquement complexes. Ces notions permettront aux étudiants d'aborder les problématiques industrielles visant à optimiser l'intensification des transferts ou encore augmenter l'efficacité de procédés ou de stockage d'énergie.

### Pré-requis

Mécanique des fluides M1

### Acquis d'apprentissage

A l'issue de cet enseignement, les étudiants posséderont les acquis théoriques de base pour modéliser et analyser des écoulements en milieux poreux et rhéologiquement complexes. Ils seront également en capacité de choisir les méthodes expérimentales adaptées pour caractériser ces écoulements. Cette UE est très complémentaire de l'UE « méthodes expérimentales pour la caractérisation des transferts ».

### Compétences visées

- Modéliser des comportements de fluides complexes.
- Choisir les outils de caractérisation adaptés.
- Analyser des résultats d'écoulements ou de transferts.

## Nom complet de l'UE : 918 - Echangeur de chaleur et récupération de la chaleur fatale

Composante de rattachement : DDO – ENS ELECTRICITE ET MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Nicolas Rimbert [nicolas.rimbert@univ-lorraine.fr](mailto:nicolas.rimbert@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE                              | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-----------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Echangeur de chaleur et récupération de la chaleur fatale | 62  | 20 | 0  | 4  |     | 20   |     |

### Descriptif

L'objectif de ce cours consiste à donner aux ingénieurs ENSEM les compétences nécessaires pour connaître les techniques de récupération de la chaleur fatale développée à l'heure actuelle dans le milieu industriel.

Un accent fort est mis sur les méthodes de dimensionnement des échangeurs de chaleur, omniprésents dans l'industrie. On parlera principalement des échangeurs monophasiques mais une brève extension des méthodes exposées aux cas importants des condenseurs et des évaporateurs conclura cette partie.

La récupération de chaleur fatale sera abordée (contexte global, méthodologie et technologies).

### Pré-requis

Mécanique des fluides (fondamentale, turbulence et couche limite...etc.).

Transferts thermiques (couche limite thermique, température de film...etc.)

Thermodynamique fondamentale

### Acquis d'apprentissage

Echangeur de chaleur (N. Rimbert)

- 1- Introduction aux échangeurs de chaleur
- 2- Dimensionnement des échangeurs co-courant et contre-courant par la méthode NUT et DTLM
- 3- Corrélations utiles en transfert de chaleur dans les échangeurs
- 4- Extension de la méthode NUT et DTLM aux autres configurations d'échangeur
- 5- Modélisation numérique d'un échangeur de chaleur avec Matlab
- 6- Cas des évaporateurs et des condenseurs

Récupération de la chaleur fatale (F. Lemoine)

- 1- Le vecteur chaleur dans le monde
- 2- Méthodologie d'évaluation des gisements de chaleur fatale, notions d'exergie
- 3- Les technologies de récupération de la chaleur fatale à différents niveaux de température
- 4- Un exemple : la cogénération nucléaire

### Compétences visées

Dimensionner un échangeur de chaleur, choix de la méthode, ordre de grandeur.

Introduction aux échangeurs avec changement de phase (évaporateurs, condenseurs).

Connaissance des sources de chaleurs fatales, des technologies de récupération et des méthodologies de comparaison et d'évaluation.

## Nom complet de l'UE : 919 - Introduction to hydrogen and fuel cell technologies

Composante de rattachement : FST

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Assma El kaddouri [assma.el-kaddouri@univ-lorraine.fr](mailto:assma.el-kaddouri@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Anglais

| Enseignements composant l'UE                        | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|-----------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Introduction to hydrogen and fuel cell technologies | 62  | 10 | 10 |    |     |      |     |

## Descriptif

Cet enseignement a pour objectif de donner un aperçu global de la filière hydrogène. Il vise également à approfondir l'étude des piles à combustible de type PEM (Proton Exchange Membrane), afin d'en comprendre les avantages, les défis technologiques, ainsi que les techniques de caractérisation associées.

Dans un premier temps, un aperçu rapide de la filière hydrogène sera proposé, en abordant ses principales étapes : la production, le stockage et l'utilisation en tant que vecteur énergétique.

L'accent sera ensuite mis sur les piles à combustible PEM, avec une analyse approfondie de leur fonctionnement, des matériaux utilisés, et des problématiques associées à leur durabilité et leur efficacité.

Les fondamentaux en électrochimie et en thermodynamique nécessaires à la compréhension et à la caractérisation de ces systèmes électrochimiques seront également abordés.

Enfin, une part importante de l'enseignement sera consacrée à l'étude des méthodes de caractérisation, qu'elles soient in situ - utilisées pendant le fonctionnement de la pile (courbes de polarisation, spectroscopie d'impédance, etc.) - ou ex situ (spectroscopie RMN, courbes de sorption, spectroscopie IR, etc.) - appliquées avant ou après fonctionnement pour l'analyse des matériaux. Ces méthodes seront présentées de manière à en favoriser la compréhension et l'interprétation, dans le but d'identifier les leviers d'optimisation des systèmes PEM.

## Pré-requis

Aucun pré-requis excepté les notions de base d'électrochimie et thermodynamique

## Acquis d'apprentissage

- Maîtriser les concepts fondamentaux relatifs au vecteur énergétique hydrogène, avec un focus particulier sur les systèmes à membrane échangeuse de protons (PEM).

- Comprendre et analyser les caractéristiques de fonctionnement des systèmes PEM ainsi que les matériaux utilisés.
- Se familiariser avec l'actualité scientifique dans le domaine, notamment à travers l'intervention de partenaires nationaux et internationaux, ainsi que l'analyse de publications scientifiques.
- Introduction aux techniques courantes de caractérisation électrochimique in- et ex-situ.

## Compétences visées

- Comprendre les différentes étapes de la filière hydrogène (production, stockage, utilisation) et leurs enjeux énergétiques et technologiques.
- Maîtriser le fonctionnement des piles à combustible de type PEM, en particulier les matériaux utilisés et les problématiques liées à leur performance et leur durabilité.
- Connaître et savoir appliquer les principales techniques de caractérisation in situ et ex situ pour l'analyse des matériaux et des systèmes électrochimiques.
- Analyser une publication scientifique et restituer ses informations à l'oral lors d'une présentation claire et structurée.

## Nom complet de l'UE : 920 - Simuler, mesurer et visualiser

Composante de rattachement : DDO – ENS ELECTRICITE ET MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Christophe Perrin [ophelie.cabllina@univ-lorraine.fr](mailto:ophelie.cabllina@univ-lorraine.fr)

Semestre : 09

Volume horaire enseigné : 32 heures, Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE                               | CNU   | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|------------------------------------------------------------|-------|----|----|----|-----|------|-----|
| Métrologies avancées des transferts                        | 60,62 | 12 | 0  | 0  | 0   | 12   | 0   |
| Etudes expérimentales avancées de phénomènes de transferts | 60,62 | 0  | 0  | 20 | 0   | 20   | 0   |

## Descriptif

- Le premier enseignement, constitué de cours magistraux, aborde les principes et la mise en application de métrologies fluides et thermiques avancées. Les méthodes présentées balayent un spectre large, de la fluorescence induite par laser (LIF), l'imagerie par vélocimétrie de particules (PIV) à l'imagerie par résonance magnétique (IRM) pour la partie fluide et des méthodes avec et sans contact (Flash) à la microscopie thermique à balayage pour la partie thermique.
- Le second enseignement, composé de cinq séances de travaux pratiques, a pour objectif de mettre en pratique les compétences théoriques acquises. Il s'agira de familiariser les étudiants à des métrologies avancées telles que les méthodes laser (LIF, PIV) l'imagerie par résonance magnétique (IRM), les méthodes thermiques avec et sans contact et la microscopie thermique à balayage (SThM)

## Pré-requis

aucun

## Acquis d'apprentissage

A l'issue de cet enseignement, les étudiants maîtriseront les bases théoriques de méthodes expérimentales avancées dédiées à l'étude de transferts de masse et de chaleur dans les écoulements et en milieux complexes. Ils sauront mettre en œuvre cinq méthodes expérimentales avancées différentes (PIV, LIF, IRM, Flash, SThM).

## Compétences visées

Connaître les principes de plusieurs métrologies avancées utilisées pour la caractérisation d'écoulements et la mesure de transferts de chaleur.

Savoir choisir et mettre en œuvre la méthode adaptée à une mesure, dans une situation et un environnement donné.

**Nom complet de l'UE : 921 Turbomachines à fluides incompressibles**

Composante de rattachement : DK0 - POLYTECH NANCY

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Adrien Gans [adrien.gans@univ-lorraine.fr](mailto:adrien.gans@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 18 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 6 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Ecoulements en conduite      | 60  | 4  | 2  |    |     | 6    |     |
| Turbomachines                | 60  | 8  | 4  |    |     | 12   |     |

**Descriptif**

*Ce cours vise à comprendre les écoulements au sein de systèmes hydrauliques industriels, les applications aux principaux dispositifs tels que les compresseurs, pompes et machines hydrauliques ainsi que les enjeux technologiques et environnementaux au sein desquels s'insèrent ces dispositifs hydrauliques.*

**Pré-requis**

*Connaissances en mécanique des fluides (niveau M1)*

**Acquis d'apprentissage**

*Connaître les problématique industrielles et environnementales liées aux réseaux hydrauliques et aux turbomachines.*

*Découvrir le fonctionnement d'une structure hydraulique utilisant des turbomachines (barrages, STEP, etc...)*

*Comprendre*

**Compétences visées**

*Savoir dimensionner une turbomachine et un réseau hydraulique.*

*Calculer un rendement de turbomachines*

*Calculer un rendement hydraulique complet*

*Evaluer les pertes énergétiques sur un cycle de vie*

*Optimiser les rendements hydrauliques.*

## RETIRE

**Nom complet de l'UE : 922 - Acoustique industrielle**

Composante de rattachement : DK0 - POLYTECH NANCY

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Mohammed Kalij [mohammed.kalij@univ-lorraine.fr](mailto:mohammed.kalij@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures,      Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20 heures

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Acoustique industrielle      | 62  | 10 | 10 |    |     | 20   |     |
|                              |     |    |    |    |     |      |     |

## Descriptif

Le programme de cet UE vise à initier l'étudiant aux nuisances sonores en milieu industriel et aux principales actions de réduction de bruit.

## Pré-requis

Physique niveau licence.

## Acquis d'apprentissage

Six chapitres sont traités : les grandeurs fondamentales de l'acoustique, la physiologie et les troubles de l'audition, la perception sonore (psychoacoustique), la caractérisation des locaux, la métrologie et l'exposition sonore, les actions de réduction du bruit.

## Compétences visées

Comprendre les problématiques de l'acoustique en milieu industriel.

Estimer l'exposition sonore des travailleurs.

Préconiser des actions de réduction de bruit dans le but d'assurer la prévention des risques liés au bruit au travail.

## Nom complet de l'UE : 923 – Analyse Technico-économique des systèmes énergétiques

Composante de rattachement : FA0 - FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Abdelhamid Kheiri [abdelhamid.kheiri@univ-lorraine.fr](mailto:abdelhamid.kheiri@univ-lorraine.fr)

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 20 heures, Nombre de crédits ECTS : 2

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 50 heures

Langue d'enseignement de l'UE : français

| UE                                                   | CNU | CM | TD | TP | PRJ | DLOC | TPL |
|------------------------------------------------------|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Analyse Technicoéconomique des systèmes énergétiques | 05  | 15 | 5  |    |     |      |     |

## Descriptif

Cet enseignement doit permettre à l'étudiant d'analyser un système énergétique sur le plan technico-économique et d'en établir à la fois les optimums en termes de paramètres de fonctionnement et de tailles. En effet, l'optimum énergétique ou exergetique d'un système énergétique, quel qu'en soit la taille, est le plus souvent bien différent de son optimum économique. Or, à l'échelle de l'entreprise, c'est l'optimum économique qui prime, et la décision de go-no go de s'engager dans un investissement permettant une réduction des consommations énergétiques et des empreintes carbone est prise en terme technico-économiques. Il faut être en mesure de montrer que le projet que l'on a étudié sur le plan scientifique/technique est rentable en termes économique. L'étudiant doit maîtriser les notions et le vocabulaire utilisé dans ce contexte. Les applications vont du domaine du bâtiment, au domaine de l'industrie.

## Pré-requis

- Thermodynamique et Transferts Thermiques niveau L3. Maîtriser les notions de base de l'énergétique du bâtiment est un plus.

## Acquis d'apprentissage

Valeur Actuelle Nette d'un investissement énergétique. Le Taux de Rentabilité Interne du Projet énergétique. Le temps de retour actualisé. Le Levelized Cost of Electricity (LCOE), le LCOH (Heating), le LCOC (Cooling). Optimisation Therméconomique. Notion d'Exergoéconomie.

## Compétences visées

- Comprendre les enjeux de la rentabilité d'un Projet énergétique
- Comprendre les concepts clés de la Thermoéconomie (le Present Worth Factor, le taux d'actualisation, le WACC, ...)
- Savoir juger de la rentabilité d'un projet d'économie d'énergie
- Savoir Etablir les Coûts Moyennés temporelles (LCOE) de la production d'énergie électrique d'une centrale Photovoltaïque/Eolienne ou utilisant une autre source.
- Savoir établir Coûts Moyennés temporel de Chauffage ou de Refroidissement (LCOH/LCOC) d'une installation
- Savoir mener des optimisations thermoéconomiques des systèmes énergétiques