

Livret de l'étudiant

Master « Energie et Matériaux »

ECE Energie, Combustion et Environnement
MMCE Milieux et Matériaux en Conditions Extrêmes

Année Universitaire 2013-2014

| | |
|--|-----------|
| I – Présentation générale de la mention | 2 |
| 1. Objectifs..... | 2 |
| 2. Organisation de la mention | 2 |
| 3. Orientation professionnelle et recherche..... | 4 |
| 4. Public concerné et recrutement | 4 |
| II – Partenariat | 5 |
| 1. Partenariat avec le milieu socio-professionnel..... | 5 |
| 2. Partenariat avec la recherche | 5 |
| 3. Partenariats académiques régionaux, nationaux et internationaux (écoles ingénieurs, IEP, etc.)..... | 5 |
| III – Pilotage et organisation..... | 6 |
| III – Spécialité ECE (Energie, Combustion, Environnement)..... | 8 |
| 1. Objectifs scientifiques et professionnels de la spécialité | 8 |
| 2. Organisation en termes d'UE et de crédits européens | 10 |
| 3. Aspects formation | 14 |
| IV – Spécialité MMCE (Milieux et matériaux en conditions extrêmes)..... | 16 |
| 1. Objectifs scientifiques et professionnels de la spécialité | 16 |
| 2. Organisation en termes d'UE et de crédits européens | 17 |
| 3. Aspects Formation | 21 |
| Annexe 1 : Fiches UE de la spécialité ECE | 22 |
| Annexe 2 Fiches UE de la spécialité MMCE | 37 |

I - Présentation générale de la mention

1. Objectifs

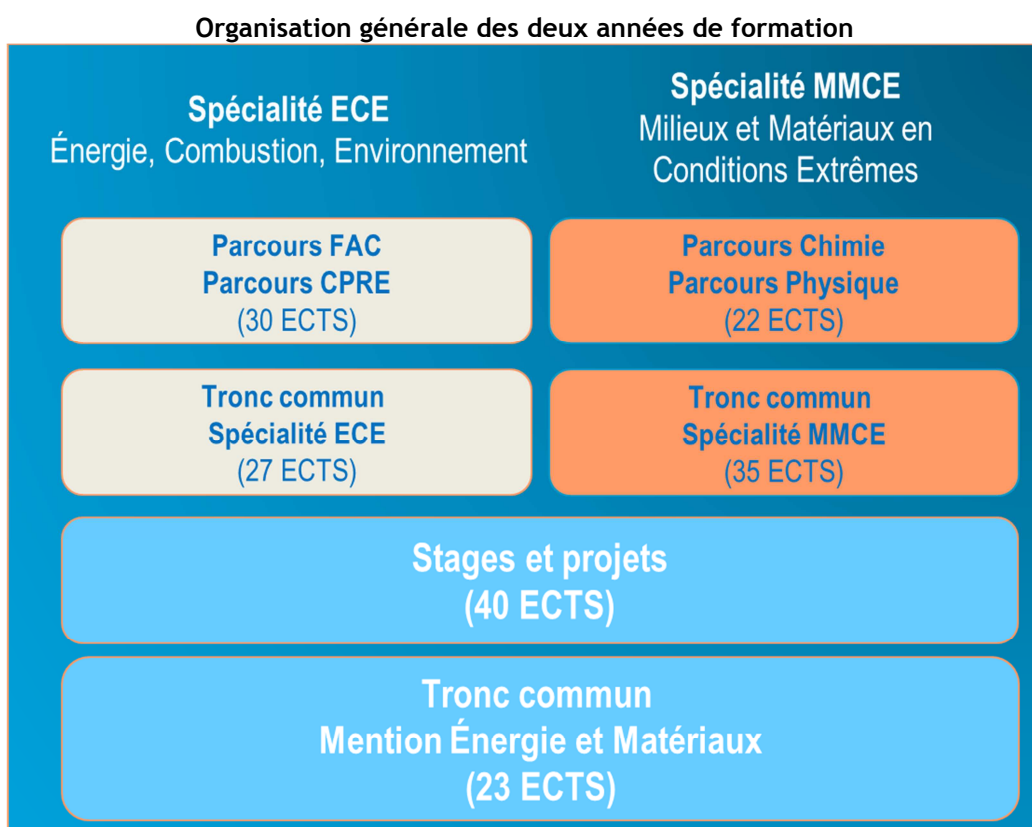
Les deux spécialités de la mention de master « Énergie et matériaux » : **Energie, Combustion et Environnement (ECE)** et **Milieus et Matériaux en Conditions Extrêmes (MMCE)**, apportent aux étudiants les connaissances en physique et chimie :

- dans les domaines de l'énergie et l'environnement (production, consommation d'énergie, pollutions, rejets industriels, risques inhérents à la production et l'utilisation de ces différentes formes d'énergie) ;
- dans le domaine de la propulsion, qu'elle soit de type terrestre, aéronautique ou spatial ;
- dans le domaine de la chimie et de la physique des matériaux: conception et élaboration des matériaux, caractérisation, analyse des propriétés et du comportement des matériaux et des structures et applications jusque dans les conditions extrêmes (hautes températures, hautes pressions, plasma, irradiation, corrosion, confinement ...).

A l'issue de cette formation, les diplômés auront acquis des compétences sur un ensemble d'outils méthodologiques, expérimentaux et/ou numériques en usage courant dans le monde professionnel, que ce soit en milieu industriel ou de recherche publics ou privés. Maîtrisant les fondamentaux de la chimie, de la physique et des sciences de l'ingénieur et de leurs domaines d'applications liés à l'énergie et aux matériaux, ils seront à même de juger de la pertinence de leurs résultats (expérimentaux, numériques et théoriques) et de l'influence des conditions d'exécution. Ils disposeront des capacités techniques, scientifiques et de dialogue nécessaires pour échanger avec les différents acteurs du monde industriel et de la recherche, de la conception, de la modélisation et de la simulation, de l'expérimentation...

La préoccupation majeure de cette formation est l'insertion professionnelle des étudiants, que ce soit immédiatement après l'obtention du diplôme ou bien après une formation doctorale. *Les missions* que l'étudiant diplômé aura à mener seront basées sur la gestion de projets de recherche ou de développement en milieu académique ou industriel. Les relations avec le secteur de la recherche académique s'adossent fortement à l'Institut « Energie et Matériaux » de l'Université d'Orléans et de l'ensemble des laboratoires qui le composent. Les liens avec le monde socio-économique, liés aux spécificités des différentes spécialités et parcours se font à travers des projets, des intervenants extérieurs, des stages *Les secteurs d'activités* touchent les industries, les services et les laboratoires de recherche publics ou privés liés à l'énergie (utilisation, maîtrise, production ...), à l'environnement (pollution, nouveaux carburants, analyse des risques ...), aux transports (automobile, aéronautique et spatial), à la conception et à l'utilisation de matériaux. De l'industrie de l'automobile au secteur de la microélectronique, en passant par l'aéronautique, les bâtiments, les verriers, le nucléaire ... sur des domaines aussi variés que la modélisation de contraintes dans des matériaux, les nouvelles sources d'énergie pour la production électrique ou pour la mobilité durable, la résistance à la corrosion, le traitement de surface par plasma, le comportement de matériaux en conditions extrêmes ..., la diversité des débouchés professionnels offerte par les deux spécialités est très large. *Les structures* concernées sont les bureaux d'études et méthodes, les centres de recherches et de développement des grandes entreprises, privées, publiques ou semi-publiques, les PME/PMI innovantes, les centres d'expertise publics ou privés, les collectivités territoriales.

2. Organisation de la mention



Organisation du M1

| | | | | | |
|----------|--|---------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 30 ECTS | 2 ECTS | 4 ECTS | 3 ECTS | 21 ECTS à répartir | |
| S1 | Ouverture sur l'entreprise et anglais I | Thématiques Energie-Matériaux | Introduction aux spectroscopies | Cours spécifiques ECE et MMCE | |
| 321h (2) | 33h | 48h (1) | 24h | 216h | |
| 30 ECTS | 4 ECTS | 2 ECTS | 14 ECTS à répartir | 10ECTS | |
| S2 | Ouverture sur l'entreprise et anglais II | Thématique énergie et matériaux | Cours spécifiques ECE ou MMCE | Stage 4 mois min Début au 1 ^{er} avril | |
| 244h (4) | 52h | 24h (3) | 168H | | |

(1) dont 24 h non présentielle (projet)
(2) soit 309 h présentielle

(3) dont 12h non présentielle
(4) soit 232h présentielle

Organisation du M2

| | | | | | |
|---------|--|-------------------------------|-------------------------------|---|--|
| 30 ECTS | 4 ECTS | 4 ECTS | 22 ECTS à répartir | | |
| S3 | Ouverture sur l'entreprise et anglais III | Thématiques Energie-Matériaux | Cours spécifiques ECE et MMCE | | |
| 337h | 49h | 24h | 264h | | |
| 30 ECTS | 10 ECTS | 20 ECTS | | | |
| S4 | Projet industriel ou de recherche Janvier & Février (6/8 semaines) | Stage | | 5 mois min Début au 1 ^{er} mars | |

Planning et volume horaire annuel

| | Semestre | Période de cours | Nombre heures présentielle étudiants | Projet & Stages |
|----|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| M1 | S1 | 14 semaines de septembre à décembre | 309h | Projet (24h) |
| | S2 | 10 semaines de janvier à mars | 232h | Stage (4 mois minimum) |
| M2 | S3 | 14 semaines | 337h | |

| | | | | |
|--------------|----|-------------------------|-------------|---|
| | | de septembre à décembre | | |
| | S4 | - | 0H | Projet (2 mois) Stage (5 mois minimum) |
| Total | | | 878H | |

3. Orientation professionnelle et recherche

L'orientation professionnelle ou recherche est réalisée lors de l'inscription en M2 et implique la réalisation de stage de fin d'étude dans des environnements différents. Les cours suivis sont en revanche identiques pour les deux orientations.

4. Public concerné et recrutement

Le master « Énergie et matériaux » s'adresse à des étudiants de formation initiale dans le domaine de la chimie ou de la physique. Pour les deux spécialités :

- l'accès en M1 est ouvert aux titulaires d'une licence dans les domaines suivants : Physique, Chimie, Sciences Physiques, Sciences pour l'Ingénieur, Ingénierie Mécanique, ...
- l'accès en M2 est ouvert sur dossier et/ou entretien pour les étudiants titulaires de M1 (de ce master ou autre master équivalent) et pour les élèves ingénieurs (double cursus) de 3^{ième} année de Polytech'Orléans et de l'ENSI de Bourges. L'accès en M2 est également ouvert à des diplômés BAC+5 (master, ingénieur) désirant compléter leur formation.

II - Partenariat

1. Partenariat avec le milieu socio-professionnel

L'équipe de formation du master « Energie et Matériaux » s'appuie:

- sur une expérience de près de 20 ans d'activité de l'IUP de « Chimie Appliquée », de 4 ans en DESS (habilitation 2000-2003) et de 8 ans dans le LMD, ce qui a permis de construire un réseau très important de partenariats industriels.
- sur le partenariat avec les composantes ingénieurs (Polytech'Orléans et ENSI Bourges) qui permettra de bénéficier du réseau industriel des deux écoles.

Dans toutes les spécialités, ces réseaux sont mis à profit pour des interventions dans les formations (cours, conférences sur les enjeux actuels), pour la proposition de sujets de projets d'étude, pour l'accueil d'étudiants en stages ... Cet adossement au monde socio-économique est une des préoccupations majeures de la formation proposée et constitue une pièce maîtresse pour l'insertion des étudiants diplômés à Bac+5 dans le tissu socio-économique et le débouché des docteurs dans les services R&D des grandes entreprises.

2. Partenariat avec la recherche

L'Université d'Orléans se structure en *Instituts*, entités qui ont pour mission de promouvoir le rayonnement scientifique de l'Université sur des thèmes de recherche développés au niveau local et reconnus au niveau régional, national et international en lien direct avec l'offre de formation. Le master Energie et Matériaux est ainsi adossé à l'Institut du même nom, qui regroupe 5 laboratoires et 3 Fédérations de recherches soit un potentiel d'environ 210 chercheurs :

| NOM DE L'EQUIPE | ETABLISSEMENT | NB total de permanents | LABEL NATIONAL |
|---|---------------|------------------------|----------------|
| <i>CEMHTI (Conditions Extrêmes des Matériaux - Haute Température et Irradiation)</i> | CNRS | 70 | UPR 3079 |
| <i>ICARE (Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement)</i> | CNRS | 45 | UPR 3021 |
| <i>CRMD (Centre de Recherche sur la Matière Divisée)</i> | UO/CNRS | 38 | FRE3520 |
| <i>GREMI (Groupe de Recherches sur l'Energétique des Milieux Ionisés)</i> | UO/CNRS | 39 | UMR 6606 |
| <i>PRISME (Institut Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes et Mécanique et Energétique)</i> | UO | 101 | EA 4229 |

La Mention Energie & Matériaux ne se limitera pas au seul périmètre de cet Institut, elle a aussi des partenariats forts, en particulier avec l'Institut de Géosciences, Environnement et Espace, via le laboratoire suivant :

| NOM DE L'EQUIPE | ETABLISSEMENT | NB total de permanents | LABEL NATIONAL |
|--|---------------|------------------------|----------------|
| <i>LPC2E (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace)</i> | UO/CNRS | 63 | UMR 7328 |

3. Partenariats académiques régionaux, nationaux et internationaux (écoles ingénieurs, IEP, etc.)

Les spécialités ECE et MMCE sont ouvertes aux étudiants de Polytech'Orléans et de l'ENSIB qui souhaitent recevoir une initiation à la recherche en parallèle de leur 5^{ème} année d'école d'Ingénieur. La condition pour l'obtention d'un double diplôme est de suivre 96 heures de formation de la mention au niveau du S3 en plus de leur formation d'ingénieur (à noter que le module « Thématique énergie et matériaux » du tronc commun est un module qui sera obligatoire pour tous). Le stage de M2 devra également être en lien avec les thématiques du master.

Les étudiants peuvent suivre un semestre à l'étranger dans le cadre des nombreux accords Erasmus existants entre l'université d'Orléans et des universités étrangères. Les collaborations initiées entre les équipes de recherche sur lesquelles s'adosse cette spécialité et des équipes à l'étranger sont autant de possibilités de stages pour les étudiants. Ainsi, lors du dernier contrat, plusieurs étudiants sont partis dans différents pays d'Europe, et sur tous les autres continents. L'objectif est de poursuivre, étendre et formaliser des partenariats avec d'autres masters sous forme d'échanges.

Deux programmes internationaux spécifiques sont mis en place: avec l'Université de Gènes en Italie pour la spécialité ECE et avec l'Université de Yaoundé I au Cameroun pour la spécialité MMCE.

III - Pilotage et organisation

Co-responsables de la mention

Fabien Halter
Christophe Sinturel

Institut PRISME
CRMD

Responsable des spécialités et directeurs des études

ECE

Responsable Spécialité ECE

Directeur des études M1
Directeur des études M2

Fabien Halter

Stéphanie de Persis
Valéry Catoire

MMCE

Responsable Spécialité MMCE

Directeur des études M1
Directeur des études M2

Christophe Sinturel

Michaël Deschamps
Caroline Andrezza

Equipe de formation

La mention est dotée d'une équipe de formation pluridisciplinaire, représentative des différentes composantes de la mention. La première mission de l'équipe de formation est de veiller à la cohérence de fonctionnement des 2 spécialités. Elle s'attachera en particulier à maintenir l'harmonisation des pratiques entre les spécialités, à apprécier la cohérence des mutualisations entre spécialités, le fonctionnement correct du processus de spécialisation progressif et des dispositifs de passerelles de ré-orientation. En fonction de ses observations, elle pourra proposer des modifications mineures annuelles du contenu et/ou de l'organisation des enseignements. Une autre mission importante de la commission sera de définir et conduire la politique d'évaluation des enseignements par les étudiants (constitution au sein de la commission pédagogique d'un comité d'évaluation des enseignements). Enfin l'équipe de formation initie et harmonise entre spécialités les réflexions sur l'innovation en matière d'enseignement (enseignement à distance, utilisation des TIC, UNIT). La composition en est la suivante :

| NOM | PRENOM | GRADE/ STATUT | Composante | SECTION CNU/CNRS | EQUIPES DE RECHERCHE / ENTREPRISE |
|--------------|------------|------------------|--------------|---------------------|---|
| ANDREAZZA | Caroline | PU | Collégium ST | 28 | CRMD |
| ARCHAIMBAULT | Françoise | MC | Collégium ST | 33 | CRMD |
| AUBRUN | Sandrine | MC | Polytech | 60 | PRISME |
| AUBRY | Olivier | MC | Polytech | 62 | GREMI |
| BRAULT | Pascal | DR | CNRS | 10 | GREMI |
| CATOIRE | Valery | PU | OSUC | 31 | LPC2E |
| CHAUMEIX | Nabiha | DR | CNRS | 10 | ICARE |
| CHAUVEAU | Christian | CR | CNRS | 10 | ICARE |
| DAYMA | Guillaume | MC | Collégium ST | 31 | ICARE |
| DE PERSIS | Stephanie | MC | Collégium ST | 31 | ICARE |
| DESCHAMPS | Michael | PU | Collégium ST | 33 | CEMHTI |
| DESOUSA | Domingos | MC | Polytech | 28 | CEMHTI |
| ECHEGUT | Patrick | DR | CNRS | 15 | CEMHTI |
| FEDIOUN | Ivan | MC | Polytech | 60 | ICARE |
| GASSER | Alain | PU | Polytech | 60 | PRISME |
| HALTER | Fabien | MC | Polytech | 62 | PRISME |
| IZRAR | Boujema | PU | UFR Sciences | 60 | ICARE |
| KOURTA | Azeddine | PU | Polytech | 60 | PRISME |
| MATHIEN | Mickaël | | ESEE | | |
| NTSOENZOK | Esidor | PU | IUT Chartres | 63 | CEMHTI |
| ROCOURT | Xavier | MC | ENSI Bourges | 62 | PRISME |
| ROULET | Marjorie | AJT | Collégium ST | | CRMD |
| ROUSSELLE | Christine | PU | Collégium ST | 62 | PRISME |
| SINTUREL | Christophe | PU | Collégium ST | 33 | CRMD |
| VAILLS | Yann | PU | Collégium ST | 28 | CEMHTI |

Conseil de perfectionnement

Le conseil de perfectionnement a pour objectif de faire le point sur le fonctionnement du master en présence des représentants de la formation, des étudiants, de représentants de l'Institut « Energie et Matériaux » et du monde socio-économique. A raison d'une fois par an, il se réunit afin d'apprécier la bonne adéquation entre les objectifs du master (débouchés vers la recherche et le monde socio-économique) et le contenu et les méthodes de la formation. Pour cela, le conseil examinera les indicateurs du master (évaluation des enseignements par les étudiants, bilan des stages, suivi du placement des étudiants, taux de réussite ...). Ce conseil devra également participer à la démarche d'amélioration continue de la formation en proposant des modifications mineures annuelles, en alimentant le processus d'auto-critique permanent de la formation, en participant de manière active à l'élaboration des nouvelles habilitations quadriennales.

Jury

Chaque spécialité sera dotée d'un jury par semestre d'au moins 4 membres.

Modalités d'évaluation des étudiants

L'évaluation des étudiants est effectuée par contrôles continus (écrit et/ou oral).

Modalités d'évaluation des enseignements par les étudiants

L'évaluation des enseignements par les étudiants sera organisée par un comité d'évaluation qui sera chargé de la mettre en place à l'issue de chaque semestre. L'analyse des résultats sera portée à la connaissance du comité de perfectionnement.

Modalités du suivi des diplômés

En complément de l'enquête du suivi des diplômés deux ans après l'obtention du diplôme (réalisé par l'Observatoire de la Vie d'étudiant de l'Université d'Orléans), une enquête sera réalisée à 10 mois (en juin pour un diplôme obtenu début septembre) afin de disposer d'indications en temps réels sur l'insertion des étudiants. Le devenir à diplôme + 2ans et diplôme + 10 mois sera porté à la connaissance du conseil de perfectionnement.

III - Spécialité ECE (Energie, Combustion, Environnement)

1. Objectifs scientifiques et professionnels de la spécialité

1.1 - Objectifs de la formation :

La spécialité « Energie, Combustion et Environnement » s'appuie d'un point de vue pédagogique sur les composantes UFR Sciences, OSUC et Polytech de l'Université d'Orléans et sur l'ENSI de Bourges, en mettant à profit leurs complémentarités thématiques et repose ainsi sur un fort potentiel d'enseignants-chercheurs et de chercheurs.

La spécialité « Energie, Combustion Environnement » vise à donner une formation de niveau BAC+5 dans des domaines bien identifiés par l'existence d'un pôle de recherche reconnu au sein de l'université et du CNRS d'Orléans en particulier dans les domaines de l'énergie, de la combustion et de l'environnement :

▣ D'une part, par les laboratoires (ICARE, GREMI, PRISME) de la fédération de recherche EPEE (Energie, Propulsion, Espace, Environnement) intervenant dans différents domaines :

- le domaine de l'Énergétique, sous ses différents aspects, qui inclut des études expérimentales et théoriques de processus dynamiques ou physico-chimiques de milieux réactifs ou non, processus présents par exemple lors de la combustion dans les systèmes énergétiques (chaudières, moteurs à combustion interne ...)
- le domaine de la Propulsion, qu'elle soit terrestre, aéronautique ou spatial ;
- le domaine de l'Environnement, indissociable du précédent, comprend la mise au point de procédés propres, la combustion des combustibles fossiles et des nouveaux carburants, la réduction des pollutions de tous types, la maîtrise des risques.

▣ D'autre part, de laboratoires (LPC2E, ICARE, ISTO, BRGM, INRA) du campus orléanais formant l'Observatoire des Sciences de l'Univers Centre (OSUC) permettant de renforcer la composante « environnement », pas seulement limitée à l'atmosphère mais aussi élargie à la pollution des eaux et des sols.

La spécialité « Energie, Combustion Environnement » vise donc à donner aux étudiants des compétences approfondies leur permettant d'accéder à des postes d'ingénieurs ou de chercheurs R&D au sein d'entreprises ou d'organismes publics ou privés dans les secteurs concernés. Parmi ces nombreux secteurs, on peut citer par exemple dans un ordre quelconque : l'automobile, l'aérospatial, la propulsion, la maîtrise de l'énergie, la production d'énergie ainsi que tous les domaines visant à une meilleure qualité de l'environnement (nouveaux carburants, analyse et maîtrise des risques, pollutions de tous types, rejets industriels, etc...).

Le domaine couvert par la spécialité « Energie, Combustion et Environnement » est abordé selon deux parcours différents :

- un parcours Fluides, Aérodynamique et Combustion (FAC), abordant les aspects physiques de ces thématiques, d'un point de vue sciences de l'ingénieur («mechanical engineering »);
- un parcours « Chimie, Pollution, Risques et Environnement» (CPRE), abordant les aspects chimiques de ces thématiques.

De plus, la possibilité de suivre un parcours « Vinci » en Mécanique-Aéronautique, parcours international d'échanges franco-italien avec l'Université de Gênes est offerte.

La pédagogie d'enseignement réserve une large part :

- à l'utilisation de l'outil informatique, comme moyen de simulation et d'analyse de données, mais aussi comme outil de recherche documentaire.
- au travail personnel, sous forme de projets (de recherche documentaire, d'immersion professionnel ...) et de stages suffisamment longs pour être une partie intégrante de la formation (deux stages sont prévus dans la formation représentant presque 50% de la durée du master: 9 à 11 mois). Dans la majorité des modules, l'évaluation est sous forme de contrôle continu et dans certains cas un projet donnant lieu à compte rendu oral et/ou rapport écrit. L'objectif est d'initier rapidement les étudiants au travail personnel de recherche, et de leur apprendre à présenter, à justifier et à défendre des résultats.

1.2 - Compétences développées :

A l'issue de la formation, le diplômé, qui aura acquis de nombreuses compétences théoriques et expérimentales, sera capable de :

- Comprendre les tenants et aboutissants des connaissances théoriques et pratiques ;
- Connaître les thématiques liées aux processus élémentaires dans les milieux fluides, réactifs, aux processus élémentaires de chimie de la combustion et de l'atmosphère ;
- Modéliser les phénomènes physico-chimiques rencontrés en combustion, propulsion et/ou en chimie de l'atmosphère, des eaux et des sols ;
- Mettre au point des méthodes physico-chimiques de production d'énergie, de dépollution, de traitements des effluents gazeux ou liquides ;
- Participer à la recherche sur les nouveaux carburants, les nouveaux systèmes de propulsion et sur les énergies renouvelables ;

- Savoir appliquer le *diagnostic approprié* pour la détermination des paramètres pertinents du milieu ;
- Savoir utiliser l'*outil informatique* pour analyser et modéliser les données issues de ces diagnostics ;
- D'utiliser les savoir-faire techniques et méthodologiques transmis ;
- Savoir mettre en œuvre des savoirs pour réaliser une tâche ;
- Elaborer un modèle et développer le code numérique ou le dispositif expérimental pour l'étudier.

Il aura acquis de nombreuses compétences lui permettant entre autres:

- d'élaborer un modèle physique à partir d'observations et de valider ce modèle ;
- de développer un plan d'expérience pour mener à bien les différentes étapes d'un projet ;
- de s'intégrer dans une équipe de recherche et de participer activement au montage d'une expérience, à son exploitation ;
- de valoriser les résultats obtenus en sachant les diffuser à l'oral (lors de réunions, lors de colloques via des présentations orales ou par affiche) et à l'écrit (dans des publications) ;
- de faire de la vulgarisation et de décrire ses activités en des termes accessibles.

L'ensemble de ces compétences lui permettra d'être rapidement opérationnel, de façon autonome, dans une entreprise ou un laboratoire de recherche.

1.3 - Les savoirs transmis

Les étudiants de la spécialité ECE acquerront des connaissances générales sur le domaine de l'énergie de la combustion et de l'environnement.

Les étudiants qui suivront le parcours FAC seront plus sensibilisés à la mécanique des fluides, l'aéronautique, la combustion pour les systèmes énergétique et de motorisation, la combustion industrielle.

Les étudiants qui suivront le parcours CPRE seront plus sensibilisés à la chimie de l'environnement dans le contexte actuel de la production/consommation d'énergie (fossile, nucléaire et renouvelables), aux pollutions de l'atmosphère, de l'eau et des sols, rejets ménagers et industriels et aux risques et la sécurité.

1.4. - Débouchés professionnels possibles :

- Les secteurs d'activités :

Recherche et Développement en :

- o Fluides en écoulement,
- o Thermodynamique et thermochimie,
- o Combustions homogène et hétérogène,
- o Propulsion terrestre, aéronautique et spatial.

Conseil en :

- o Protection de l'environnement,
- o Analyse et contrôle des pollutions (air, eaux, sols),
- o Préventions des pollutions et dépollutions,
- o Traitement des déchets, assainissement,
- o Expertises et conseils, assurances,
- o Sécurité industrielle et risques technologiques,
- o Management environnemental.

- Les métiers :

Cette spécialité est une étape

- vers le doctorat qui donne accès aux carrières suivantes :
Enseignant-chercheur dans les universités,
Chercheur dans des grands organismes publics de recherche : CNRS, CEA, CNES, ONERA, Agence Spatiale Européenne, ADEME, EDF, IFP, GDF, ...
Responsable R&D dans le secteur tertiaire,
- des carrières d'ingénieurs spécialistes :
Chargés d'audits, Consultant en environnement,
Responsable hygiène, sécurité et environnement,
Ingénieur R&D (analyse mesure de polluants, motoriste, risques industriels...),
Ingénieur technico-commercial,
 - dans le secteur automobile: PSA, Renault, IFPEN, Total, Continental, DELPHI,
 - dans le secteur aéronautique et spatial : SNECMA, MBDA, EADS, ONERA, CNES, Alcatel, Thalès, ...
 - dans le secteur de production d'énergie : EDF, GDF, AREVA, Veolia, Dalkia, Ineris, Air Liquide ...
 - dans les collectivités territoriales.

En double cursus, les diplômés ingénieurs peuvent prétendre à des postes d'ingénieur de recherche ou de chercheurs dans les organismes cités ci-dessus.

2. Organisation en termes d'UE et de crédits européens

Cette spécialité intègre des enseignements communs aux deux des spécialités de la mention permettant à la fois une culture commune « Energie et Matériaux » (au début de la première année), une ouverture sur l'entreprise et une préparation à l'insertion professionnelle (sur les deux années), une maîtrise de l'anglais à l'écrit et à l'oral (sur les deux années). Ces enseignements sont complétés par des enseignements de spécialités intégrant des cours académiques, des travaux pratiques, une immersion dans un laboratoire ou une entreprise dès le début de la première année et des projets et stages de longue durée.

Les 120 crédits sont répartis en 26 crédits communs à l'ensemble du master (culture commune énergie matériaux, connaissance de l'entreprise, préparation à l'insertion et anglais), 54 crédits dédiés aux modules disciplinaires et 40 crédits aux projets et stages.

Organisation générale de la spécialité ECE

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|---|---|--|--|----------------------------------|--|--|----------------------|
| 30 | 10 | | | | | 20 | | | | |
| S4 | Projet industriel ou de recherche | | | | | Stage en entreprise ou laboratoire de recherche (public ou industriel) | | | | |
| | 6 à 8 semaines | | | | | >= 5 mois à partir de mars | | | | |
| | | | | | | 2 modules au choix parmi 4 | | | | |
| 30 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 10 |
| S3 | Ouverture sur l'entreprise III | Anglais III | Thématiques Énergie-Matériaux III Cycle conférences | Aspects fondamentaux de la combustion | Formation des polluants dans les combustions | Turbulence, CFD avancée, Modélisation | Risques industriels | Méthodes expérimentales en milieu fluide | Pollution atmosphérique, qualité de l'air et gestion des déchets | Parcours FAC OU CPRE |
| 337 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 48 | 48 | 48 | 48 | 120 |
| 30 | 2 | 2 | 2 | 10 | 4 | 2 | | 8 | | |
| S2 | Ouverture sur l'entreprise II | Anglais II | Thématiques Énergie-Matériaux II Colloque | Stage (4 mois minimum) | Énergie et risques chimiques | Préparation Stage | | Parcours FAC OU CPRE | | |
| 244 | 28 | 24 | 24 | 0 | 48 | 24 | | 96 | | |
| 30 | 0 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | | |
| S1 | Ouverture sur l'entreprise I | Anglais I | Thématiques Énergie-Matériaux I (cycle conférences + projet) | Introduction aux Spectroscopies Atomiques et Moléculaires | Phénomènes de Transports | Méthodes expérimentales appliquées à l'énergie | Thermo énergétique et combustion | Parcours FAC OU CPRE | | |
| 321 | 9 | 24 | 48 | 24 | 24 | 24 | 24 | 144 | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | Module commun Mention EM | Module Spécialité ECE | Module commun Spécialité MMCE | Module commun Mention STUE-SAE | Module commun Spécialité Polytech | Module commun ENSI B | Modules aux choix | Modules obligatoires pour double cursus Ingénieur ENSI B et Polytech | | |

Modules spécifiques des deux parcours :

PARCOURS FAC

2 modules parmi 5

| | | | | | | |
|----|---|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|--|
| S3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Outils statistiques et numériques pour la mesure et la simulation | Combustion et applications | Moteur à combustion interne | Explosion de gaz et de poussières | Dynamique des gaz | Acoustique, aéroacoustique, élasticité |
| | 24 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |

| | | | |
|----|-------------------|---------------------|--|
| S2 | 2 | 2 | 4 |
| | Dynamique des gaz | Initiation à la CFD | Aérodynamique et mécanique des fluides expérimentale |
| | 24 | 24 | 48 |

| | | | | |
|----|-------------------------------------|------------|---------------------|---|
| S1 | modules aux choix | | | |
| | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Mécanique des Fluides Fondamentales | Propulsion | Mécanique Quantique | Expérimentation numérique et modélisation |
| 48 | 48 | 48 | 48 | |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Module commun Mention STUE-SAE | Module commun Spécialité Polytech | Module commun ENSI B |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|



Modules aux choix

PARCOURS CPRE

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| 2 | 4 | 4 |
| Combustion, explosions accidentelles | Management de l'environnement | Pollution et traitement des eaux et des sols |
| 24 | 48 | 48 |

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| Etudes appliquées aux déchets | Etudes appliquées à l'environnement | Spectroscopie électronique et photochimie en phase gazeuse | Réactivité multiphasique dans l'environnement |
| 24 | 24 | 24 | 24 |

| | | | |
|---------------------|--|---|---|
| 2 | 2 | 4 | 4 |
| catalyse hétérogène | méthodes d'analyse et de caractérisation | chimie analytique appliquée à l'environnement | chimie de l'atmosphère des eaux et des sols |
| 24 | 24 | 48 | 48 |



Modules obligatoires pour double cursus Ingénieur ENSI B et Polytech

3. Aspects formation

3.1 - Formation à et par la recherche

La spécialité ECE du master EM est une formation par la recherche et à la recherche que ce soit pour les étudiants issus du cursus universitaire ou les étudiants inscrits en double cursus (Ingénieur, Master). Les premiers se dirigent vers le secteur tertiaire ou vers la recherche en poursuivant leur formation en doctorat ; les seconds obtiennent une compétence en recherche leur permettant d'intégrer les centres de recherche et de développement des grandes entreprises ou de poursuivre également leur formation en doctorat.

La spécialité ECE s'appuie sur les composantes UFR Sciences, OSUC et Polytech de l'Université d'Orléans et sur l'ENSI de Bourges, en mettant à profit leurs complémentarités thématiques. Elle émane de l'Institut Énergie et matériaux et des laboratoires de recherche sur lesquels elle s'adosse : PRISME et ICARE (pour le parcours FAC), ICARE et LPC2E (pour le parcours CPRE). Elle repose ainsi sur un fort potentiel d'enseignants-chercheurs et de chercheurs.

En 1^{ère} année, les UE « Thématiques Energie-Matériaux » incluent un projet de recherche bibliographique ou d'exploitation de données sur un sujet dirigé par un enseignant-chercheur ou un chercheur en lien ou non avec le milieu industriel. Les stages à l'étranger sont fortement recommandés et se déroulent quasi uniquement en milieu académique.

Pendant les deux années du master, les enseignements en combustion communs aux deux parcours de la spécialité ECE servent de bases pour la poursuite d'activités professionnelles dans le domaine de la recherche généralement en thèse dans un laboratoire ou dans un service R&D d'une grande entreprise.

Les étudiants de master 1^{ère} année (M1) effectuent un stage dans un laboratoire de recherche ou une grande entreprise, en France ou à l'étranger. La recherche de stage s'effectue avec l'appui du directeur des études en particulier pour la recherche de stage dans les grandes entreprises ou à l'étranger. L'expérience du contrat précédent a amené à porter la durée minimale de ce stage à 4 mois.

La pratique de la recherche et ses objectifs ont aussi été pris en compte dès la première année par l'organisation de mini-colloques autour des thématiques de la mention présentées dans un module d'initiation à la culture scientifique Energie et Matériaux.

En seconde année (M2), l'étudiant est mis en situation de travail personnel dès le mois de janvier. Tout d'abord dans le cadre d'un travail de projet industriel ou de recherche de deux mois, soit environ un volume de 200 heures, ensuite par le biais d'un stage proprement dit, de 5 mois minimum. Au total, un étudiant de la spécialité aura passé près de 12 mois en recherche ou en entreprise.

A l'issue de la formation, les étudiants qui le souhaitent pourront postuler à un doctorat.

3.2 - Formation professionnelle et compétences transverses

La spécialité, en cohérence avec la mention a le souci de donner aux étudiants une base de connaissances sur la valorisation industrielle et de leur assurer des cours de langue anglaise, sans que l'enseignement scientifique en pâtisse.

Tout au long du cursus, les étudiants sont sensibilisés aux spécificités de l'entreprise. 150 heures sont réservées à l'aspect de découverte de l'entreprise et au management par projet. Conjointement, un approfondissement de l'anglais, en particulier portant sur les techniques d'expression (pratique de la rédaction de curriculum vitae et de lettre de motivation) est organisé en collaboration avec les structures concernées de l'Université : départements de langue et pôle ESEE (Espace Stage Emploi Entreprise).

Un nombre non négligeable d'étudiants de M1 hésite souvent entre arrêter leur cursus après le Master 2 ou poursuivre en thèse : le stage du M1 étant ouvert vers l'entreprise et vers la recherche, cela leur permet d'affiner leur choix et de s'orienter vers la voie de leur choix.

De par l'expérience de l'équipe pédagogique de la spécialité CPRE (qui existait déjà dans le master mention Chimie du précédent contrat quadriennal) et celle des enseignants-chercheurs de Polytech et de l'ENSIB impliqués dans cette offre de formation, un réseau de partenariats industriels conséquent, se manifestant de multiples façons - intervention sous forme d'enseignements, sous forme de taxe d'apprentissage, de visite d'entreprise, de proposition de projets industriels et d'accueils de stagiaires - est mis à disposition de la spécialité ECE. Les principaux acteurs économiques concernés sont au niveau national dans les R&D de l'automobile, l'énergétique et l'environnement (PSA-Citroën, Renault, EDF, Total, Air Liquide, CEA, Ineris, SUEZ, SAUR...) et, au niveau régional, les institutions environnementales régionales (Agence de l'Eau Loire-Bretagne, ANDRA, IFEN, DREAL-Centre, ADEME, Lig'Air, INERIS, France Nature Environnement).

Au niveau local, la spécialité ECE et tout particulièrement le parcours CPRE s'appuie sur le pôle de compétitivité régional ECO-Technologies nouvellement labellisé (2010) « DREAM : Eau et Milieux » (incluant l'OSUC comme partenaire), sur la Chambre de Commerce et de l'Industrie du Loiret qui guide l'enseignement « Management environnemental », et sur le Centre des Jeunes Dirigeants (CJD) d'entreprises d'Orléans qui propose certains projets industriels, des rencontres entre dirigeants de PME-PMI et étudiants, et des expériences d'immersion d'une journée.

3.3 -Formation continue et par alternance

La spécialité répond aux conditions définies par le Service de Formation Continue (SEFCO) de l'Université d'Orléans et est ainsi ouverte aux salariés d'entreprise (dans les cadres du plan de formation et du congé individuel de formation), aux demandeurs d'emploi bénéficiant d'une allocation de formation reclassement et aux personnes justifiant d'une Validation des Acquis d'Expérience (VAE). Durant les 8 dernières années des précédentes habilitations, 1 à 2 étudiants par an de cette catégorie ont été accueillis.

3.4 - Relations et échanges internationaux

Programme bilatéral Franco-Italien VINCI 'Mécanique Aéronautique'.

Ce parcours a été défini avec l'Université de Gênes. La carte pédagogique a été conçue à partir des modules de spécialité EM et Polytech'Orléans. Un échange d'étudiants est donc prévu dans ce cadre.

La spécialité pourra accueillir des étudiants européens dans le cadre de leur formation ERASMUS en accord avec le Bureau des Relations et des Echanges Internationaux de l'Université d'Orléans et de l'ENSI B.

IV - Spécialité MMCE (Milieux et matériaux en conditions extrêmes)

1. Objectifs scientifiques et professionnels de la spécialité

1.1 - Objectifs de la formation - compétences développées :

La spécialité « Milieux et Matériaux en Conditions Extrêmes » (MMCE) a pour objectif principal de donner une formation de haut niveau dans le domaine de la physique et de la chimie des matériaux avec une focalisation particulière sur les conditions d'élaboration ou d'utilisation en conditions extrêmes, c'est-à-dire hautes températures, hautes pressions, plasma, irradiation (ou leur combinaison). L'objectif de ce master est de permettre aux diplômés de mener des projets de recherche ou de développement en milieu académique ou industriel, dans des domaines où l'on rencontre ces conditions extrêmes, tels que les ciments, les verres, les céramiques, les sels fondus, les milieux d'électrolyse, les matériaux pour le stockage et la production d'énergie, les matériaux pour le nucléaire, la catalyse, l'aéronautique, l'aérospatial D'autres aspects complémentaires tels que les situations de confinement (nanomatériaux), les matériaux de structure, les systèmes auto-organisés ou bien encore des aspects d'éco-conception et de développement durable permettront aux étudiants d'ouvrir leurs champs de compétences au-delà de la thématique centrale des conditions extrêmes.

Cette formation permet ainsi d'acquérir des connaissances complètes dans le domaine des matériaux depuis leur élaboration, leur caractérisation, l'étude de leurs propriétés, jusqu'à leur intégration dans les procédés ou dispositifs industriels. A l'issue de cette formation, les diplômés auront acquis des compétences sur un ensemble d'outils méthodologiques, expérimentaux et/ou numériques en usage courant dans les laboratoires de recherche privés et/ou publics et également dans l'industrie et pour lesquels le campus orléanais a des compétences internationales reconnues.

La formation est construite sur deux ans, avec le socle des connaissances de base en science des matériaux en M1 et une spécialisation sur les thèmes des conditions extrêmes en M2. Le but de la première année est de donner aux étudiants, en plus de la culture commune à l'ensemble du master mention « Energie matériaux », les bases théoriques en physique et chimie dans les matières indispensables aux sciences des matériaux, ainsi qu'une première approche sur la conception et les domaines d'applications des matériaux. La seconde année favorise un approfondissement des connaissances selon le triptyque élaboration/caractérisation-modélisation/propriétés, de même qu'une spécialisation sur les thèmes des conditions extrêmes et une ouverture à des thématiques complémentaires (nanotechnologies, matériaux de structure ...).

La spécialité MMCE s'appuie sur les composantes UFR Sciences et Polytech' de l'université d'Orléans ainsi que sur les laboratoires CEMHTI, CRMD, GREMI, Prisme qui regroupent environ 250 chercheurs / enseignants-chercheurs. La formation s'adresse aux étudiants ayant une formation initiale en physique, chimie ou sciences physiques qui sont tentés aussi bien par la recherche dans les grands organismes (CNRS, CEA...) ou dans l'enseignement supérieur, que par une valorisation de leur formation dans le secteur industriel.

A l'issue de la formation, le diplômé sera capable de :

- Concevoir et finaliser de nouveaux matériaux (ou produits) concernés directement ou indirectement par la problématique des conditions extrêmes (élaboration, utilisation)
- S'intégrer dans une équipe de recherche et participer activement à des projets concernant la conception, l'analyse, l'intégration et l'utilisation des matériaux dans une démarche d'innovation.
- Participer au montage et à la réalisation d'expériences et en assurer l'interprétation et la diffusion des résultats.
- Développer des modèles servant de support à la compréhension des phénomènes physiques liés aux matériaux.
- Valoriser et diffuser les résultats lors de présentations orales ou encore lors de l'écriture de publications et rapports.
- Conseiller dans les choix techniques d'acquisition de matériel.
- Piloter une équipe d'opérateurs utilisant les outils d'élaboration et caractérisation des matériaux.

Les savoirs transmis : connaissances théoriques (disciplinaires ou transversales) et pratiques à mobiliser

- Connaissances fondamentales en physique et chimie nécessaires à la compréhension des mécanismes décrivant la matière condensée
- Connaissances des grandes classes des matériaux avec un approfondissement dans le domaine des matériaux en conditions extrêmes, nanomatériaux, matériaux de structure
- Connaissances des méthodes d'investigation multi-échelles des matériaux à la fois d'un point de vue structural, physico-chimique mais aussi d'un point de vue de leurs propriétés afin de pouvoir mettre en place une méthodologie et développer un plan d'expérience nécessaire à l'analyse des matériaux. Les laboratoires d'Orléans sont dotés d'un parc conséquent d'appareillages de caractérisation, ont une participation active dans les lignes de lumière des grands instruments et font partie de réseau d'excellence européens sur des techniques de pointe (Techniques de RMN à haut champs, spectroscopies optique, microscopies, spectroscopies de surface...)
- Connaissances des outils numériques pour simuler les processus physico-chimiques relevant aussi bien de l'élaboration, de la structure ou du comportement des matériaux.
- Connaissance de l'entreprise : gestion financière et scientifique d'un projet de recherche et développement, sociologie et management des hommes, organisation d'une entreprise, législation du travail...
- Techniques et outils pour la recherche d'emploi : projet professionnel, connaissance du marché de l'emploi, lettre de motivation, CV, entretien...
- Pratique à l'écrit et l'oral de l'anglais

Les savoir-faire techniques et méthodologiques transmis : mise en œuvre des savoirs pour réaliser une tâche

- Conduire un travail de recherche ou de développement dans le domaine des matériaux.

- Mettre en œuvre des outils pour l'élaboration des matériaux.
- Définir une stratégie d'analyse des matériaux pour répondre à une problématique donnée.
- Mettre en œuvre les outils de caractérisation et de modélisation pour répondre à une demande ciblée.
- Elaborer un modèle en définissant les paramètres pertinents, le mettre en œuvre et le tester.
- Veille scientifique.
- Rédiger des documents de synthèse, des rapports, et publications et les présenter oralement.
- Communiquer avec aisance à l'écrit comme à l'oral en anglais dans des situations aussi bien personnelles que professionnelles.
- Conduire une réunion, manager une équipe.

1.2 - Débouchés professionnels possibles :

Pour cette spécialité la thèse constitue un débouché naturel tout comme des postes de cadre au sein d'entreprises développant et utilisant les matériaux en général, avec une prédilection pour les systèmes où des conditions extrêmes d'élaboration ou d'utilisation sont rencontrées. Après le master, ou à l'issue d'une thèse, les secteurs d'activités potentiels des étudiants formés sont typiquement les suivants :

Les secteurs d'activités :

- *Secteur privé :*

Nombreux domaines de l'industrie des matériaux :

Couches minces (optique, électronique, capteurs, ...), nanomatériaux (catalyseurs, stockage et conversion de l'énergie, matériaux à propriétés spécifiques, matériaux biocompatibles), métaux, polymères, verres, céramiques, ciments, matériaux de structure, composites ...

et de manière plus générale, industries dans les secteurs suivants :

nucléaire, bâtiment, céramique, peinture, décoration, orfèvrerie, galvanoplastie, anodisation, emballage, imprimerie, chimie, traitements des déchets, métallurgie, optique, filtration, transport, électronique, armement, outillage, environnement...

Plus généralement :

Analyse-caractérisation, expertise-conseil dans le domaine matériaux, cabinets de brevets, ingénierie de projets, bureaux d'études et méthodes, centres de recherche et développement, divisions de Recherche.

- *Secteur public :*

Laboratoire de recherche, Enseignement supérieur, ... (Après thèse)

Les métiers :

- Ingénieur R&D
- Cadre technique d'études-recherche-développement de l'industrie,
- Ingénieur d'essai,
- Technico-commerciaux
- Formateurs sur logiciels industriels
- Enseignant-chercheur, Chercheur
- ...

2. Organisation en termes d'UE et de crédits européens

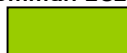
Tronc commun mention : cette spécialité intègre des enseignements communs à la spécialité ECE permettant à la fois une culture commune « Energie et Matériaux », une ouverture sur l'entreprise et une préparation à l'insertion professionnelle, une maîtrise de l'anglais à l'écrit et à l'oral. Ce tronc commun mention représente un total de 26 ECTS répartis sur les deux ans de formation.

Tronc commun spécialité MMCE représentant un total de 32 ECTS répartis sur les deux ans de formation où sont abordés les concepts fondamentaux en sciences des matériaux en M1, puis plus spécifiques en M2.

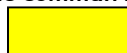
Modules optionnels : afin de prendre en compte les différents types de public qui sont accueillis dans cette formation (chimistes et physiciens), des modules spécifiques (pour un total de 22 ECTS) sont proposés afin d'apporter des compléments de formation compatibles avec les formations d'origine.

Le tableau page suivante présente l'organisation des UE sur les deux ans de formation en utilisant les codes couleurs suivants :

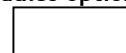
Tronc commun ECE et MMCE



Tronc commun MMCE



Modules optionnels



L'organisation des UE optionnels en M1 et M2 est également détaillée à la suite de ce premier tableau. Il faut noter que des mutualisations complémentaires ont été réalisées (avec le parcours CPRE de la spécialité ECE de ce master, et avec Polytech). Ces mutualisations apparaissent dans les deux tableaux suivants avec les codes couleurs :

Mutualisation avec Polytech

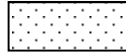


Mutualisation avec le parcours CPRE



Enfin certains modules seront ouverts aux doubles cursus avec Polytech (le module Thématique Energie et Matériaux III sera obligatoire pour tous).

**Modules ouverts au double
cursus Polytech**



Organisation de la spécialité MMCE

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|---------------------------------|--|--|--|---|------------------------------------|---|---|-----------------------|-----------------------|
| 30 | 10 | | | | 20 | | | | | | |
| S4 | Projet industriel ou de recherche | | | | Stage en entreprise ou laboratoire de recherche (public ou industriel) | | | | | | |
| | 6 à 8 semaines | | | | >= 5 mois à partir de mars | | | | | | |
| 30 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 6 |
| S3 | Ouverture sur l'entreprise III | Anglais III | Thématiques Énergie-Matériaux III Cycle conférences 2 | Milieux haute température | Matériaux pour l'énergie | Propriétés des plasma | Nanomatériaux | Diffusion- diffraction- absorption des rayons X/neutrons | RMN, spectroscopies vibrationnelles et spectroscopies de surface I | TP | Modules optionnels |
| 337 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 48 | 24 | 72 |
| 30 | 2 | 2 | 2 | 10 | 2 | 2 | 2 | 8 | | | |
| S2 | Ouverture sur l'entreprise II | Anglais II | Thématiques Énergie-Matériaux II Colloque | Stage (4 mois minimum) | Techniques de caractérisation : microscopies | Modélisation moléculaire | TP | Modules optionnels | | | |
| 244 | 28 | 24 | 24 | 0 | 24 | 24 | 24 | 96 | | | |
| 30 | 0 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 8 | |
| S1 | Ouverture sur l'entreprise I | Anglais I | Thématiques Énergie-Matériaux I (cycle conférences + immersion) | Introduction aux Spectroscopies Atomiques et Moléculaires | De la liaison au matériau | Méthodes et outils pour l'élaboration des matériaux | Relations structure- propriétés | Conception des matériaux | TP | Modules optionnels | |
| 321 | 9 | 24 | 48 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 96 | |
| | Tronc commun Mention EM | Tronc commun Spécialité MMCE | Module commun Polytech | Modules optionnels | Modules ouverts au double cursus Polytech | | | | | | |

Organisation des modules optionnels

3 modules au choix parmi 7

| | | | | | | | |
|----|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|
| 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| S3 | Approche Multi-échelle | Couplage multi-physique | RMN et spectroscopies II | Réacteurs plasma et couches minces | Systèmes auto-organisés | Chimie avancée des matériaux | Ecoconception et développement durable des matériaux |
| 72 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |

| | | | |
|---------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| voie physique | | voie chimie | |
| 8 | 4 | 4 | 4 |
| S2 | Physique statistique | Propriétés des matériaux | OU |
| | | | Grande classe de matériaux I |
| | | | Grande classe de matériaux II |
| 96 | 48 | 48 | 48 |

| | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|----|---------------------|--|---|
| voie physique | | | voie chimie | | | | |
| 8 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | |
| S1 | Interactions rayonnement-matière | Chimie physique | Mécanique Quantique | OU | Catalyse hétérogène | Méthodes d'analyse et de caractérisation | TP |
| | | | | | | | Corrosion, électrochimie, réactivité interfaciale |
| 96 | 24 | 24 | 48 | 24 | 24 | 24 | 24 |

| | | |
|------------------------|---------------------|---|
| Module commun Polytech | Modules communs ECE | Modules ouverts au double cursus Polytech |
|------------------------|---------------------|---|

3. Aspects Formation

3.1 Formation à et par la recherche

La spécialité MMCE est intégrée à la mention Energie et Matériaux, qui est portée par l' Institut Energie-Matériaux. Elle bénéficie donc du soutien des différents laboratoires rattachés à cet institut (CEMHTI, CRMD, GREMI, ICARE et PRISME). Les enseignants chercheurs et chercheurs des laboratoires participent très activement aux enseignements dispensés dans cette spécialité à la fois sous forme d'intervention en cours, TD et TP, conférences mais aussi pour l'accueil lors de projets, stages et TP expérimentaux sur les équipements de pointe des laboratoires. Cette formation à la fois à et par la recherche est complétée par des périodes d'immersion au sein d'un laboratoire de recherche : dès le début de la première année et en début de S4. Les stages qui pourront s'effectuer dans les laboratoires parachèveront cette formation recherche.

3.2 Aspects formation professionnelle et compétences transverses

Un des atouts majeurs de la formation est la présence d'un projet et de deux stages obligatoires, de 4 mois minimum en M1 et 5 mois minimum en M2. Ces stages permettent aux étudiants de mieux appréhender le travail sur le terrain, de mettre en application les connaissances acquises lors des enseignements fondamentaux et transversaux et contribuent à leur expérience professionnelle. Ces stages permettront aux étudiants d'affirmer leurs choix vers une poursuite d'étude doctorale ou vers une insertion professionnelle plus immédiate. L'engagement fort des laboratoires de l'institut permettra aux étudiants de réaliser leurs stages aux seins des laboratoires de recherche. Pour ce qui est du lien avec le monde socio-économique, la spécialité pourra s'appuyer sur l'expérience des habilitations précédentes qui disposaient d'un partenariat avec plus de 50 partenaires industriels.

Lors de la deuxième année, des conférences faisant appels à des professionnels extérieurs sont mises en place et sont un lieu d'échange avec le monde socio-professionnel. Sur le plan de la connaissance du monde du travail, un partenariat est développé depuis plusieurs années avec l'Espace Stage Emploi Entreprise (ESEE) de l'université. Des ateliers sont mis en place autour des outils lettre, CV, entretien, marché de l'emploi... Le programme de formation « ouverture sur l'entreprise » mis en place dans la formation propose, à raison d'un module par semestre des enseignements dédiés à la connaissance de l'entreprise (structure, organisation, gestion, ressources humaines mais aussi gestion de projet..) et des enseignements axés sur les techniques d'expression (écrit et oral) permettant aux étudiants de se perfectionner dans les techniques de rédaction et de synthèse de documents mais aussi dans la prise de parole que ce soit dans le cadre de présentation ("powerpoint") ou dans des réunions.

Enfin une part importante est réservée à la pratique de la langue anglaise sous forme interactive (présentation orale, enseignement scientifique en anglais (cours-TP), préparation à la certification CLES2 ...)

3.3 Aspects formation continue et par alternance

La formation répond aux conditions définies par le Service de Formation Continue de l'Université d'Orléans et est ainsi ouverte aux salariés d'entreprise (dans les cadres du plan de formation et du congé individuel de formation), aux demandeurs d'emploi bénéficiant d'une allocation de formation-reclassement et aux personnes justifiant d'une Validation des Acquis d'Expérience (VAE).

3.4 Relations et échanges internationaux

Les étudiants seront incités à suivre un semestre à l'étranger dans le cadre des nombreux accords Erasmus existants entre l'université d'Orléans et des universités étrangères. Les collaborations initiées entre les équipes de recherche sur lesquelles s'adosse cette spécialité et des équipes à l'étranger sont autant de possibilités de stages pour les étudiants.

Une convention entre l'université d'Orléans et l'université de Yaoundé 1 a permis d'amorcer des échanges avec le Cameroun depuis 2011. L'objectif est de consolider ces échanges en proposant un double diplôme pour les étudiants de MMCE qui en feraient le choix. L'accord concerne la spécialité « sciences de la matière » du master Mécanique et Matériaux de l'université de Yaoundé 1 qui s'appuie à la fois sur des compétences en simulations numériques que le département de Physique de l'Université de Yaoundé I développe avec de nombreux partenaires internationaux et les capacités éprouvées des instituts de recherche camerounais tels que la Mission de promotion des matériaux locaux, le laboratoire de recherche énergétique de l'Institut de Recherches Géologiques et Minières et le laboratoire d'énergétique de l'Ecole Polytechnique de Yaoundé qui fournissent aux étudiants une bonne connaissance des problématiques et des avancées locales relatives à la recherche dans les domaines des matériaux émergents, des énergies renouvelables et applications connexes.

Les étudiants concernés par le double diplôme auraient l'obligation :

- d'effectuer le M1 et le premier semestre du M2 dans leur pays d'origine (le recouvrement des contenus pédagogiques dans les deux spécialités de master est de 70%)
- de suivre dans leur pays d'origine des cours complémentaires en M2 dispensés par des enseignants du pays partenaire (cours bloqués sur quelques semaines)
- d'effectuer obligatoirement le stage de M2 dans le pays partenaire.

Des échanges bilatéraux sont prévus avec des déplacements d'étudiants et d'enseignants-chercheurs, chercheurs. Ces échanges portent sur les thèmes modélisation, simulation et propriétés des matériaux (magnétiques, ...), spécificités de l'université de Yaoundé 1 et sur les thèmes matériaux innovants, matériaux pour l'énergie et techniques de caractérisation des matériaux, spécificités de l'université d'Orléans.

Annexe 1 : Fiches UE de la spécialité ECE

Semestre 1 - Tronc commun mention Energie et matériaux

| | | |
|--|--|--------|
| SOM1IP02 Ouverture sur l'entreprise I Responsable : Françoise Archaimbault | Volume horaire : 9h (9hTD par l'ESEE) | 0 ECTS |
| <p>Module proposé en partenariat avec l'ESEE</p> <p>(1) Elaborer ou perfectionner son projet professionnel : 3h</p> <p>Cet atelier a pour objectif d'aider l'étudiant à définir son projet professionnel à partir de la réalité concrète du monde du travail</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'amener en amont à se poser la question de son insertion professionnelle future. - Tenter de lui faire prendre conscience de ses aspirations propres, de ses qualités, de ses potentialités. - Lui faire acquérir une méthodologie pour conduire son exploration (réflexion et recherche documentaire, enquêtes, observations en stage, synthèses et rédactions de comptes-rendus). <p>(2) Outils pour l'insertion professionnelle : 2*3H</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger ou perfectionner son CV - Rédiger une lettre de motivation ou comment montrer son intérêt pour une entreprise, un poste ou une mission. | | |
| SOM1AG31 Anglais I Responsable : Marie-Françoise Tassard | Volume horaire : 24h (24h TD) | 2 ECTS |
| <p>1) Affiner la compréhension de documents (écrits et audiovisuels) plus complexes sur des thématiques liées à la spécialité avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accent mis sur l'expression écrite, la synthèse de documents ; renforcer les stratégies de lecture ; - Suivi d'un TP en anglais (écrit mais aussi oral) ; <p>2) Rédaction de CV et lettres de motivation, en vue d'une aide à la recherche de stage à l'étranger</p> | | |
| SOM1PC01 Thématiques Energie-Matériaux I Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 48h (20h Conférence + 4 h TD + 24 h projet hors présentiel) | 4 ECTS |
| <p>Conférences Energie-matériaux : 24h</p> <p>Conférences de chercheurs ou d'enseignants chercheurs de la communauté "Energie et Matériaux" orléanaise : introduction à l'actualité et aux enjeux de sujets variés et porteurs en relation avec le master.</p> <p>Projet bibliographique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formation à la recherche documentaire, aux méthodes d'accès à l'information, et différentes sources de données - Réalisation d'un projet de recherche. Ce projet comportera un travail bibliographique personnel important (environ 48h réparties sur les deux semestres) sur la base d'un sujet de recherche proposé par des chercheurs des laboratoires soutenant la formation. Evaluation du projet par un rapport écrit. | | |
| SOM1PC02 Introduction aux Spectroscopies Atomiques et Moléculaires Commun STUE Responsable : Valéry Catoire | Volume horaire : 24h (16h CM + 8hTD) | 3 ECTS |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Fondements de la spectroscopie atomique (5CM+3TD) 2. Fondements de la spectroscopie moléculaire (5CM+3TD) : phénomènes électroniques et vibrationnels (les aspects rotationnels sont retirés) 3. Approche générale électromagnétique (6CM+2TD) : absorption/diffusion, généralisation aux phénomènes de basse et haute énergie, élargissement aux spectroscopies "non optique" | | |

Semestre 1 - Tronc commun Spécialité ECE

| | | |
|---|--|--------|
| SOM1PC03 Phénomènes de Transports Responsable : Guillaume Dayma | Volume horaire : 24h (16h CM + 8h TD) | 3 ECTS |
| - Transfert thermique 6H CM 3H TD Equation de la chaleur, conduction, convection, rayonnement, nombres adimensionnés - Cinétique des gaz et des liquides 10H CM 5H TD Lois de distribution. Paramètres de transport moléculaire : viscosité, conductibilité, diffusion. Phénomènes aux interfaces : tension superficielle, loi de Kelvin. Cinétique des liquides. Equilibre aux interfaces phase gazeuse / phases condensées. | | |

| | | |
|--|--|--------|
| SOM1PC04 Méthodes expérimentales appliquées à l'énergie Responsable : Saïd Abid | Volume horaire : 24 h (24h TP en 2 séries parallèles) | 3 ECTS |
| Mise en évidence expérimentale des phénomènes physiques et chimiques liés à la thermique, à l'énergétique et à la combustion étudiées. <ul style="list-style-type: none"> - Mesure de la vitesse fondamentale de propagation à la sortie d'un brûleur par photographie du cône lumineux. - Etude des conditions de stabilité d'une flamme de prémélange - Détermination de la chaleur de combustion d'une substance organique réalisée à l'aide d'une bombe calorimétrique, application au calcul de la température maximale théorique des gaz issus de la combustion complète du gazole. - Prélèvement et analyse des gaz issus de la combustion par chromatographie gazeuse / spectrométrie de masse. - Extraction Accélérée par Solvant (ASE) des huiles dans les ligneux (valorisation de la biomasse). - Détermination des surfaces spécifiques des solides (par méthode BET) utilisés dans les catalyseurs tels que le charbon actif | | |

| | | |
|---|--|--------|
| SOM1PC05 Thermoénergétique et Combustion Commun Polytech'Orléans Responsable : Christine Rousselle | Volume horaire : 24 h (10h CM + 14h TD) | 3 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Introduction : Energie, Combustion et Pollution - Base de la combustion. Thermochimie, température adiabatique de flamme - Cinétique appliquée à la combustion - Applications en Combustion industrielle. - Application de la thermodynamique aux machines thermiques réelles productrices d'énergie thermique ou motrices. | | |

Semestre 1 - Cours spécifiques parcours FAC

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM1PY01 Mécanique des fluides fondamentale Responsable : Boujema Izrar | Volume horaire : 48h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| <p>Transport dans les fluides : définitions ; propriétés physiques des fluides et coefficients de transport, phénomènes de tension superficielle, classification qualitative des écoulements, analyse dimensionnelle et similitude, approches intégrale et différentielle, bilans de masse, d'énergie et de quantité de mouvement.</p> <p>Dynamique des Fluides Visqueux : équations de Navier-Stokes, loi de Stokes et écoulements laminaires incompressibles, profils des vitesses, pertes de charges régulières, singulières.</p> <p>Couche limite laminaire : modèle de Prandtl, loi de Blasius, caractéristiques de la couche limite, Introduction aux Instabilités et Phénomènes de Transition ; instabilité de Taylor-Couette ; instabilité de Rayleigh-Bénard.</p> | | |

| | | |
|---|--|---------------|
| SOM1PY02 Propulsion aéronautique et spatiale <i>Commun Polytech'Orléans</i> Responsable : Fabien Halter | Volume horaire : 48 h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| <p>Propulsion électrique (24 H CTD) : Limites de la propulsion chimique ; Historique ; Introduction à la physique des milieux ionisés ; Les différents types de propulseurs électriques (structure, fonctionnement, performance) ; Point de vue système ; Applications et missions ; Les nouveaux concepts ; Propulsion nucléaire</p> <p>Propulsion chimique (24 H CTD) : Présentation des systèmes de propulsion aérobie et anaérobie. Aspects technologiques des turbopropulseurs, des turboréacteurs et des statoréacteurs. Notions de base sur la propulsion fusée et les propergols (solides et liquides). Identification et influence des paramètres principaux d'un système propulsif fusée. Présentation et dimensionnement d'un lanceur.</p> | | |

1 UE au choix :

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM1PY03 Mécanique Quantique Responsable : Gérald Kneller | Volume horaire : 48H (28h CM + 20h TD) | 4 ECTS |
| <p>Outils mathématiques, formalisme de Dirac, Postulats de la Mécanique Quantique Oscillateur harmonique, atomes hydrogénoïdes Moments cinétiques : orbital et spin, couplage des moments cinétiques. Méthodes d'approximation : perturbations indépendantes et dépendantes du temps, Introduction à la diffusion</p> | | |

ou

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM1PY04 Expérimentation numérique et modélisation <i>Commun STUE</i> Responsable : Jean-Louis Rouet | Volume horaire : 48h (20h CM + 20h TD + 8hTP) | 4 ECTS |
| <p>Dynamique moléculaire : méthodes numériques et diagnostics, propriétés structurales de fluides et de solides simples, Méthode de Monte-Carlo et de Metropolis : calcul d'intégrales, applications à la diffusion de neutrons, au dépôt de couches... Modèles macroscopiques : diffusion, réaction, transport, élasticité Programmation en C et C++ Introduction à la résolution des équations de transport, méthode pseudo spectrale, simulation des phénomènes de convection, de conduction et de dispersion, mise en œuvre sous SciLab.</p> | | |

Semestre 1 - Cours spécifiques parcours CPRE

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM1CH07 Catalyse hétérogène Commun MMCE et STUE Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24h (16h CM + 8h TD) | 2 ECTS |
| L'adsorption. Distinction entre physi- et chimisorption. Détermination des surfaces spécifiques et de la porosité des catalyseurs. Surface BET. Isothermes de Langmuir. Cinétique de réaction en surface. Classification des catalyseurs et critères de choix. Applications : catalyse hétérogène dans les procédés industriels | | |

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM1CH08 Méthodes d'analyse et de caractérisation Commun MMCE Responsable : Christophe Guimbaud | Volume horaire : 24h (16h CM + 8h TD) | 2 ECTS |
| - Méthodes thermiques d'analyse 5h CM 3h TD ATD, ATG, DSC, ATVC... - Méthodes physico-chimique d'analyse 11h CM 5h TD Chromatographies liquide et gazeuse, spectrométrie de masse | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM1CH9 Chimie analytique appliquée à l'environnement Commun STUE Responsable : Christelle Briois | Volume horaire 48h (18h CM + 6h TD + 24h TP) | 4 ECTS |
| - Prélèvements; Echantillonnage; Extraction 12H CM 4H TD LLE, SPE, SPME, ASE, SFE, MAE, Espace de tête, etc. Applications au domaine de l'environnement (sols, air, eau, aliments..) - Biochimie biologie et analyse biochimique : 3H CM 2H TD - Analytique appliquée à la recherche : 3H CM - Méthodes séparatives d'analyse : CPG-FID, CG-SM, HPLC-UV 12HTP - Méthodes spectroscopiques : FTIR, UV-Visible, Fluorescence, ICP-AES 12HTP | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM1CH10 Chimie de l'atmosphère, des eaux et des sols Module commun STUE Responsable : Christophe Guimbaud | Volume horaire 48h (32h CM + 16h TD) | 4 ECTS |
| - AIR : Caractéristiques physico-chimiques de l'atmosphère; Photochimie atmosphérique ; Cinétique chimique atmosphérique ; Principales transformations photochimiques dans la basse troposphère et la stratosphère. - EAUX : Caractéristiques des eaux dans les milieux naturels ; Qualité et pollution des eaux naturelles ; Microbiologie de l'eau. - Eléments de PEDOLOGIE : Classification zonale des sols ; morphologie, étude analytique, pédogenèse : principaux facteurs d'évolution des sols. | | |

Semestre 2 - Tronc commun Mention Energie et Matériaux

| | | |
|---|---|----------------|
| SOM2PI02 Ouverture sur l'entreprise II Responsable : Françoise Archaimbault | Volume horaire : 28h | 2 ECTS |
| <p>(A) Techniques d'expression : 14H Perfectionnement de la compréhension et de l'expression : synthèse de documents avec présentation orale. Rédaction d'un mémoire et exposé de soutenance</p> <p>(B) En partenariat avec l'ESEE : 14H</p> <p><i>L'approche sociale et juridique liée à l'embauche</i> Savoir appréhender avec sérénité les différents types de contrats de travail, les droits et devoirs du salarié et de l'employeur.</p> <p><i>Management des hommes et des organisations : approche stratégique des compétences</i> Pour faire face aux évolutions permanentes auxquelles elles sont confrontées ou pour les anticiper, les entreprises tentent d'adapter leur stratégie, leur organisation et leur management des compétences.</p> <p><u>Objectifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaissance juridiques et sociales dans les domaines liés à l'embauche. - Se préparer aux conditions de conclusion, de modification ou de cessation d'un contrat de travail - Connaître les stratégies, les modes d'organisations, les styles managériaux et les systèmes de reconnaissance mis en place dans les entreprises en matière d'approche de compétence. - Appréhender les évolutions des styles d'organisation et de management des entreprises et connaître les évolutions en cours. | | |
| SOM2AG32 Anglais II Responsable : Marie-Françoise Tassard | Volume horaire : 24h (24h TD) | 2 ECTS |
| <p>1) Le travail sera axé sur la communication orale essentiellement avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposés, présentations "powerpoint" ; - Prise de parole en situation : réunion, exposé... <p>2) Poursuite du travail sur des sujets de société en vue de la validation du CLES 2</p> | | |
| SOM2PC01 Thématiques Energie-Matériaux II Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24h (4 h de conférence + 8 h colloque + 12 h projet hors présentiel) | 2 ECTS |
| <p>Conférences Energie-matériaux : 4h Projet bibliographique et mini-colloque : participation au mini-colloque sur la base des projets menés au semestre 1 avec réalisation de poster et présentation orale</p> | | |
| SOM2ST03 Stage Responsable : Directeur des études | 4 mois minimum | 10 ECTS |
| <p>Stage obligatoire de quatre mois au minimum, en France ou à l'étranger, dans une entreprise (industries, laboratoires, bureaux d'études ou de conseils, administrations, collectivités territoriales, ...) ou bien dans des laboratoires de recherche public (université, CNRS ...). Ce stage consiste en la réalisation d'une mission définie par un responsable de l'entreprise et un enseignant du master. C'est une première découverte du monde du travail dont l'objectif est de mettre en pratique les connaissances acquises lors de la formation. Les stages font l'objet d'une convention d'accueil et doivent obligatoirement être rémunérés Le stage donne lieu à un rapport écrit et une soutenance orale. Evaluation : écrit, oral, évaluation de l'encadrant.</p> | | |

Semestre 2 - Cours spécifiques parcours FAC

| | | |
|--|---|---------------|
| Dynamique des fluides <i>Commun Polytech'Orléans</i> Responsable : Nicolas Mazellier | Volume horaire 96h (38 h CM + 22 h TD + 36 h TP) | 8 ECTS |
| <p>Objectif/Compétences :</p> <p>Comprendre les principes physiques de la dynamique des fluides et des transferts thermiques dans différents régimes. Etre capable de les appliquer dans des configurations simples. Posséder les notions de base de l'aérodynamique des véhicules et de leurs composants. S'initier concrètement à la simulation d'écoulements dans des géométries académiques ou industrielles. Etre capable de choisir les modèles physiques les mieux adaptés. Savoir réaliser une expérience et critiquer les résultats.</p> <p>Programme :</p> <p>1. Rappel des équations du mouvement et de l'énergie. Mise en évidence des nombres adimensionnels (Reynolds, Strouhal, Froude, Richardson, Euler) et notion de similitude (théorème p). Introduction aux écoulements compressibles en fluide parfait. Relations isentropiques. Ondes de choc. Etude de la tuyère de Laval. (20h CM, 12h TD)</p> <p>2. Introduction à la théorie de la couche limite dynamique et thermique. Solutions auto-similaires et lois d'échelle. Nombres adimensionnels caractéristiques des transferts thermiques (Nusselt, Stanton, Eckert ...). Analogie de Reynolds. (8h CM, 6h TD)</p> <p>3. Introduction à l'aérodynamique externe. Les principaux phénomènes : écoulements attachés et décollés, 2D et 3D, subsoniques et supersoniques. (2h CM, 4h TD)</p> <p>4. Introduction à la turbulence et approche statistique au travers du formalisme de Reynolds (RANS). Mise en évidence du problème de fermeture et introduction du modèle de viscosité turbulente. (8h CM)</p> <p>5. Travaux pratiques : (16h TP expérimental, 20h TP numérique)</p> <p>a) Expérimental : étude du phénomène de diffusion turbulente. Etude de la transition laminaire/turbulent et conséquences sur les efforts aérodynamiques de corps simples. Etude des régimes subsonique et supersonique.</p> <p>b) Numérique : simulation d'écoulements turbulents internes et externes sur la suite logicielle ANSYS (Fluent). Influence des modèles de turbulence RANS.</p> <p>Etude de l'écoulement en canalisation complexe. Mise en évidence du phénomène de décollement sur un aileron. Le profil d'aile de Mach 0.3 à Mach</p> <p>3. Simulation d'une tuyère de Laval : comparaison à la théorie et à l'expérience.</p> | | |

Semestre 2 - Cours spécifiques parcours CPRE

| | | |
|---|--|--------|
| SOM2CH13 Gestion des déchets Responsable : Saïd Abid | Volume horaire : 24h (18h CM + 6h TD) | 2 ECTS |
| Aperçus sur la gestion des déchets ménagers, industriels : les enjeux actuels et futurs. Radioactivité et notions sur la gestion des déchets radioactifs. | | |
| SOM2CH14 Etudes pratiques appliquées à l'environnement Commun STUE Responsable : Saïd Abid | Volume horaire : 24h (24h TP) | 2 ECTS |
| -Analyse chimique Mesure de CO ₂ dans l'air par IR et SM ; Eaux de différents milieux : caractéristiques générales (DCO, O ₂ dissous) et minéraux majeurs (chromatographie ionique). Caractéristiques des sols : Emission de flamme ; Méthodes potentiométriques | | |
| SOM2CH15 Spectroscopie moléculaire et photochimie en phase gazeuse Commun STUE Responsable : Valéry Catoire | Volume horaire : 24h (18h CM + 6h TD) | 2 ECTS |
| Spectroscopies moléculaire électronique. Photochimie : états excités, cinétique photochimique, photodissociation Spectroscopies d'absorption et diffusion rotationnelle et rovibrationnelle Lasers appliqués à la spectroscopie | | |
| SOM2CH16 Réactivité multiphasique dans l'environnement Commun STUE Responsable : Guillaume Dayma | Volume horaire 24h (18h CM + 6h TD) | 2 ECTS |
| - Réactivité multiphasique et phénomènes aux interfaces appliqués à l'environnement Description d'un système multiphasique à l'équilibre, spéciation chimique, Cinétique du transfert de masse phase gazeuse / phases condensées. ; Cinétique hétérogène et multiphasique - Mécanique des fluides Transfert de masses. Statique des fluides. Les écoulements fluides : les équations de continuité. Fluides parfaits incompressibles. Fluides réels incompressibles. Equation de Bernoulli. | | |

Semestre 3 - Tronc commun Mention Energie et Matériaux

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3IP02 Ouverture sur l'entreprise III Responsable : Françoise Archaimbault | Volume horaire : 25h (8h conf + 8h TD + 9H CTD ESEE) | 2 ECTS |
| <p>A) Conférences - témoignages de professionnels (8h)</p> <p>B) En partenariat avec l'ESEE</p> <p>Gestion de projet (8h) La conduite de projets est une compétence transversale recherchée dans les entreprises quel que soit le poste, pour mettre en œuvre et atteindre les objectifs fixés. Les objectifs de cet atelier sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir une vue globale et synthétique sur le mode projet et ses utilisations. - Connaître les bases de la méthodologie de projet. - S'approprier les outils de base de la conduite de projet <p>Outils pour l'insertion professionnelle (3*3H)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réussir son entretien de recrutement - Cibler son marché de l'emploi - Construire et développer son réseau | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3AG53 Anglais III Responsable : Marie-Françoise Tassard | Volume horaire : 24h (24h TD) | 2 ECTS |
| <p>1) Le travail initié en M1 sera poursuivi avec un objectif qui se rapprochera des compétences attestées au niveau CLES 3 avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivis de TP en anglais avec production écrite et orale et/ou présentation de poster; - Suivis des projets industriels et des projets recherche en anglais avec là aussi une production écrite et orale. <p>2) Poursuite du travail sur le CV, la lettre et également préparation des entretiens de recrutement en anglais dont entretiens téléphoniques.</p> | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PC01 Thématiques Énergie - Matériaux III Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24 h (24h conférences) | 4 ECTS |
| <p>Conférences de chercheurs ou d'enseignants chercheurs de la communauté "Énergie et Matériaux" nationale et internationale. Présentation par des spécialistes de sujets porteurs dans les thématiques "Énergie et Matériaux". Conférences pour moitié en langue anglaise. Rédaction d'un article sur la base de références bibliographiques fournie par les orateurs.</p> | | |

Semestre 3 - Tronc commun ECE

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3PC02 Aspects fondamentaux de la combustion Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24h (12h TD + 12h TD) | 2 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Généralités sur la modélisation cinétique en combustion. Schémas cinétiques globaux et modèles détaillés. Techniques expérimentales pour l'obtention de données cinétiques en combustion (8h) - Caractéristiques des systèmes combustibles : inflammation et auto-inflammation. Explosion en phase gazeuse, déflagration, structure de flamme, détonation. Limites d'inflammabilité. Stabilisation des flammes- Flammes de diffusion (6h) - Théorie thermodynamique appliquée à la détonation. Rôle de la cinétique chimique sur la structure des détonations. Explosifs condensés. Déflagrations (6h) - Combustions diphasiques (4h) | | |

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3PC03 Formation des polluants dans les combustions Responsable : Christelle Briois | Volume horaire 24h (24h CM + 24h TD) | 2 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Mécanismes de formation des polluants primaires de la combustion (oxydes d'azote imbrûlés et particules). - Combustion dans les systèmes énergétiques et pollution: combustibles - Cinétique hétérogène d'oxydation du charbon. Rejets d'imbrûlés. Formation des suies et autres particules ; Constitution du gazole et émissions ; Réduction catalytique des NOx. Interactions NOx/hydrocarbures : Activation mutuelle ; Recombustion (P. Dagaut 8h, N. Chaumeix 6h) - Incinération et traitement thermique des déchets : formation des dioxines et des furannes (C. Briois, 2h) - Risques sur la santé (4 h CM d'intervenants extérieurs) (commun avec STUE-SAE-AP) <p>-FAC : Mécanismes photochimiques de base dans l'atmosphère (formation d'ozone et autres polluants secondaires) - Formation des oxydes d'azote et de l'ozone troposphérique (W. Mellouki 4h)</p> <p>ou</p> <p>-CPRE :Toxicologie (commun STUE-SAE-AP)</p> | | |

CHOIX DE 2 UE PARMIS LES 4 SUIVANTES :

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC04 Méthodes expérimentales en milieu fluide <i>Commun Polytech'Orléans</i> Responsable : Sandrine Aubrun | Volume horaire : 48H (22h CM + 10h TD + 16h TP) | 4 ECTS |
| <p>Les séances de cours présenteront les différentes méthodes expérimentales utilisées en milieux fluides réactifs et non réactifs ainsi que des notions de traitements de signal et d'image associés.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Techniques de visualisation classique et par laser ; absorption, ombroscopie, strioscopie, tomographie par plan laser, initiation à la fluorescence induite par laser - Les diagnostics lasers et leurs applications ; Vélométrie par Imagerie de particules, Vélométrie Laser Doppler, techniques de diffusion Rayleigh, de fluorescence induite par laser, diffusion Raman - Tube de Pitot, anémométrie fil chaud, balance aérodynamique, thermocouple, sonde d'ionisation, de prélèvement. - Analyseurs continus des espèces chimiques - spectrophotométrie, spectrométrie de masse, chromatographie en phase gazeuse. - Des séances de TD permettent d'appréhender l'analyse de données nécessaire à l'exploitation des mesures obtenues par ces différentes techniques expérimentales. Traitement statistique du signal et d'images appliqué à des écoulements turbulents. - Des séances de TP sont organisées pour utiliser certaines de ces techniques expérimentales sur des configurations d'écoulement variées (suivant les installations disponibles). Elles utilisent les infrastructures et les techniques de mesures des Laboratoires PRISME et ICARE. | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC05 Turbulence, CFD avancée, Modélisation <i>Commun Polytech'Orléans</i> <i>Module doublé ENSIB (en jaune)</i> Responsable : Ivan Fédioun, Xavier Rocourt | Volume horaire 48h (16h CM + 16h TD + 16h TP) | 4 ECTS |
| <p>Introduction, généralités Analyse statistique de la turbulence: variables aléatoires, moments statistiques, échelles de la turbulence, hypothèse de Taylor Phénoménologie et physique de la turbulence : la cascade énergétique, théorie K41, dynamique tourbillonnaire et structures cohérentes Modélisation en fluide incompressible par différentes approches : DNS, RANS, LES, RANS: RSM, modèles à viscosité turbulente (0 eq., 1 eq., 2 eq.), LES : filtrage, modèles sous-maille (Smagorinsky, Germano-Lilly, ...) Modélisation en fluide compressible, Variables de Favre, RANS compressible, LES <i>Calculs de dispersion atmosphérique : Les principales grandeurs physiques, La couche limite atmosphérique : principales équations - couche d'Eckmann, turbulence atmosphérique, caractérisations et nombres adimensionnels, techniques de mesures atmosphériques, Calcul de dispersion : de l'équation de Langevin à l'équation de Fokker-Planck, les approches analytiques et leurs applications, les approches lagrangiennes et eulérienne, les différentes échelles : du site industriel au Continent. La pollution atmosphérique : cadre réglementaire, les polluants primaires et secondaires, outils de prévision et de prospectives. Approches logiciels et cas pratiques. Modélisation d'accidents : Description de la mise en place des schémas aux différences finies pour simuler les explosions. Approche globale : Utilisation d'un code commercial pour la modélisation des scénarios accidentels (Breeze) : dispersion, feux, explosions. Approche CFD : Incendies (FDS)</i></p> | | |
| SOM3PC06 Risques industriels <i>Module doublé ENSIB (en jaune)</i> Responsable : Guillaume Dayma, Xavier Rocourt | Volume horaire : 48h (16h CM + 16h TD + 16h TP) | 4 ECTS |
| <p>- Analyse et lutte en matière de sécurité industrielle, protection des personnes (opérateurs, voisinage, consommateurs) et des biens, prévention, hygiène, responsabilité pénale - Analyse et gestion des risques industriels : organisation industrielle face aux risques ; gestion de crises ; analyses du risque, de ses causes et de ses conséquences, intervention, protection, prévention ; plans d'intervention : plan ORSEC, plans d'urgence : PPI, PSS, POI, directive SEVESO ; retours d'expériences ; études de cas - Risques chimiques, d'explosion, d'incendie ; risques biologiques et nucléaires, risques dus aux rayonnements (lasers, rayonnements ionisants) et aux radioéléments ; nuisances (ou risques) olfactives, thermiques, sonores, électriques et électromagnétiques ; transport de matières dangereuses (industrielles et nucléaires) ; études d'impacts <i>- Analyse quantitative de risque : énumération des incidents (méthode HAZOP) ; estimation des conséquences (débit de fuite liquide et gazeuse, évaporation d'une nappe liquide, dispersion atmosphérique, toxicité...) ; estimation des fréquences (arbre des défaillances, arbre des événements) ; Mesures, calculs et présentation de l'estimation du risque (indices de risque, risque individuel, risque sociétal).</i></p> | | |
| SOM3PC07 Pollution atmosphérique, qualité de l'air et gestion des déchets Responsable : Christophe Guimbaud | Volume horaire 48h (28h CM + 20h TD) | 4 ECTS |
| <p>Pollution atmosphérique, qualité de l'air 24HCM Eléments de météorologie (vents, nuages, dispersion des polluants, panaches de fumées Bilan radiatif (effet de serre) Grands cycles biogéochimiques. Echanges aux interfaces géosphère-atmosphère, changements globaux Techniques de prélèvements et d'analyse des gaz et des particules atmosphériques Contrôle et réduction de la pollution atmosphérique (procédés de traitement, réglementations, réseaux de surveillance...) Gestion des déchets II 18HCM 6HTP - Déchets et résidus industriels : DII, DIB et DIS : collecte, tri, filières de traitement, valorisation des déchets, de la biomasse ; réglementation - Déchets nucléaires : déchets à très faible activité (TFA), à faible, moyenne et haute activité, à vie courte et à vie longue : séparation, transmutation, retraitement, confinement, déconstruction de centrales nucléaires ; réglementation - Stockage des déchets industriels : conception, surveillance, impacts, réhabilitation des sites ; stockage et/ou entreposage (en surface / subsurface / en profondeur) des déchets nucléaires, laboratoires souterrains ; centres de stockage des déchets industriels ; réhabilitation des sites</p> | | |

Semestre 3 - Cours spécifiques parcours FAC

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PY01 Outils statistiques et numériques pour la mesure et la simulation <i>Commun STUE</i> Responsable : Thierry Dudok-de-Witt | Volume horaire : 24 h (11h CM + 6h TD + 8h TP) | 2 ECTS |
| <p>Les bases du traitement analogique et numérique du signal, orienté vers les applications en physique :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Signaux déterministes et stochastiques, continus et discret. 2. Systèmes linéaires, convolution, le problème de la non-linéarité. 3. Représentation temps-fréquence : transformée de Fourier et méthodes multi-échelle (ondelettes). 4. Corrélation, la densité de puissance spectrale et son estimation dans la pratique 5. Signaux discrets : transformée en z, fonctions de transfert et filtrage numérique. 6. Bruit : les différents types de bruit et leur origine physique, théorème de Wiener-Kintchine, méthodes d'amélioration du rapport signal/bruit : 7. Brève introduction aux signaux bidimensionnels (images) et multidimensionnels. <p>Les applications se feront sur ordinateur avec les logiciels Scilab ou Matlab.</p> | | |

CHOIX DE 2 UE PARMIS LES 5 SUIVANTES :

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PY02 Combustion & Applications <i>Commun Polytech'Orléans</i> <i>Module doublé ENSIB (en jaune)</i> Responsable : Fabien Halter | Volume horaire 48h (24h CM + 8h TD + 16h TP) | 4 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Chimie de la combustion (thermodynamique appliquée à la chimie, cinétique chimique • Les flammes de prémélange. Limites d'inflammabilité. Stabilisation des flammes. Paramètres d'extinction ; Les flammes de diffusion ; La combustion diphasique. Carburants du futur (intérêts environnemental et économique...). Emissions polluantes. • Applications aux chaudières industrielles, turbines à gaz • Physique de la combustion turbulente : Description des interactions flamme/turbulence, Mise en équations des phénomènes. Modèles RANS en combustion turbulente : Modèles utilisés pour les flammes turbulentes de prémélange (approche BML, densité de surface de flamme, ...), Modèles utilisés pour les flammes turbulentes non prémélangées (chimie infiniment rapide, modèle de flamme cohérente, ...). Applications CFD • Incendie. Pyrolyse et combustion, flammes et panaches, suies et rayonnement. Convection, conduction. Ceiling-jet, transferts aérauliques. Régimes de pré-flashover et de post-flashover Standards, codes de calcul. Introduction à la réglementation. Détection, extinction, résistance des structures. Sûreté incendie en production nucléaire. Simulations incendies. Code Magic (EDF) | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PY03 Moteurs à combustion interne <i>Commun Polytech'Orléans</i> Responsable : Pascal Higelin | Volume horaire 48h (20h CM + 20h TD + 8h TP) | 4 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Définir l'aérodynamique interne d'un moteur, Notions de préparation du mélange, Définition des besoins en allumage par étincelle et de l'auto-inflammation, Initiation et propagation de la combustion (définition des vitesses fondamentales de combustion), Formation des polluants • Présentation des nouvelles technologies (Injection Directe Essence, Moteur Diesel à charge homogène ...) • Définir les besoins des motoristes en termes de données fondamentales • Etude du transvasement et acoustique admission - échappement. • Définition des Pertes aux parois, Calcul du dégagement de chaleur • Les différents types de modèles de combustion moteur à allumage par compression et à allumage commandé (0-D mono et multi-zones, eddy burn-up, concepts de famelettes, modèles chimiques). • Outil particulier : logiciels : Matlab/Simulink, Gasdyn | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PY04 Aéroacoustique et aéroélasticité Responsable : Philippe Devinant | Volume horaire 48h (28h CM + 20h TD) | 4 ECTS |
| <p>Aéroacoustique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Exemples de nuisances sonores, Mouvements d'ondes instationnaires Paramètres représentatifs du mouvement sonore local Intensité, niveau sonore, sources sonores Equation de propagation avec ou sans écoulements, Théorie de calcul de bruit aérodynamique (Lighthill) <p>Aéroélasticité et aérodynamique instationnaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> Introduction du problème de couplage fluide-structure. Rappels d'élasticité - résistance des matériaux et d'aérodynamique. Aéroélasticité statique : formulation du problème et analyse de la divergence d'une aile de grand allongement et de l'inversion de gouverne. Aéroélasticité dynamique : Formulation du problème aéroélastique dynamique ; distinction entre les différents modes de couplage aéroélastique (résonance, flottement); flottement en aérodynamique stationnaire et application à l'aile plus souple en flexion qu'en torsion Ecoulements instationnaires à sillage mince. Aérodynamique instationnaire du profil d'aile; mouvements à circulation variable; émission de sillage tourbillonnaire libre. Approches linéarisées et non linéaires; notions sur le problème 3D. | | |

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3PY05 Dynamique des gaz II Responsable : Azeddine Kourta | Volume horaire 48h (20h CM + 20h TD + 8h TP) | 4 ECTS |
| <p>Dynamique des écoulements à grandes vitesses :</p> <ul style="list-style-type: none"> Rappels : thermodynamique, le système Euler, le choc droit Ecoulements 1D instationnaires : caractéristiques, invariants de Riemann, le tube à choc : solution du problème de Riemann Ecoulements 2D stationnaires : le choc oblique, intersection de chocs, disque de Mach. Eventail de détente, relation de Prandtl-Mayer, Théorie linéarisée supersonique, Caractéristiques, Problème de Cauchy hypersonique « froid » : couche entropique, interaction visqueuse, similitude <p>Méthodes numériques pour les équations d'Euler:</p> <ul style="list-style-type: none"> Equations de conservation scalaires hyperboliques : caractéristiques et relation de compatibilité, schémas conservatifs monotones. Solutions faibles et condition de Rankine-Hugoniot. Solutions entropiques Rappels sur le système Euler 1D : variables conservatives, primitives, caractéristiques, matrices de passage, invariants de Riemann Schémas volumes-finis « upwind » d'ordre 1 à décomposition de flux (FVS) et solveurs de Riemann approchés (FDS). Extension à l'ordre 2 : approche MUSCL, schémas TVD et limiteurs de flux | | |

| | | |
|---|--|---------------|
| SOM3PY06 Explosion de gaz et de poussières (Module ENSI B) Responsable : Xavier ROCOURT | Volume horaire 48h (10h CM + 22h TD + 16h TP) | 4 ECTS |
| <p>Explosion de gaz</p> <ul style="list-style-type: none"> Déflagration: mécanisme de propagation de flamme, vitesse de flamme laminaire, instabilité de flamme, déflagration en espace non confiné, déflagration en espace confiné. Détonation: théorie de Chapman-Jouguet, théorie de Zel'dovich-von Neuman- Döring; structure de l'onde de détonation, effets de détonation. Explosion de nuages gazeux: évaluation du risque explosion, concept de l'équivalent TNT, méthode multi-énergie, loi d'Hopkinson. BLEVE: rayonnement, onde de souffle, fragmentation. <p>Explosion de poussières</p> <ul style="list-style-type: none"> Caractérisation des poussières (physique et chimique) pour évaluer le risque. Moyens de diagnostic utilisables pour caractériser des poussières. Caractérisation du milieu environnant des poussières, évaluation de la possibilité de génération du nuage et identification des sources d'amorçages potentielles. Description de l'explosion et évaluation des effets de surpression par l'utilisation de modèles et de lois de similitude. Analyse des risques d'explosions de poussières dans les sites industriels. | | |

Semestre 3 - Cours spécifiques parcours CPRE

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3CH24 Combustion, explosions accidentelles Responsable : Laurent Catoire | Volume horaire 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>Feux et incendies, stabilité thermique des matériaux</p> <p>Description du développement d'un incendie dans un local : Principaux phénomènes physico-chimiques mis en jeu. Moyens d'approche et techniques d'étude. Réaction au feu et classification des matériaux</p> <p>La dégradation thermique des matériaux : transfert de chaleur dans un solide. réarrangements, réticulation, décomposition. Inflammation des gaz de pyrolyse. Propagation de la flamme. Stratégies d'extinction, classes de feux et moyens d'extinction. Ignifugation des matériaux. Méthodes de recherche et de caractérisation. Combustion des polymères : effets thermiques, toxicité et corrosivité des gaz, opacité des fumées</p> <p>Etude cinétique de la dégradation thermique des matériaux : confrontation modèle-expérience</p> <p>Explosions accidentelles, explosions de nuages de gaz ou de poussières</p> <p>Définitions sur les explosions. Notions de cindynique (science des risques) et d'analyse des risques. Evaluation probabiliste de l'explosion. L'équivalent TNT comme mesure des effets d'une explosion</p> <p>Scénarios d'accidents et évaluation déterministe des conséquences d'une explosion de gaz : Création de la situation explosive. Dispersion atmosphérique. Explosions non confinées de nuages de vapeur : délai, lieu et énergie d'allumage, régime de réaction (détonation, déflagration à vitesse constante ou variable), transition déflagration-détonation</p> <p>Explosions de poussières : Matériaux présentant des risques. Domaine d'explosivité des poussières. Causes d'inflammation. Moyens d'étude des explosions de poussières. Principaux résultats expérimentaux. Interprétation théorique. Prévention et suppression des explosions de poussières</p> <p>Risque hydrogène ;</p> | | |
| SMO3CH25 Management de l'environnement Responsable : Françoise Maguin | Volume horaire 48h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| <p>- Législation et réglementation</p> <p>La législation des Installations Classées, les textes de base, les procédures de déclaration et d'autorisation, les autorités de contrôle, etc ...</p> <p>Gestion des différents aspects environnementaux dans l'entreprise (Eau, air, sols pollués, déchets, énergie, bruit) - Principales exigences réglementaires - Réglementation REACH.</p> <p>- Management environnemental</p> <p>Les principes et les exigences de la certification ISO 14001. Les Systèmes de Management de l'Environnement , de Management Intégré, ...</p> <p>- Les principales institutions environnementales : DRIRE, DIREN, DRASS, ADEME, Agences de l'eau, SOeS-IFEN - BRGM, INERIS, INRA, CNPP, Réseaux de contrôle et de mesures...</p> <p>- Communication Environnementale : Méthodologie de la communication, Communiqué de presse, Dossier de presse - Relations avec le personnel, avec les Conseils d'Hygiène Publique, le CHSCT, les médias, les collectivités, tant au niveau des risques que de la pollution.</p> | | |
| SMO3CH26 Pollution et traitement des eaux et des sols <i>Commun STUE</i> Responsable : Valéry Catoire | Volume horaire : 48h (48h CM) | 4 ECTS |
| <p>- <u>Pollutions et traitements des eaux</u> : Rappels sur les eaux de surface, pluviales et souterraines (fonctionnement biogéochimique) ; Les principales causes de pollution et problématiques actuelles ; Norme de qualité des eaux naturelles ; Production d'eau potable ; norme européenne ; -Traitements des eaux usées.</p> <p>- <u>Pollutions et traitements des sols</u> : Prélèvement et échantillonnage ; Diagnostic des sols pollués ; Evaluation simplifiée des risques ; évaluation détaillée des risques ; Dépollution des sols : méthodes des traitements, limites et problématique des techniques, études de cas, marché des traitements des sites pollués</p> | | |

Semestre 4 - Tronc commun Mention Energie et Matériaux

| | | |
|---|-----------------------|----------------|
| SOM4PJ03 Projet Responsable : Directeur des études | 6-8 semaines | 10 ECTS |
| <u>Master Professionnel & Master Recherche :</u> Les projets sont réalisés sur des problématiques d'innovation, de développement, de recherche dans un des 6 laboratoires d'accueil du master (CEMHTI, CRMD, GREMI, ICARE, LPC2E, PRISME) ou en lien avec un partenaire extérieur (industriel, bureau d'étude, organisme d'étude privé, ...) | | |
| SOM4ST06 Stage Responsable : Directeur des études | 5 mois minimum | 20 ECTS |
| <u>Master Professionnel :</u> Stage obligatoire de cinq mois au minimum, en France ou à l'étranger, dans une entreprise (industries, laboratoires, bureaux d'études ou de conseils, administrations, collectivités territoriales, ...). Ce stage consiste en la réalisation d'une mission définie par un responsable de l'entreprise et un enseignant du master. Les stages font l'objet d'une convention d'accueil et doivent obligatoirement être rémunérés Le stage donne lieu à un rapport écrit et une soutenance orale. Evaluation : écrit, oral, évaluation de l'encadrant. <u>Master Recherche :</u> Stage obligatoire de cinq mois au minimum, en France ou à l'étranger. Le stage doit nécessairement comporter une composante d'innovation, de développement ou de recherche (validation du stage soumise aux responsables). Il peut se dérouler dans des laboratoires de recherche public (université, CNRS ...) ou bien dans des structures de Recherche et Développement du secteur industriel. Ce stage consiste en la réalisation d'une mission définie par un responsable de l'entreprise et un enseignant du master. Les stages font l'objet d'une convention d'accueil et doivent obligatoirement être rémunérés Le stage donne lieu à un rapport écrit et une soutenance orale. Evaluation : écrit, oral, évaluation de l'encadrant. | | |

Annexe 2 Fiches UE de la spécialité MMCE

Semestre 1 - Tronc commun mention Energie et matériaux

| | | |
|---|---|--------|
| SOM1IP02 Ouverture sur l'entreprise I Responsable : Françoise Archambault | Volume horaire : 9h (9hTD par l'ESEE) | 0 ECTS |
| <p><i>Module proposé en partenariat avec l'ESEE</i></p> <p>(1) Elaborer ou perfectionner son projet professionnel : 3h</p> <p>Cet atelier a pour objectif d'aider l'étudiant à définir son projet professionnel à partir de la réalité concrète du monde du travail</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'amener en amont à se poser la question de son insertion professionnelle future. - Tenter de lui faire prendre conscience de ses aspirations propres, de ses qualités, de ses potentialités. - Lui faire acquérir une méthodologie pour conduire son exploration (réflexion et recherche documentaire, enquêtes, observations en stage, synthèses et rédactions de comptes-rendus). <p>(2) Outils pour l'insertion professionnelle : 2*3H</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger ou perfectionner son CV - Rédiger une lettre de motivation ou comment montrer son intérêt pour une entreprise, un poste ou une mission. | | |
| SOM1AG31 Anglais I Responsable : Marie-Françoise Tassard | Volume horaire : 24h (24h TD) | 2 ECTS |
| <p>1) Affiner la compréhension de documents (écrits et audiovisuels) plus complexes sur des thématiques liées à la spécialité avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accent mis sur l'expression écrite, la synthèse de documents ; renforcer les stratégies de lecture ; - Suivi d'un TP en anglais (écrit mais aussi oral) ; <p>2) Rédaction de CV et lettres de motivation, en vue d'une aide à la recherche de stage à l'étranger</p> | | |
| SOM1PC01 Thématiques Energie-Matériaux I Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 48h (20h Conférence + 4 h TD + 24 h projet hors présentiel) | 4 ECTS |
| <p>Conférences Energie-matériaux : 24h</p> <p>Conférences de chercheurs ou d'enseignants chercheurs de la communauté "Energie et Matériaux" orléanaise : introduction à l'actualité et aux enjeux de sujets variés et porteurs en relation avec le master.</p> <p>Projet bibliographique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formation à la recherche documentaire, aux méthodes d'accès à l'information, et différentes sources de données - Réalisation d'un projet de recherche. Ce projet comportera un travail bibliographique personnel important (environ 48h réparties sur les deux semestres) sur la base d'un sujet de recherche proposé par des chercheurs des laboratoires soutenant la formation. Evaluation du projet par un rapport écrit. | | |
| SOM1PC02 Introduction aux Spectroscopies Atomiques et Moléculaires <i>Commun STUE</i> Responsable : Valéry Catoire | Volume horaire : 24h (16h CM + 8hTD) | 3 ECTS |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Fondements de la spectroscopie atomique (5CM+3TD) 2. Fondements de la spectroscopie moléculaire (5CM+3TD) : phénomènes électroniques et vibrationnels (les aspects rotationnels sont retirés) 3. Approche générale électromagnétique (6CM+2TD) : absorption/diffusion, généralisation aux phénomènes de basse et haute énergie, élargissement aux spectroscopies "non optique" | | |

Semestre 1 - Tronc commun spécialité MMCE

| | | |
|---|---|--------|
| SOM1PC07 De la liaison au matériau Responsable : Pascal Andréazza | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 3 ECTS |
| Orbitales atomiques et moléculaires. Nombres quantiques. Assemblages : Interactions à courtes et à grandes distances, liaisons ioniques, covalentes, métalliques, Van der Walls... Différents états de la matière, ordre, désordre. Structure des solides : rappel de cristallographie, défauts. | | |
| SOM1PC08 Méthodes et outils pour l'élaboration des matériaux Responsable : Françoise Archaimbault | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 3 ECTS |
| Croissance cristalline (6h CM + 6h TD) : Thermodynamique et cinétique de la nucléation, mécanismes et modes de croissance, nucléation, formes d'équilibre, diagramme d'équilibre de phase. Méthodes d'élaboration : évaporation, bain fondu, solutions Méthodes chimiques d'élaboration (6h CM + 6h TD) : Réactions à l'état solide, réaction en solution (précipitation, procédé sol-gel, échange) | | |
| SOM1PC09 Relations structure-propriétés Responsable : Olivier Rozenbaum | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 3 ECTS |
| Propriétés mécaniques (6h CM + 6h TD): Mécanismes d'élasticité (contraintes et déformations), Loi de Hook, anisotropie, plasticité, dislocations, systèmes de glissement. Propriétés électroniques et magnétiques (6h CM + 6h TD) : Notion de bandes d'énergie dans un solide, notions de bandes permise et interdite (gap), niveau de Fermi. Les porteurs de charges : trous et électrons. Application de la notion de bandes d'énergie aux métaux, des semiconducteurs et des isolants. Technologie des semiconducteurs : croissance, techniques de dopage, les composants électroniques et les différents enjeux présents et futurs. Introduction aux matériaux magnétiques : Diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme, antiferromagnétisme, ... Notions de supraconductivité. | | |
| SOM1PC10 Conception de matériaux Responsable : Christophe Sinturel | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| Exemples de conception de matériaux. L'objectif est de se familiariser avec différentes démarches scientifiques de création de nouveaux matériaux qui sont au cœur de l'innovation technologique. Exemples : Traitement anti-reflet / Surface noire / Stockage magnétique / Verres spéciaux | | |
| SOM1PC12 TP Responsable : Olivier Rozenbaum | Volume horaire : 24h (24h TP) | 2 ECTS |
| Illustration pratiques des notions fondamentales de sciences de matériaux (élaboration, caractérisation, propriétés) | | |

Semestre 1 - Modules optionnels (voie physique ou voie chimie)

Voie Physique

| | | |
|---|--|---------------|
| SOM1PY05 Interactions rayonnement-matière Responsable : Caroline Andréazza | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| Dans cette UE seront abordées les bases théoriques de l'interaction matière- rayonnement pour les spectroscopies (diffusion, absorption, émission, perte d'énergie, susceptibilités électrique et magnétique...),. On verra quelles sont les énergies, les fréquences à choisir, pour sonder la matière afin d'en connaître la structure et les propriétés aux différentes échelles. Pour cela seront présentées les notions de potentiels d'interaction rayonnement électromagnétique/ électrons/neutrons... -matière,, plasmons, section efficace.... On montrera comment ces outils théoriques sont utilisés dans un nombre significatif de méthodes spectroscopiques et autres techniques de caractérisation. | | |
| SOM1PY06 Chimie appliquée à la science des matériaux Responsable : Michael Deschamps | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Thermochimie et équilibre chimique 2) Structure et Interactions Moléculaires : Liquides, macromolécules, agrégats et solides 3) Dynamique : Molécules et atomes en mouvements, cinétique des réactions chimiques et processus à la surface, diffusion dans les solides 4) Introduction à l'électrochimie | | |
| SOM1PY03 Mécanique quantique Commun FAC Responsable : Gérald Kneller | Volume horaire : 48h (28h CM + 20h TD) | 4 ECTS |
| Outils mathématiques, formalisme de Dirac, Postulats de la Mécanique Quantique Oscillateur harmonique, atomes hydrogénoïdes Moments cinétiques : orbital et spin, couplage des moments cinétiques. Méthodes d'approximation : perturbations indépendantes et dépendantes du temps, Introduction à la diffusion | | |

Semestre 1 - Modules optionnels (Voie physique ou voie chimie)

Voie Chimie

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM1CH07 Catalyse hétérogène <i>Commun ECE et STUE</i> Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24h (16h CM + 8h TD) | 2 ECTS |
| L'adsorption. Distinction entre physi- et chimisorption. Détermination des surfaces spécifiques et de la porosité des catalyseurs. Surface BET. Isothermes de Langmuir. Cinétique de réaction en surface. Classification des catalyseurs et critères de choix. Applications : catalyse hétérogène dans les procédés industriels | | |
| SOM1CH08 Méthodes d'analyse et de caractérisation <i>Commun ECE</i> Responsable : Christophe Guimbaud | Volume horaire : 24h (16h CM + 8h TD) | 2 ECTS |
| - Méthodes thermiques d'analyse 5h CM 3h TD ATD, ATG, DSC, ATVC... - Méthodes physico-chimique d'analyse 11h CM 5h TD Chromatographies liquide et gazeuse, spectrométrie de masse | | |
| SOM1CH13 Corrosion - électrochimie - Réactivité interfaciale Responsable : Valérie Bertagna | Volume horaire 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| Electrochimie (8C+8TD) : Electrochimie interfaciale. Corrosion, oxydation, protection contre la corrosion. Applications industrielles. Surfaces et interfaces (6C+2TD) : Thermodynamique des surfaces (tension superficielle, théorie classique de la nucléation, fusion d'un cristal, fusion de surface, relaxation et reconstruction de surface, adhésion et mouillage) | | |
| SOM1CH14 TP Responsable : Alain Pineau | Volume horaire : 24h (24h TP) | 2 ECTS |
| Méthodes thermiques (ATD-ATD, DSC), IRTF, corrosion d'un acier, mesure d'angle de goutte | | |

Semestre 2 - Tronc commun Mention Energie et Matériaux

| | | |
|--|--|----------------|
| SOM2PI02 Ouverture sur l'entreprise II Responsable : Françoise Archaimbault | Volume horaire : 28h | 2 ECTS |
| <p>(A) Techniques d'expression : 14H Perfectionnement de la compréhension et de l'expression : synthèse de documents avec présentation orale. Rédaction d'un mémoire et exposé de soutenance</p> <p>(B) En partenariat avec l'ESEE : 14H</p> <p><i>L'approche sociale et juridique liée à l'embauche</i> Savoir appréhender avec sérénité les différents types de contrats de travail, les droits et devoirs du salarié et de l'employeur.</p> <p><i>Management des hommes et des organisations : approche stratégique des compétences</i> Pour faire face aux évolutions permanentes auxquelles elles sont confrontées ou pour les anticiper, les entreprises tentent d'adapter leur stratégie, leur organisation et leur management des compétences.</p> <p><u>Objectifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaissance juridiques et sociales dans les domaines liés à l'embauche. - Se préparer aux conditions de conclusion, de modification ou de cessation d'un contrat de travail - Connaître les stratégies, les modes d'organisations, les styles managériaux et les systèmes de reconnaissance mis en place dans les entreprises en matière d'approche de compétence. - Appréhender les évolutions des styles d'organisation et de management des entreprises et connaître les évolutions en cours. | | |
| SOM2AG32 Anglais II Responsable : Marie-Françoise Tassard | Volume horaire : 24h (24h TD) | 2 ECTS |
| <p>1) Le travail sera axé sur la communication orale essentiellement avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposés, présentations "powerpoint" ; - Prise de parole en situation : réunion, exposé... <p>2) Poursuite du travail sur des sujets de société en vue de la validation du CLES 2</p> | | |
| SOM2PC01 Thématiques Energie-Matériaux II Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24h (4 h de conférence + 8 h colloque + 12 h projet hors présentiel) | 2 ECTS |
| <p>Conférences Energie-matériaux : 4h Projet bibliographique et mini-colloque : participation au mini-colloque sur la base des projets menés au semestre 1 avec réalisation de poster et présentation orale</p> | | |
| SOM2ST03 Stage Responsable : Françoise Archaimbault | 4 mois minimum | 10 ECTS |
| <p>Stage obligatoire de quatre mois au minimum, en France ou à l'étranger, dans une entreprise (industries, laboratoires, bureaux d'études ou de conseils, administrations, collectivités territoriales, ...) ou bien dans des laboratoires de recherche public (université, CNRS ...). Ce stage consiste en la réalisation d'une mission définie par un responsable de l'entreprise et un enseignant du master. C'est une première découverte du monde du travail dont l'objectif est de mettre en pratique les connaissances acquises lors de la formation. Les stages font l'objet d'une convention d'accueil et doivent obligatoirement être rémunérés Le stage donne lieu à un rapport écrit et une soutenance orale. Evaluation : écrit, oral, évaluation de l'encadrant.</p> | | |

Semestre 2 - Tronc commun Spécialité MMCE

| | | |
|--|---|--------|
| SOM2PC04 Techniques de caractérisation : Microscopies Responsable : Caroline Andréazza | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>Microscopies à champ proche (4C+4TD): STM, AFM et autres microscopies, Applications de la microscopie à champ proche</p> <p>Microscopies électroniques (8C+8TD): Principe des interactions électrons matière, principe de fonctionnement des microscopes électroniques à balayage et en transmission, différents modes d'imageries, diffraction électronique, spectroscopie par dispersion d'énergie des rayons X</p> | | |
| SOM3PC05 Modélisation Moléculaire Responsable : Jean Louis Rouet | Volume horaire : 24h 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>Simulations moléculaires des molécules et matériaux. Dynamique moléculaire classique et méthodes Monte-Carlo. Découverte des méthodes ab-initio. Initiation au développement de programmes. Calculs de structures (organisation atomique,), dynamique (coefficient de diffusion, relaxation thermique, ...) et de propriétés (spectroscopiques, ...).</p> | | |
| SOM2PC06 TP Responsable : Christophe Sinturel | Volume horaire : 24h (12h TP) | 2 ECTS |
| <p>Illustration pratiques des notions fondamentales de sciences de matériaux (élaboration, caractérisation, propriétés)</p> | | |

Semestre 2 - Modules optionnels (voie physique ou voie chimie)

Voie Physique

| | | |
|--|---|--------|
| SOM2PY04 Physique statistique Responsable : Yann Vaills | Volume horaire : 48h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Définition statistique de l'équilibre • Rappel de mécanique quantique - micro et macro-états, compter les micro-états (fermions, bosons) ; Espace des phases ; Densité d'états. • L'ensemble micro-canonique : définition statistique de l'entropie ; un système fermé à l'équilibre ; entropie de la distribution micro-canonique. • Définition de la température ; exemple du gaz parfait, paradoxe de Gibbs ; $T < 0$ • L'ensemble canonique : en équilibre avec un thermostat ; exemple : le paramagnétisme • Le gaz parfait • L'ensemble grand canonique : grand potentiel thermodynamique. • Mécanique statistique et thermodynamique : comparaison des trois distributions (micro-canonique, canonique et grand canonique), équivalence des trois distributions pour les grands systèmes, les trois principes de la thermodynamique. • Statistiques quantiques, fermions et bosons. Origine en mécanique quantique. Distributions de Fermi-Dirac, niveau de Fermi. Distribution de Bose-Einstein, applications: Rayonnement du corps noir, condensation | | |

| | | |
|--|---|--------|
| SOM2PY05 Propriétés des matériaux Responsable : Francesco Piazza | Volume horaire 48h (24h CM + 18h TD + 6h TP) | 4 ECTS |
| <p>Gaz d'électrons, théorème de Bloch, première zone de Brillouin, bandes d'énergie, surfaces de Fermi : Conduction dans les métaux, semi-conducteurs et isolants. Notions de trou, dopage, mobilité... Ouverture sur les composants électroniques.</p> <p>Ferroélectricité</p> <p>Systèmes paramagnétiques, diamagnétiques, ordre magnétique. Théorie du champ moléculaire, domaines, parois - Applications des matériaux magnétiques : aimants permanents, enregistrement magnétique, électronique de spin...</p> <p>Supraconductivité: courant persistant, effet Meissner, effet Seebeck, Peltier,...</p> | | |

Semestre 2 - Modules optionnels (voie physique ou voie chimie)

Voie Chimie

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM2CH17 Grandes classes de matériaux I Responsable : Alain Pineau | Volume horaire 48h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| <p>Métaux et alliages (12h CM + 12h TD) Transformations à l'état solide dans les métaux et alliages (transformation allotropique, précipitation, transformation martensitique, recristallisation).</p> <p>Matériaux Polymères (12h CM + 12h TD) Macromolécules organiques : structure chimique, tacticité, conformation, taille ... Organisation et comportement des polymères : états amorphe et cristallin, principales transitions de phase. Propriétés des polymères à l'état condensé et éléments de relation structure-propriétés : Elasticité, Visco-élasticité, Plasticité, Conduction thermique et électrique, Propriétés optiques, Diffusion-Perméabilité. Grandes classes de polymères : relation structure-propriétés, applications industrielles. Formulation, transformation et mise en œuvre des polymères : extrusion, injection, moulage...</p> | | |
| SOM2CH18 Grandes classes de matériaux II Responsable : Françoise Archambault | Volume horaire 48h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| <p>- Céramiques (8h CM + 8h TD) : Structure, microstructure et défauts des céramiques. Mise en œuvre des céramiques (préparation, mise en forme et frittage des céramiques) Principaux constituants des ciments, réaction d'hydratation des ciments, bétons et propriétés mécaniques</p> <p>- Diagrammes de phase (3h CM + 3h TD): Diagramme de phases ternaires.</p> <p>- Verres (8h CM + 8h TD) : L'état vitreux : définition thermodynamique et structurale. Cinétique de vitrification. Classification des verres: verres d'oxydes, verres sans oxyde</p> <p>- Matériaux carbonés (5h CM + 5h TD): Différentes formes de carbones: carbones cristallins et carbones désordonnés. Matériaux carbonés: carbonisation et graphitisation. Relations structure-morphologie- texture-chimie de surface-propriétés. Applications industrielles.</p> | | |

Semestre 3 - Tronc commun Mention Energie et Matériaux

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3IP02 Ouverture sur l'entreprise III Responsable : Françoise Archaimbault | Volume horaire : 25h (8h conf + 8h TD + 9H CTD ESEE) | 2 ECTS |
| <p>A) Conférences - témoignages de professionnels (8h)</p> <p>B) En partenariat avec l'ESEE</p> <p>Gestion de projet (8h) La conduite de projets est une compétence transversale recherchée dans les entreprises quel que soit le poste, pour mettre en œuvre et atteindre les objectifs fixés. Les objectifs de cet atelier sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avoir une vue globale et synthétique sur le mode projet et ses utilisations. - Connaître les bases de la méthodologie de projet. - S'approprier les outils de base de la conduite de projet <p>Outils pour l'insertion professionnelle (3*3H)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réussir son entretien de recrutement - Cibler son marché de l'emploi - Construire et développer son réseau | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3AG53 Anglais III Responsable : Marie-Françoise Tassard | Volume horaire : 24h (24h TD) | 2 ECTS |
| <p>1) Le travail initié en M1 sera poursuivi avec un objectif qui se rapprochera des compétences attestées au niveau CLES 3 avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivis de TP en anglais avec production écrite et orale et/ou présentation de poster; - Suivis des projets industriels et des projets recherche en anglais avec là aussi une production écrite et orale. <p>2) Poursuite du travail sur le CV, la lettre et également préparation des entretiens de recrutement en anglais dont entretiens téléphoniques.</p> | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PC01 Thématiques Énergie - Matériaux III Responsable : Stéphanie de Persis | Volume horaire : 24 h (24h conférences) | 4 ECTS |
| <p>Conférences de chercheurs ou d'enseignants chercheurs de la communauté "Énergie et Matériaux" nationale et internationale. Présentation par des spécialistes de sujets porteurs dans les thématiques "Énergie et Matériaux". Conférences pour moitié en langue anglaise. Rédaction d'un article sur la base de références bibliographiques fournie par les orateurs.</p> | | |

Semestre 3 - Tronc commun Spécialité MMCE

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC08 Milieux Haute Température Responsable : Patrick Echegut | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>- Les Milieux fondus (8h) Ce module sur les milieux fondus permet d'aborder les liquides à haute température, les phénomènes physico-chimiques qui s'y produisent et l'ensemble des précurseurs liquides pour les procédés d'élaborations de matériaux (verres, les sels fondus, céramiques électrofondues, laitiers, croissance cristalline....). Les notions de composition/structure, de formulation chimique et de quantité de matière sont abordées en lien avec l'environnement proche (containers, par exemple) ou les inclusions gazeuses. Les verres et les sels fondus sont deux familles de composés qui illustrent le cours.</p> <p>- Production, Instrumentation et Mesures des Hautes Températures (8h) La notion de haute température n'est pas une simple référence à un seuil empirique sur une échelle en degrés, elle impose des conditions particulières de mise en œuvre pour les produire (Fours, lasers, induction....). L'instrumentation requiert aussi des conditions spécifiques pour tenir compte des interactions chimiques (liquide/Containers...), des réactivités en fonction des atmosphères... La mesure de la température suivant le domaine peut se faire avec contact, mais à très haute température et dans les systèmes confinés la pyrométrie est incontournable. Le milieu impose dans ce cas une métrologie très spécifique.</p> <p>- Le transfert de chaleur par rayonnement en conditions extrêmes (8h) Les systèmes à haute température équilibrent essentiellement leur énergie par le mécanisme de transfert de chaleur par rayonnement. Nous aborderons ici les notions de transferts thermiques dans des milieux solides et liquides de haute température. L'accent sera mis sur les origines microscopiques des mécanismes d'échange par rayonnement dans les milieux opaques ou semi-transparents. La notion de couplage conduction rayonnement sera prise en compte par le biais de la diffusivité thermique dans les milieux hétérogènes et poreux.</p> <p>Les interventions seront basées sur des cours-TD et le contrôle se fera sur 2 examens par module soit 6 notes en tout et pour tout. Les modalités seront un devoir fait à la maison (exemple étude de publications) et un contrôle sur table par module.</p> | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC09 Matériaux pour l'Energie Responsable : Eric Millon | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>Cette UE se décline en trois parties principales, précédées d'un cours introductif :</p> <p>Introduction (2h) : contexte, environnemental et sociétal, les enjeux....</p> <p>Matériaux pour les systèmes de stockage et la conversion électrochimique de l'énergie (9h): principes généraux d'électrochimie, piles, batteries (hydrures métalliques, lithium), piles à combustible, supercondensateurs</p> <p>Matériaux pour le Nucléaire (7h): endommagement des matériaux sous irradiation, déchets nucléaires, réacteurs de génération IV, ITER...</p> <p>Matériaux pour le Solaire (6h): solaire thermique et photovoltaïque</p> <p>Mots Clés : Stockage électrochimique - Conversion - Photovoltaïque - Solaire thermique - Endommagement sous irradiation - déchets nucléaires - batteries - piles - supercondensateur</p> | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PC11 Propriétés Plasmas Commun Polytech'Orléans Responsable : Laifa Boufendi | Volume horaire : 24h (18h CM + 6h TD) | 2 ECTS |
| <p>Diffusion, collisions élastiques et inélastiques, sections efficaces, fonctions de distribution, paramètres plasma, équation de Boltzmann, plasmas à l'équilibre thermodynamique local et hors équilibre, décharge de Townsend, loi de Paschen, gaines de charges d'espace, décharge lumineuse, loi de Child Langmuir, décharges continues, critère de Bohm.</p> | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC12 Nanomatériaux Responsable : Caroline Andreazza | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| Apport de l'échelle nanométrique et de la dimensionnalité (0D, 1D, 2D) sur la structure et les propriétés. Effets de confinement et de taille, effets de surface. Elaboration et assemblage de nano-objets et matériaux nanostructurés. Etude des propriétés, de la réactivité et de la stabilité des nanomatériaux. | | |

| | | |
|---|--|---------------|
| SOM3PC13 Diffusion-diffraction-absorption des rayons X/neutrons Responsable : Pascal Andreazza | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| 1. Mécanismes d'interaction à l'échelle atomique (diffusion, absorption), sources de rayons X de laboratoire - sources de rayonnement synchrotron/neutrons. 2. Diffusion aux grands angles-diffraction par les cristaux, méthodes d'analyse structurale, applications aux amorphes, monocristaux, polycristaux et couches minces. 3. Diffusion aux petits angles, applications aux matériaux hétérogènes et aux nanostructures, incidence rasante et diffusion anormale. 4. Spectroscopie d'Absorption X, XANES et EXAFS, applications aux systèmes multi-élémentaires. Effet du désordre (HT) de la matière. | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC14 RMN, spectroscopies vibrationnelles et spectroscopies de surface I Responsable : Michael Deschamps | Volume horaire : 48h (24h CM + 24h TD) | 4 ECTS |
| Bases et applications de différentes techniques de caractérisation des matériaux : <u>Elément constitutif 1 :</u> <ul style="list-style-type: none"> - RMN (6h CM + 6h TD) - Spectroscopies vibrationnelles (IR, Raman & Brillouin) (6h CM + 6h TD) <u>Elément constitutif 2 :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Spectroscopies de surface : RBS, NRA, PIXE (techniques faisceaux d'ions), SIMS (techniques faisceaux d'ions) (4h CM + 4h TD) - Auger, XPS : (4h CM + 4h TD) - Positons : (4h CM + 4h TD) | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC15 TP Responsable : Eva Kovacevic | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| Des manipulations sur des équipements présents dans les laboratoires de recherche d'accueil du master seront effectuées. | | |

Semestre 3 - Modules optionnels (3 parmi 7)

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PC16 Approches multi-échelles Responsable : Amna Rekik | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> • pré-requis : Mécanique des milieux continus ; Phénomènes de transfert • objectifs (savoirs et compétences acquis) : A l'issue de ce module les élèves connaîtront des approches multi-échelles et disposeront de techniques ou outils de changement d'échelles permettant de calculer des bornes et estimations du comportement de matériaux (milieux continus hétérogènes) composites renforcés ou poreux à partir des caractéristiques à l'échelle microscopique (morphologie, distribution et comportement des constituants). Ce cours abordera aussi l'aspect multi-échelle du processus d'écoulement et de transport en milieux poreux. Des exemples concrets et des applications numériques accompagneront ce cours pour mieux illustrer ces approches. • contenu : I- Homogénéisation en mécanique des matériaux : 1-Principe de base de l'homogénéisation (séparation d'échelles d'observation dans les solides hétérogènes, choix du VER (volume élémentaire représentatif), méthodologies de l'homogénéisation ; 2-Théorie des modules effectifs (méthode directe, méthode énergétique, influence des conditions aux limites) et bornes de Voigt et Reuss ; 3- Homogénéisation de milieux aléatoires (bornes et estimations pour composites à particules ou à renforts : approche classique et approche par motifs) ; 4-Homogénéisation de composites à microstructure périodique (approche numérique). II- Transfert multi-échelle dans les milieux poreux : 1- Hiérarchie des modèles (Boltzmann, Navier-Stokes, Darcy) ; 2- Caractérisation des milieux poreux et prise de moyenne volumique ; 3- Approche numérique par le modèle de réseau de pores ; 4- Ecoulement en milieu microporeux, effet Klinkenberg et paradoxe de Knudsen. | | |

| | | |
|---|---|---------------|
| SOM3PC17 Couplages multi-physiques Responsable : Eric Blond | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <ul style="list-style-type: none"> • pré-requis : Mécanique des milieux continus ; Phénomènes de transfert ; Thermodynamique • objectifs (savoirs et compétences acquis) : Acquisition des connaissances de base sur l'écriture des lois de couplage à l'échelle macroscopique. • contenu : Bases de la Thermodynamique des Processus Irréversibles. Equations de conservation, lois d'état, lois d'évolution. Expression des couplages d'état et d'évolution en partant de l'entropie. Cas du milieu continu, poly-phasique, ouvert et réactif. Etudes de cas. Caractérisation : mesures des grandeurs thermodynamiques avec et sans couplage. Simulation des problèmes physico-chimiques complexes se traduisant par des équations aux dérivées partielles couplées à l'aide du logiciel « Comsol Multiphysics ». Application à divers procédés industriels. | | |

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3PC18 RMN et spectroscopie vibrationnelles II Responsable : Michael Deschamps | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>Applications à l'étude de matériaux en conditions extrêmes de température, pression ou sous irradiation. Exemples de développements expérimentaux.</p> <p>Applications à des matériaux solides ou fondus et présentation des avantages et limitations des différentes techniques : microscopies, spéciation, dynamique, relaxation, imagerie...</p> <ul style="list-style-type: none"> - RMN (4h CM + 4h TD) - IR Raman Brillouin (8h CM + 8h TD) | | |

| | | |
|--|---|---------------|
| SOM3PC19 Réacteurs plasmas et couches minces Commun Polytech'Orléans Responsable : Olivier Aubry | Volume horaire : 24h (16h CM + 8h TD) | 2 ECTS |
| Contenu pédagogique : Propagation d'onde, décharges RF, couplage, décharges capacitatives, décharges inductives, décharges micro-ondes, dépôts par PVD, dépôt par PECVD, dépôt de couches minces, plasmas de gravure pour la micro-électronique, procédés plasmas pour la fonctionnalisation de surface, procédés pour la micro-électronique de puissance. | | |

| | | |
|---|--|---------------|
| SOM3PC20 Systèmes Auto-organisés Responsable : Samuel Guillot | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>- Copolymères à blocs (4h CM + 4h TD) : les différents types de copolymères à blocs, phénomènes de micro-séparation de phase des copolymères à blocs à l'état fondu, copolymères à blocs en solution, mélanges de polymères contenant des copolymères à blocs.</p> <p>- Lipides (4h CM + 4h TD): Auto-assemblages d'amphiphiles : polymorphisme des mésophases lipidiques et diagrammes de phases. Agrégats : micelles, liposomes, émulsions nanostructurées ; thermodynamique, stabilité. Applications dans l'agro-alimentaire (colloïdes alimentaires), en biologie (membranes, vectorisation) et en cosmétique.</p> <p>- Cristaux liquides (4h CM + 4h TD) : Phase nématique : paramètre d'ordre, transition de phases nématique-isotrope : théorie de Landau, propriétés diélectrique, optique (biréfringence) et élastique. Phase smectique : structure, transition de phases Smectique-nématique, films libres smectiques, autres phases smectiques. Applications des cristaux liquides, propriétés élastiques et viscoélastiques, transition de Frederick : afficheurs, ancrage et transition d'ancrage, cristaux liquides confines.</p> | | |

| | | |
|--|--|---------------|
| SOM3PC21 Chimie avancée des matériaux Responsable : Fabienne Meducin | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>- Techniques de polymérisation avancées (4h CM + 4h TD): limites des grands types de polymérisation conventionnels (distribution des masses molaires, transfert). Polymérisations contrôlées : polymérisations coordonnées, polymérisation par catalyseurs de coordination, polymérisation radicalaire contrôlée (ATRP, INIFERTER, nitroxy ...). Réaction de copolymérisation : équation de copolymérisation, études de cas.</p> <p>- Chimie avancée des oxydes (4h CM + 4h TD): Compléments sur l'élaboration sol-gel : réactions topotactiques en phases liquides, préparation de phases métastables, évaporation du solvant, influence de la structure du précurseur sur la structure du produit final, études de cas et exemples d'application. Synthèse d'oxydes mésostructurés et mésoporeux : mécanismes de structuration par des composés tensio-actifs ioniques et non ioniques, structures obtenues, applications.</p> <p>- Fonctionnalisation de matériaux (4h CM + 4h TD) : Couches auto-assemblées: monocouches de thiols et de silanes, multi-couches de polyélectrolytes, films de Langmuir-Blodgett - Greffage électrochimique : oxydation des amines, réduction des sels de diazonium - Réactions de couplage : polymères, biomolécules, nanoparticules - applications aux capteurs chimiques et aux biocapteurs.</p> | | |

| | | |
|---|--|---------------|
| SOM3PC22 Développement durable et éco-conception des matériaux Responsable : Christophe Sinturel | Volume horaire : 24h (12h CM + 12h TD) | 2 ECTS |
| <p>1. Introduction (3h CM + 3h TD)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notion de développement durable - Analyse du cycle de vie d'un produit - Bilan C, bilan eau dans les process d'élaboration - Durée de vie des matériaux, valorisation des déchets - Alternative aux ressources première d'origine renouvelable - Eco-marketing - Normes | | |

2. Illustrations

Polymères (3h CM + 3h TD) : processus industriel de production des matières plastiques : du monomère à l'objet, dépendances des polymères vis-à-vis des ressources naturelles pétrolières, impact positif des polymères sur le développement durable, gestion des déchets, polymères utilisant des matières premières d'origine renouvelable

Des matériaux pour économiser l'énergie (3h CM + 3h TD): Les mécanismes de perte d'énergie, comment économiser l'énergie: stratégie d'isolation thermiques, gain de masse, amélioration des rendements, utilisation de matériaux recyclés, méthodes de synthèse alternatives à basse température.

Micro-nanotechnologies (3h CM + 3h TD) : Situation des entreprises du secteur, Analyse du Cycle de Vie de composants électroniques (ACV), Etude détaillée d'une étape de l'ACV : gravure plasma en Front End, Perspective, Etude de cas.

Semestre 4 - Tronc commun Mention Energie et Matériaux

| | | |
|---|-----------------------|----------------|
| SOM4PJ03 Projet Responsable : Christophe Sinturel | 6-8 semaines | 10 ECTS |
| <u>Master Professionnel & Master Recherche :</u> Les projets sont réalisés sur des problématiques d'innovation, de développement, de recherche dans un des 6 laboratoires d'accueil du master (CEMHTI, CRMD, GREMI, ICARE, LPC2E, PRISME) ou en lien avec un partenaire extérieur (industriel, bureau d'étude, organisme d'étude privé, ...) | | |
| SOM4ST06 Stage Responsable : Christophe Sinturel | 5 mois minimum | 20 ECTS |
| <u>Master Professionnel :</u> Stage obligatoire de cinq mois au minimum, en France ou à l'étranger, dans une entreprise (industries, laboratoires, bureaux d'études ou de conseils, administrations, collectivités territoriales, ...). Ce stage consiste en la réalisation d'une mission définie par un responsable de l'entreprise et un enseignant du master. Les stages font l'objet d'une convention d'accueil et doivent obligatoirement être rémunérés Le stage donne lieu à un rapport écrit et une soutenance orale. Evaluation : écrit, oral, évaluation de l'encadrant. <u>Master Recherche :</u> Stage obligatoire de cinq mois au minimum, en France ou à l'étranger. Le stage doit nécessairement comporter une composante d'innovation, de développement ou de recherche (validation du stage soumise aux responsables). Il peut se dérouler dans des laboratoires de recherche public (université, CNRS ...) ou bien dans des structures de Recherche et Développement du secteur industriel. Ce stage consiste en la réalisation d'une mission définie par un responsable de l'entreprise et un enseignant du master. Les stages font l'objet d'une convention d'accueil et doivent obligatoirement être rémunérés Le stage donne lieu à un rapport écrit et une soutenance orale. Evaluation : écrit, oral, évaluation de l'encadrant. | | |