

Responsable de Mention :
Olivier Botella

Responsables de Parcours :

M1 : Laurent Chrusciel

M2 ME : Julia Mainka

M2 EP : Jean-Sébastien Kroll-Rabotin

M1 & M2 DENSYS : Fabrice Lemoine

Secrétariat : Tiphonie Lebedel

Responsable DD Ecoles : Assma El Kaddouri

Email : prenom.nom@univ-lorraine.fr

Scolarité : fst-scol-contact@univ-lorraine.fr



Organisation du Master ENERGIE

M1 - Énergie



M1 - DENSYS



M2 - Mécanique & Énergie (ME)

- FST
- Polytech Nancy
- ENSEM



M2 - Énergie & Procédés (EP)

- Mines Nancy
- FST



M2 - DENSYS



LES + DE LA FORMATION

- Accès en M1 : Titulaires d'une Licence en Physique, Mécanique ou Sciences Pour l'Ingénieur (SPI).
Elèves-ingénieurs et étudiants issus de formations à l'étranger avec un profil Énergie.
- Accès en M2 : Titulaires d'un M1 ou équivalent dans le domaine de l'Énergie en France ou à l'étranger.
- Liens forts avec d'autres composantes et écoles de l'Université de Lorraine (mutualisation de cours et plateformes expérimentales), **et notamment la filière « Ingénierie du Nucléaire » des collègiums L-INP et ST (rentrée 2024).**
- Place croissante accordée aux énergies renouvelables
(M1 - 120h d'UE optionnelles, M2 - selon parcours).
- Stage de fin d'études rémunéré au second semestre du M2 (5 à 6 mois), chez l'un des partenaires industriels et académiques du Master, en France ou à l'international.
- Internationalisation du Master : semestres de mobilité Erasmus+ ou BCI, Master Erasmus-Mundus DENSYS.



Formation de spécialistes (Bac+5)

Dans les domaines liés

- à l'énergie (production, distribution, transfert)
- aux procédés énergétiques
- à la mécanique des fluides



Secteurs d'activité :

- Production & gestion de l'énergie (éolien, hydrogène, solaire, biomasse, ...)
- Automobile, spatial, transports ...
- Industries chimiques, pharmaceutiques et agroalimentaires, ...
- **Métiers du Nucléaire : ouverture à la rentrée 2024 de la filière « Ingénierie du Nucléaire » en M1 et M2 ME.**

Embauche au niveau cadre :

- Métiers de l'Ingénierie et de la Recherche
 - dans les entreprises (grands groupes ou PME),
 - dans les laboratoires et les centres de R&D.
- Enseignants-Chercheurs (enseignement supérieur)





Biomasse



SOLARENERGY



M1 (Formation commune)

Formation de base en Énergie, Mécanique et Procédés.

Filière « Ingénierie du Nucléaire » depuis la rentrée 2024.

Site principal des cours :



M2 – Énergie & Procédés (EP)

Formation aux métiers de la Recherche.

Site principal des cours :



M2 – Mécanique & Énergie (ME)

Formation aux métiers de l'Ingénierie et la Recherche.

Filière « Ingénierie du Nucléaire » à la rentrée 2025.

Sites des cours :



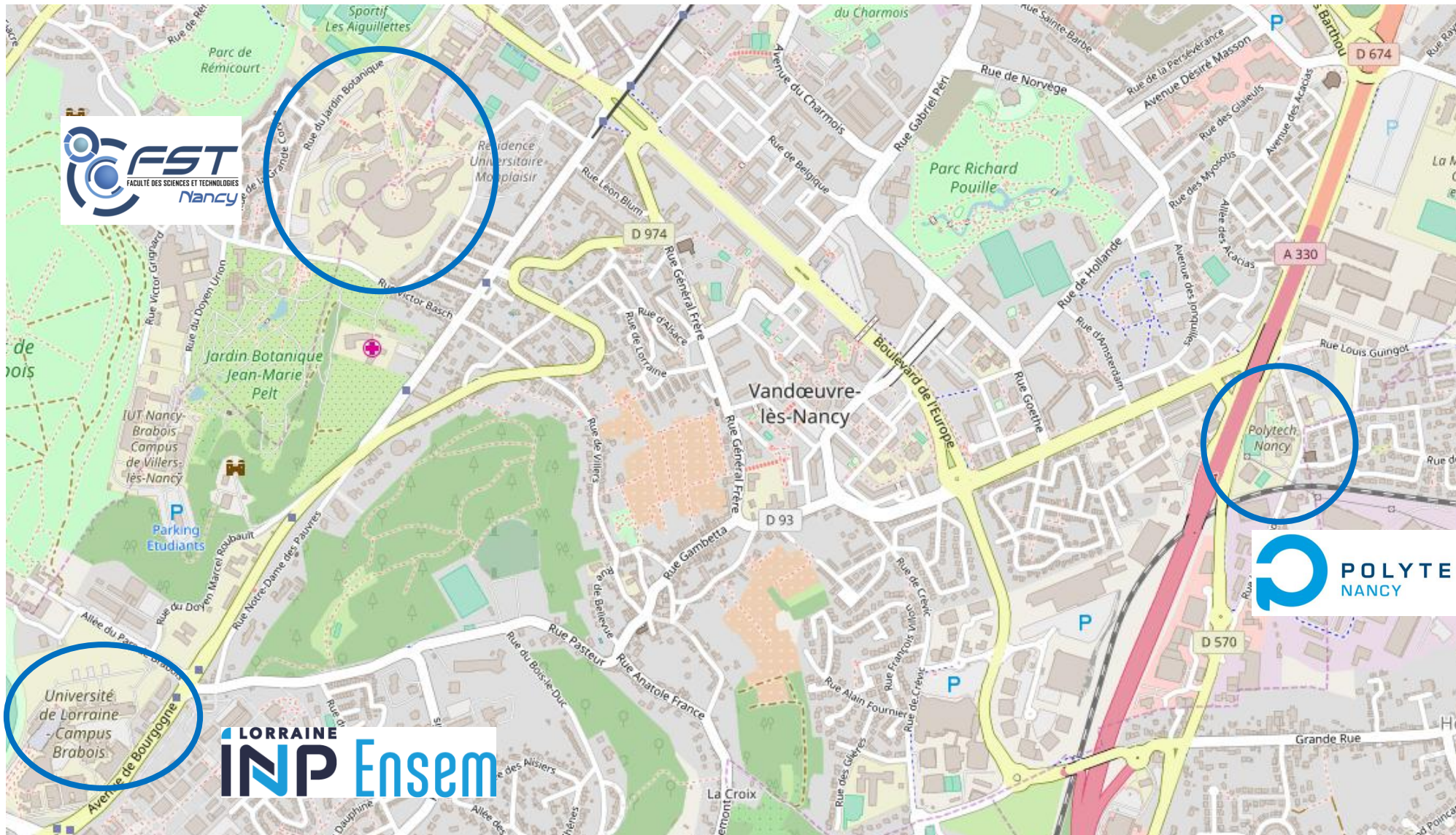
M1 ou M2 en échange



Erasmus+



BCI
PROGRAMME QUÉBÉCOIS
D'ÉCHANGES ÉTUDIANTS



Partenaires Industriels privilégiés pour Insertion et Stages de fin d'études (France, international) :

- Services énergétiques, gaz, minerais, renouvelable (production, distribution, transfert...) :



- Réfrigération, chauffage, hydraulique, ... :



- Équipementiers automobile, ... :



Laboratoires de Recherche Universitaires et Grands Instituts partenaires:

- Laboratoires UL et hors UL :



- Établissements publics de recherche



Catalogue des stages du M2 ME (depuis 2018)

Statistiques 2019 et 2020 pour les deux parcours M2 (<http://insertion.univ-lorraine.fr>)

	Nombre de diplômés entrés sur le marché du travail	Nombre de situations connues à 18 mois	
		Eff.	%
ENERGIE ET PROCEDES	9	8	89%
MECANIQUE ENERGIE	54	46	85%
Ensemble	63	54	86%

	Situation à 18 mois								Taux d'insertion à 18 mois
	En études hors doctorat		En doctorat		En emploi		Au chômage		
	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	
ENERGIE ET PROCEDES	1	13%	.	.	6	75%	1	13%	86%
MECANIQUE ENERGIE	1	2%	1	2%	33	72%	11	24%	75%
Ensemble	2	4%	1	2%	39	72%	12	22%	76%

- Taux de réussite au diplôme : **94%** en 2021.
- Taux d'insertion (à 18 mois) : **76%** des diplômés.
- 80% des diplômés ont un emploi en **lien direct avec leur formation**.
- Plus de 90% occupent une **position de cadre**.
- Rémunération médiane de 2250€/mois.

Situation à 18 mois des diplômés

	25% gagnent moins de	50% gagnent plus de	25% gagnent plus de
ENERGIE ET PROCEDES	2 252€	2 351€	3 000€
MECANIQUE ENERGIE	1 925€	2 100€	2 567€
Ensemble	1 995€	2 226€	2 567€

Revenu mensuel net à l'embauche

Exemples de stages de M2 (CDD de 5 mois) – parcours Mécanique-Energie 2021 et 2022

- Suivant votre projet professionnel : R & D, audits, management de projets dans grands groupes nationaux, PME et organismes locaux, recherche académique



Performances énergétiques
(Région parisienne, Grand-Est)
M2 ME – Réunion de rentrée 2025-2026



Stages de recherche universitaire



08 septembre 2025

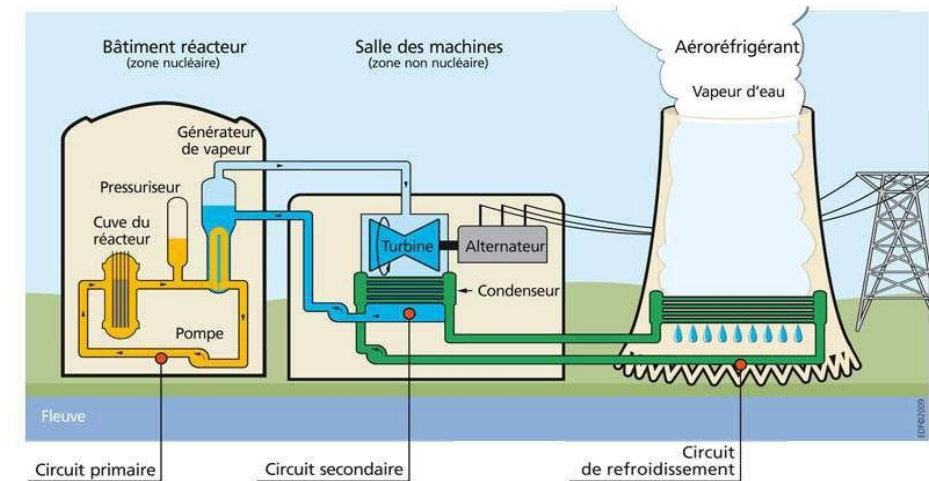
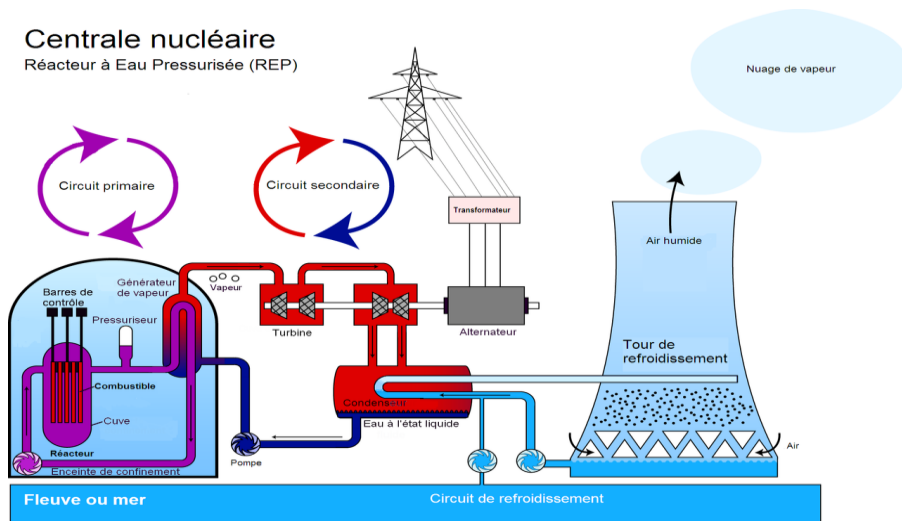


R & D et conduite de projets en
énergies renouvelables, thermo-mécanique,
(Région parisienne, Grand-Est)

Formation Trans-collégium L-INP et FST dans le domaine du Nucléaire

FILIÈRE Ingénierie Nucléaire Ouverture à la rentrée 2024

Centrale nucléaire
Réacteur à Eau Pressurisée (REP)



- ❑ Le **nucléaire** est un **savoir-faire français**. 50% de l'énergie nucléaire en Europe est française.
- ❑ Objectif : **relancer le nucléaire civil** afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050 (tout en développant les énergies renouvelables, la sobriété et l'efficacité énergétique).
- ❑ Juin 2023 : Annonces du gouvernement français
 - ❑ **Prolonger** les installations nucléaires actuelles,
 - ❑ Accélérer la construction de nouveaux **réacteurs de type EPR2**,
 - ❑ Miser sur l'**innovation** (ex. les SMR : Smart Modular Reactor).
- ❑ Besoins : **Recruter 100.000 diplômés d'ici 2033**, pour tous les métiers de la filière nucléaire, du technicien à l'ingénieur d'études et au chef de projet.

- ❑ **7 Ecoles et Masters de l'UL** se sont réunis pour ouvrir une **filière commune**.
- ❑ **Objectif** : faciliter l'**insertion des diplômés** dans les métiers du nucléaire à Bac+5 (stage de fin d'études, ...) et Bac+8 (doctorat).
- ❑ Pour le Master Energie : ouverture de l'**orientation « Ingénierie du Nucléaire »** dans le **S8** (M1 Energie, rentrée 2024), et **S9** (M2 ME, rentrée 2025).
- ❑ **Cours mutualisés** sur le site de la FST (S8) et sites des écoles (S9), donnés par des **enseignants UL, professionnels** de la filière nucléaire, **visite de sites** (Cattenom, Bure)...

UE 811 Ingénierie du Nucléaire I (3 ECTS)	CM
EC "Fondements de l'énergie nucléaire"	20 h
Relativité, transformation de Lorenz, dynamique relativiste, collisions	
Constituants fondamentaux de la matière, goutte liquide	
Désintégrations spontanées, réactions nucléaires induites	
Réactions en chaîne, stabilisation, application aux réacteurs	
EC "Cycles amont et aval du combustible nucléaire"	18 h
Extraction	
Elaboration du combustible	
Traitement et fin de vie des déchets	
Démantèlement	
Visite du site ANDRA de Bure (Meuse)	

UE 924 Ingénierie du Nucléaire II (4 ECTS)	CM
EC "Radioprotection, Réglementations, Nucléaire et Société"	14h
Interaction rayonnement / matière	
Principes de la radioprotection	
Réglementation du nucléaire et ses acteurs (ASN, IRSN)	
Accidents nucléaires	
Positionnement et avenir de la filière, modèle économique, éthique	
EC "Matériaux, Conception, Conduite d'installations"	28 h
Organes d'une centrale, conduite et pilotage	
Sûreté de fonctionnement	
Matériaux : Elaboration et fabrication	
Visite de la centrale EDF de Cattenom (Moselle)	

❑ **Année universitaire** : 01 septembre 2025 au 30 septembre 2026

Les soutenances auront lieu en **septembre 2026** → pour les étudiants hors UE : vérifier la **validité de votre visa jusqu'au 30/09/2026**. **Sinon demander l'attestation à la scolarité et prolonger visa au plus vite !**

❑ **Période d'enseignements S9** : 08 septembre 2025 – 13 février 2026 (FST, calendrier des écoles peut être différent) → **aucun stage ne pourra démarrer avant cette date**

❑ **Période d'examens**

- **Session 1** : au fil de l'eau du S9 (contrôle continu CC et terminal CT, nature : écrit de 1-2h, rapports, projets, soutenances) → **2 semaines de délai d'avertissement au minimum**
- **Session 2** : fin août – début septembre 2026 (nature : écrit ou oral, durée : 2h max)

❑ **Vacances**

- **Toussaint** : 25 octobre au 03 novembre 2025 (pause pédagogique = coupure possible mais **pas obligatoire, à vérifier avec les plannings des écoles – ENSEM, Polytech**)
- **Fin d'année** : 20 décembre 2025 au 05 janvier 2026

Attention

- **Pas de prolongation ou de départ anticipé en vacances durant la coupure de Noël → examens**
- **Une absence à un examen au S9 → seconde session obligatoire en août/septembre 2026**

UE Fondamentales : 12 ECTS (120h)

UE 901 Mécanique Fluides

- Méca flu avanc. (20h)
- Multiphasique (20h)
- CFD (20h)

6 ECTS

UE 902 Transferts Thermique

- Therm.avancées (20h)
- Metrologie fluid./therm (20h)
- Outils numériques (20h)

6 ECTS

S9

UE Transversales : 8 ECTS (80h)

UE 903 Insert. Profess.

- CV, lettres (10h)
- Réglementations, normes (20h)
- Economie de l'énergie (20h)

3 ECTS

UE 904

Anglais (30h)
3 ECTS

UE 905
Projet
Cycle Conf.
2 ECTS

S10

UE 1001
Stage Entreprise ou
Laboratoire
30 ECTS

UE électives : 10 ECTS (100h)

Orientation « Mécanique – Energie ME » Orientation « Ingénierie du Nucléaire IN »

UE Electives
Choix parmi
les UE 906 à 923
(environ 100h)
10 ECTS

UE 924
Ingénierie du
Nucléaire II
(42h)
4 ECTS

UE Electives
Choix parmi
les UE 906 à 923
(environ 60h)
6 ECTS

Stage Rémunéré

Minimum 5 mois,
6 mois maximum

- ❑ **Validation d'un semestre : obtenir 30 ECTS**
 - S9 : ne pas avoir de note éliminatoire ($< 06/20$) aux UE fondamentales (UE 901 et 902) et avoir une moyenne générale sur toutes les UE $\geq 10/20$
 - S10 : valider le stage avec une note $\geq 10/20$ (moyenne des notes tuteur – soutenance – rapport)
- ❑ **Note plancher de 6/20 aux UE fondamentales (UE 901, 902).** Dans le cas où une **note plancher n'est pas atteinte** → **toutes les UE du semestre non validées en 1^{ère} session (note < 10) doivent être représentées en 2^{nde} session**, en gardant pour les EC $\geq 10/20$ la note de 1^{ère} session.
- ❑ **Validation de l'année : valider le S9 et le S10** (pas de compensation entre semestres possible)
- ❑ **Seconde session : fin août-début septembre** : l'étudiant(e) ne choisit pas les épreuves à repasser, mais doit se présenter à tous les examens auxquels il/elle est convoqué(e) sans quoi = ABI (absence injustifiée)
- ❑ **Toute absence à un examen = ABI ou ABJ**, donc semestre non validé
 - En 1^{ère} session : convocation en 2^{nde} session
 - En 2^{nde} session : année non-validée. **Le droit à une réinscription n'est pas automatique**, mais relève de la décision du jury de fin d'année

Nom du responsable de l'UE : **C. Métivier**

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 60h
- Nombre de crédits ECTS : 6
- Volume horaire personnel de l'étudiant : 40h

EC 901.1	Mécanique des fluides avancée : 10 CM + 10 TD (C. Métivier)
EC 901.2	Écoulements multiphasiques : 10 CM + 10 TD (A. Tanière, Polytech Nancy)
EC 901.3	Outils numériques et CFD : 10 CM + 10 TD (P. Boulet)



Objectifs :

- 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

Évaluation : examens écrits, rapports

Nom du responsable de l'UE : **D. Lacroix**

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 60h
- Nombre de crédits ECTS : 6
- Volume horaire personnel de l'étudiant : 60h

EC 902.1 Thermique avancée : 10 CM + 10 TD (L. Chaput)

EC 902.2 Outils numériques pour les transferts de chaleurs: 10 CM + 10 TD (D. Lacroix)

EC 902.3 Métrologie fluide et thermique : 10 CM + 10 TD (O. Caballina/G. Castanet/B. Remy/G. Maranzana)

Objectifs :

- 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.

Évaluation : examens écrits, rapports

Nom des responsables de l'UE : **J. Mainka**

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 50h
- Nombre de crédits ECTS : 3
- Volume horaire personnel de l'étudiant : 50h

EC 903.1 CV, lettres : 6 CM + 4 TD (M.-L. Alves)

**EC 903.2 Management de l'énergie et de l'environnement /Règlementations, normes :
10 CM + 10 TD (P. Thomas – AFNOR)**

EC 903.3 Economie de l'énergie: 15 CM + 5 TD (V. Bertrand – UMLP, Belfort)

Objectifs :

- **EC 903.1** : apprendre les techniques afin de favoriser l'insertion professionnelle des étudiants (lettre de candidature, CV, réseau professionnel, entretien)
- **EC 903.2** : comprendre les mécanismes de construction d'une norme, connaissances théoriques du management de l'énergie selon l'ISO 50001 et des séquences pratiques
- **EC 903.3** : comprendre le fonctionnement des marchés électriques et le lien avec le marché du carbone, expliquer comment fonctionne le marché européen du carbone, proposition d'exercices d'illustration

Évaluation : examens écrits, rapports

Nom des responsables de l'UE : **J.-M. Drouet**

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 30h
- Nombre de crédits ECTS : 3
- Volume horaire personnel de l'étudiant : 30h

- **Compréhension écrite et orale en vue de tests de langue : 20 TPL**
- **Expression écrite et orale dans la spécialité scientifique : 10 TPL**

Objectifs :

- 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.

N.B. : la FST propose à chaque étudiant 1 jeton d'inscription gratuite au TOEIC → prendre contact avec la scolarité

- Développement des compétences en expression écrite et orale par la présentation d'articles scientifiques de la spécialité.

Évaluation : examens écrits, oral

Nom du responsable de l'UE : **J. Mainka**

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 70h
- Nombre de crédits ECTS : 2
- Volume horaire personnel de l'étudiant : 70h

- **Projet tutoré : 60h PRJ**
- **Cycle de conférences : 10h PRJ (A. El kaddouri)**

Objectifs :

- **Projet recherche :**
 - Préparation du stage recherche au S10 → même sujet du stage (dans l'idéal) ou à choisir parmi une liste de sujets prédéfinis
 - **Présentation des sujets : 22/10/2024 à 16h15**
 - Date limite du choix des sujets : 7 novembre 2023
- **Cycle de conférences :**
 - Donner une introduction à la communication scientifique orale comme donnée lors de congrès et séminaires scientifiques

Évaluation : projet - rapport écrit & soutenance orale (début février 2026), conférences - quittus

Nom du responsable de l'UE : **A. Kheiri**

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 42h (hors FST)
- Nombre de crédits ECTS : 4

Uniquement orientation « Ingénierie du Nucléaire IN »



EC 924.1 Nucléaire et Société - 14h CM, Polytech'Nancy

EC 924.2 Conception et conduite d'installations nucléaires - 28h CM, ENSEM

Objectifs : faciliter l'insertion des diplômés dans les métiers du nucléaire à Bac+5 (stage de fin d'études, ...) et Bac+8 (doctorat)

Évaluation : examens écrits et oraux, projets...

UE 924 Ingénierie du Nucléaire II (4 ECTS)		CM
EC "Radioprotection, Réglementations, Nucléaire et Société"		14h
Interaction rayonnement / matière		
Principes de la radioprotection		
Réglementation du nucléaire et ses acteurs (ASN, IRSN)		
Accidents nucléaires		
Positionnement et avenir de la filière, modèle économique, éthique		
EC "Matériaux, Conception, Conduite d'installations"		28 h
Organes d'une centrale, conduite et pilotage		
Sûreté de fonctionnement		
Matériaux : Elaboration et fabrication		
Visite de la centrale EDF de Cattenom (Moselle)		

- Semestre : S9
- Volume horaire enseigné : 100h (5 EC)
- Nombre de crédits ECTS : 10
- Volume horaire personnel de l'étudiant : 100h

- **Orientation ME : choix de 10 ECTS - 5 EC (ou 4)**
- **Orientation IN : choix de 6 ECTS – 3 (ou 2)**

dans une banque de 16 EC proposés sur les 3 sites (FST, ENSEM, Polytech)



→ Choisir 5 EC (orientation ME)/ 3 EC (orientation IN) avant le mercredi 11/09 à 12h dans le [questionnaire sur la page ARCHE « Master 2 Énergie - PT Mécanique et Énergie »](#)

Objectifs : enseignements orientés ingénierie et/ou recherche permettant d'approfondir des thèmes d'application des domaines mécanique et énergie.

Évaluation : examens écrits, oral, projet, rapports

20h (10hCM + 10hTD) / 2 ECTS par UE - sauf précisé

- 1) UE 906 - Production, stockage et conversion de l'énergie (*R. Benelmir*)
 - 2) UE 907 - Production de froid, systèmes conventionnels et avancés (*R. Benelmir*)
 - 3) UE 908 - Design et technologie CVC (*R. Benelmir*)
 - 4) UE 909 - Modélisation de systèmes thermodynamiques (*A. El kaddouri*)
 - 5) UE 910 - L'hydrogène, vecteur énergétique du futur ? (*G. Maranzana*)
 - 6) UE 911 - Initiation à la bio-raffinerie - 6hCM + 6hTD + 8hTP (*L. Chrusciel*)
 - 7) UE 912 - Systèmes énergétiques, éco-conception (*D. Fakra*)
 - 8) UE 913 - Énergie nucléaire (*X. Caron*) → **obligatoire pour tout nouvel entrant dans l'orientation IN (si pas validée l'UE811 Ingénierie du Nucléaire I en S8 du M1 Energie)**
 - 9) UE 914 - Rhéologie des fluides complexes : poudres pour l'énergie (*S. Kiesgen/A. Gans*)
 - 10) ~~UE 915 - Machine learning for engineering sciences (*L. Chaput/Y. Cheny*)~~
 - 11) UE 919 - Introduction to hydrogen and fuel cell technologies (*A. El kaddouri / J. Mainka*)
 - 12) UE 923 - Analyse technico-économique des systèmes énergétiques - 15hCM + 5hTD (*A. Kheiri*)
-
- 13) UE 916 - Écoulement haute vitesse et combustion (UE9_11, EC1) - 25hCM / 2 ECTS (*F. Lemoine*)
 - 14) UE 917 - Écoulements et transferts en milieux complexes (UE9_12, EC2) - 20hCM (*N. Louvet*)
 - 15) UE 918 - Échangeur de chaleur et récupération de la chaleur fatale (UE9_12, EC1) - 20hCM (*N. Rimbart*)
 - 16) UE 920 - Simuler, mesurer et visualiser (UE9-13) - 32h / **4 ECTS**, 12hCM + 20hTP (*O. Caballina*)
-
- 17) UE 921 - Turbomachines à fluides incompressibles - 18h, 12hCM + 6hTP (*A. Gans*)
 - 18) ~~UE 922 - Acoustique industrielle (*A. Kheiri*)~~



UE 906 - Production, stockage et conversion de l'énergie (R. Benelmir)

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

UE 907 - Production de froid, systèmes conventionnels et avancés (R. Benelmir)

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.

UE 908 - Design et technologie CVC (R. Benelmir)

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 ; Ventilateurs-convecteurs ; pompes à chaleur,
- Équipements de distributions : planchers chauffants, plafonds rafraichissants,
- Circuits eau/air : réseaux/gaines, pompes, distribution, diffusion d'air.

UE 909 - Modélisation de systèmes thermodynamiques (A. El kaddouri)

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

- 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 801 (moteurs thermiques, turbomachines, machines frigorifiques et pompes à chaleur).
- Optimisation de système (bilan énergétique)

UE 910 - L'hydrogène, vecteur énergétique du futur ? (G. Maranzana)

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.

UE 911 - Initiation à la bio-raffinerie (L. Chrusciel)

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).

UE 912 - Systèmes énergétiques, éco-conception (D. Fakra)

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.

UE 913 - Énergie nucléaire (X. Caron) → obligatoire pour tout nouvel entrant dans l'orientation IN (si pas validée l'UE811 Ingénierie du Nucléaire I en S8 du M1 Energie)

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

- 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.

UE 914 - Rhéologie des fluides complexes : poudres pour l'énergie (S. Kiesgen/A. Gans)

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.

UE : 919 - Introduction to hydrogen and fuel cell technologies

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.

UE 923 - Analyse technico-économique des systèmes énergétiques (A. Kheiri)

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 exergétique 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 économiques. 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.

UE 916 - Ecoulement haute vitesse et combustion (UE9_11, EC1) - 25hCM / 2 ECTS (F. Lemoine)

- 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

UE 917 - Écoulements et transferts en milieux complexes (UE9_12, EC2) (N. Louvet)

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.

UE UE 918 - Echangeur de chaleur et récupération de la chaleur fatale (UE9_12, EC1) (N. Rimbert)

L'objectif de ce cours consiste à donner 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, omniprésent 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).

UE 920 - Simuler, mesurer et visualiser (UE9-13) - 40h / 4 ECTS (O. Caballina)

- 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).

UE 921 - Turbomachines à fluides incompressibles - 18h (A. Gans)

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.

Nom du responsable de l'UE : **J. Mainka**

- Semestre : S10
- Nombre de crédits ECTS : 30
- **Durée** (volume horaire personnel de l'étudiant) : **5 mois calendaires min. (hors interruption) à 6 mois (= 924h max)**
- Rémunération légale minimale (pour les stages en France) : 3,9 € (2023)

Stage en entreprise ou laboratoire au S10

Objectifs : mise en situation en entreprise ou en laboratoire. Procurer une expérience d'insertion professionnelle en grandeur réelle.

Évaluation : rapport écrit, soutenance orale (normalement vers la mi-septembre, le 18/09/2026 au plus tard) et note de stage

Dates de début :

- 16 février 2026 (au plus tôt – si pas de cours/examens)
- **01 mars 2026** (à préférer)
- **10 avril 2026 (au plus tard)**

Date de fin : 11 septembre 2026 (au plus tard)

Convention de stage

- **Fiche de renseignement** (disponible sur [page ARCHE du M2 ME](#)) à remplir par l'étudiant et à envoyer à Mme Lebedel
- A remplir en concertation avec l'entreprise / le laboratoire d'accueil
- Notes explicatives :
 - « Signataire » - personne juridiquement responsable (responsable RH/directeur de laboratoire...)
 - « Tuteur académique » - personne responsable du M2 ME (Julia Mainka)
 - Dates : cf. plus haut

Important :

- **La convention doit être signée obligatoirement AVANT le début du stage.**
- **Pas de stage validé sans convention.**

S37 - 08/09/2025					
	Lundi 08/09/2025	Mardi 09/09/2025	Mercredi 10/09/2025	Jeudi 11/09/2025	Vendredi 12/09/2025
08h30				.CM 902.3 Métrologie fluide et thermique VG 301 MARANZANA Gaël M2 énergie ME Promo complète	
09h00					
09h30					
10h00					
10h15					
10h30					
11h00					
11h30					
12h00					
12h30					
13h00					
13h30					
14h00					
14h30	Réunion de rentrée M2 énergie ME VG 320 BOTELLA Olivier MAINKA Julia M2 énergie ME Promo complète		.TPL 904.1 Compréhension écrite & orale en vue de tests de langue VG 301 DROUET Jean-Michel M2 énergie ME Promo complète		
15h00					
15h30					
16h00					
16h30					
17h00					
17h30					
18h00					

Semaines ▼

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
S37 - 08/09/20...	S38 - 15/09/20...	S39 - 22/09/20...	S40 - 29/09/20...	S41 - 06/10/20...	S42 - 13/10/20...	S43 - 20/10/20...
S44 - 27/10/20...	S45 - 03/11/20...	S46 - 10/11/20...	S47 - 17/11/20...	S48 - 24/11/20...		

S38 - 15/09/2025					
	Lundi 15/09/2025	Mardi 16/09/2025	Mercredi 17/09/2025	Jeudi 18/09/2025	Vendredi 19/09/2025
08h30					
09h00	Soutenance M2 énergie ME 2024-2025 VG 312 BOTELLA Olivier GANS Adrien METIVIER Christel M2 énergie ME Promo complète			.CM 902.3 Métrologie fluide et thermique VG 301 CABALLINA Ophélie M2 énergie ME Promo complète	CM - DLOC 901.2 Ecoulements multiphasiques M2 énergie ME Promo complète
09h15					
09h30					
10h00					
10h30					
11h00					
11h30					
12h00					
12h30					
13h00					
13h30	Soutenance M2 énergie ME 2024-2025 VG 312 BENELMIR Riad FAKRA Damien CARON Xavier M2 énergie ME Promo complète				
14h00					
14h30			.TPL 904.1 Compréhension écrite & orale en vue de tests de langue VG 201 DROUET Jean-Michel M2 énergie ME Promo complète	.TD 902.3 Métrologie fluide et thermique VG 301 MARANZANA Gaël M2 énergie ME Promo complète	
15h00					
15h30					
16h00					
16h30					
17h00					
17h30					
18h00					

Semaines ▼

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
S37 - 08/09/20...	S38 - 15/09/20...	S39 - 22/09/20...	S40 - 29/09/20...	S41 - 06/10/20...	S42 - 13/10/20...	S43 - 20/10/20...
S44 - 27/10/20...	S45 - 03/11/20...	S46 - 10/11/20...	S47 - 17/11/20...	S48 - 24/11/20...		

- 15 septembre 2025 – matin 8h30 -12h10

Participation fortement conseillée

Confidentiel - Jurv à huit clos

Jury A - FST, VG 311					
J. Mainka, A. El-kaddouri					
Heure	Nom	Prénom	Sujet Stage	Etablissement d'accueil	Tuteur
08h30 - 9h00	Beisenov	Arlan	Optimisation des performances de la pile AEMFC.	LEMTA	Feina XU
09h05 - 09h35	Mehdi	Abderrahmane	Conception et test d'un banc et d'une cellule segmentée Haute Température.	LEMTA	Jérôme DILLET
			Étude de l'impact des courts circuits et du cyclage en potentiel sur la performance et la dégradation des PEMFC.		
09h40 - 10h10	Bodau	Beket	Modélisation et expérimentation des mécanismes électrochimiques associés.	LEMTA	Julia MAINKA
Pause					
10h30 - 11h00	El Otmani	Rania	Analyse et le calcul des coûts de production, stockage, et transport des molécules vertes telles que l'hydrogène, l'ammoniac, et le méthanol.	IRESEN - Green Hydrogen Systems Department	Mourad RKHIS
11h05 - 11h35	Tajeddine	Sara	Pile à combustible	HELION ALSTOM HYDROGENE	Jabir EL HACHHACH
11h40 - 12h10	Gaamouch	Liqae	Modélisation électrothermique de l'interface pantographe-caténaire-rail aérien de contact (TGV).	FEMTO-ST Belfort	Didier CHARMAGNE
Jury B - FST, VG 312					
C. Métivier, O. Botella					
Heure	Nom	Prénom	Sujet Stage	Etablissement d'accueil	Tuteur
08h30 - 9h00	Abbas	Meriem	Analyse hydrodynamique d'un procédé de filtration rotative.	LEMTA	Chérif NOUAR
09h05 - 09h35	Abdidin	Alina	Convection thermique dans des mousses solides structurées.	LEMTA	Nicolo SCREVA
			Travail expérimental sur les Matériaux à changement de phase –		
09h40 - 10h10	Gandon	Corentin	Caractérisation des propriétés thermo-physiques , expérimentations en écoulement par utilisation de l'IRM	LEMTA	Nicolas LOUVET
Pause					
A. Gans, O. Botella					
10h30 - 11h00	Momysh	Nazerke	Développement de simulations numériques avancées à l'aide d'OpenFOAM pour modéliser les lits fluidisés et optimiser les systèmes de récupération de chaleur.	LEMTA	Olivier BOTELLA
11h05 - 11h35	Bazart	Aymeric	Modélisation thermo-hydraulique liée à un fonctionnement d'une pompe sur débit nul : modélisation, description de la méthodologie associée et fourniture d'un fichier type Excel permettant ce calcul. Modélisation thermo-hydraulique des flux sous couvercle de cuve.	EDF-DIGIT-USM	Arnaud FISCHER
11h40 - 12h10	Laporte	Julie	Développement de renfort pour les récupérateurs de corium - effet de la rugosité initiale sur l'ablation. Expérimentations et modélisations en thermohydraulique des réacteurs de 4G.	LEMTA	Michel GRADECK

- 15 septembre 2025 – après-midi 13h30 - 17h10

Participation fortement conseillée

Confidentiel - Jury à huit clos

Jury C - FST, VG 311					
P. Boulet, L. Chruciel					
Heure	Nom	Prénom	Sujet Stage	Etablissement d'accueil	Tuteur
13h30 - 14h00	Kamara	Aissata	Hydrogène naturel - Est-ce pour aujourd'hui?	LERMAB - Longwy COSNES-ET-ROMAIN FRANCE	Mohammed EL GANAOU
14h05 - 14h35	Ngassa	Cherina	Validation d'un outil interne de modélisation de la dispersion atmosphérique de rejets	EFFECTIS FRANCE	Constance BERTRAND
14h40 - 15h10	Khalidi	Idir	Etude du risque de dégradation des réseaux enfouis lors de feux de végétation.	LEMTA	Lucas TERREI
Pause					
D. Lacroix, L. Chruciel					
15h30 - 16h00	Toraichi	Mohamed Jad	Optimisation des procédures d'identification, de sélection et de qualification des sites pour le développement de projets éoliens viables.	MASEN - EXPLORATION	Assma AZZIOUI
16h05 - 16h35	Chaari	Rihab	Améliorer le suivi de la T2S.	NORSKE SKOG GOLBEY	Marius KESTELOOT
16h40 - 17h10	Sbai	Aya	Conception d'une interface de post-traitement de solutions de rénovation énergétique en résidentiel	EDF RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT	Fabienne BOUTIERE
Jury D - FST, VG 312					
D. Fakra, X. Caron					
Heure	Nom	Prénom	Sujet Stage	Etablissement d'accueil	Tuteur
13h30 - 14h00	Arsali	Soumaya	Optimisation de la Performance Énergétique du CHU d'Agadir	NOVEC SA	Abdelhafid BENHALIM
14h05 - 14h35	Ben Oussad	Karim	Assistance à Maitrise d'Ouvrage dans le cadre de l'exploitation des installations de chauffage, ECS, ventilation et climatisation.	CDC CONSEIL	Jimmy BRINIOLI
14h40 - 15h10	Ben Yahia	Lydia	Le MOOC proposé porte sur les études relatives au confort thermique intérieur pendant les mois d'été, sur la nécessité de maîtriser les instruments de mesure pour surveiller ces environnements et sur les innovations dans ce domaine.	LERMAB - Site FST	Riad BENELMIR
Pause					
D. Fakra, R. Benelmir					
15h30 - 16h00	Hanoune	Walid	Optimisation énergétique des procédés de fabrication.	Victoria Paint Benelux	Khalid HAHATI
16h05 - 16h35	Nechchad	Marwa	Réduction de la consommation d'eau de mer au niveau de PMP tout en maintenant les températures de fonctionnement normales des refroidisseurs d'acide et du condenseur	Groupe OCP PAKISTAN MAROC PHOSPHORE	Hassania CHAJAI
16h40 - 17h10	Sayeh	Oumaima	Étude et optimisation des systèmes énergétiques pour l'amélioration de la performance énergétique des installations CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation).	PCRI	Omar KAMMOUR