

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,
automatique

M2 sciences et technologies des plasmas

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>
<http://www.eea.ups-tlse.fr>

2019 / 2020

20 JANVIER 2020

SOMMAIRE

PRÉSENTATION	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS	3
Mention Electronique, énergie électrique, automatique	3
Parcours	3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 sciences et technologies des plasmas	3
Liste des formations donnant accès de droit :	4
RUBRIQUE CONTACTS	5
CONTACTS PARCOURS	5
CONTACTS MENTION	5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA	5
Tableau Synthétique des UE de la formation	6
LISTE DES UE	9
GLOSSAIRE	35
TERMES GÉNÉRAUX	35
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	35
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	35

PRÉSENTATION

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master, **labélisé CMI**, est de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et/ou Traitement du signal, capables d'intégrer les secteurs de l'Aéronautique, de l'Espace, de l'Energie, des Télécommunications et de la Santé. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) dans l'industrie ou une poursuite en doctorat.

Cette mention est composée de 8 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués** (SME)
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel**(ISTR)
- **Robotique : Décision et Commande**(RODECO)
- Signal Imagerie et Applications Audio-vidéo Médicales et Spatiales (SIA-AMS)
- Radiophysique Médicale et **Génie BioMédical**(RM-GBM)
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable**(E2-CMD) - M2 commun avec l'INP/ENSEEIH de Toulouse
- Sciences et Technologies des Plasmas (STP) *bi-diplomation avec l'université de Montréal (Québec)*

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2, via des contrats de professionnalisation**, ou de façon classique.

PARCOURS

Le parcours Sciences et Technologies des Plasmas du Master EEA a pour objectif de former des spécialistes dans le domaine des plasmas et de leurs applications industrielles.

Le master EEA STP est constitué d'un parcours local et d'un **parcours international en bidiplomation** avec plusieurs universités canadiennes partenaires : l'INRS à Montréal et l'Université Laval à Québec. A la rentrée 2017, il y aura également l'Université de Montréal et l'Université de Sherbrooke.

A l'issue des 2 années de formation, les étudiants du parcours international obtiendront 2 diplômes : le master EEA parcours STP délivré par l'UPS et une maîtrise canadienne délivrée par l'établissement partenaire au Québec.

Le parcours STP se rapproche du modèle des masters nord-américains avec un volume horaire d'enseignements réduit (478h sur les 2 années de master) au profit de périodes de stages en laboratoire ou dans l'industrie (5 mois en France, 10 mois au Canada). Ainsi, une part importante de la formation correspond à une expérience en situation, ce qui permettra aux diplômés du parcours STP d'être directement opérationnels, pour débiter une thèse de doctorat ou pour s'insérer dans le milieu industriel.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES PLASMAS

Qu'est-ce qu'un plasma ?

Le plasma constitue le quatrième état de la matière : il s'agit d'un gaz auquel suffisamment d'énergie est transmise pour être ionisé et devenir un conducteur électrique. Le plasma est l'état de la matière le plus répandu dans l'univers. Sur terre, les plasmas sont généralement associés à des phénomènes naturels comme la foudre, ou

les aurores boréales. Des plasmas artificiels sont également utilisés dans un nombre très divers d'applications industrielles et constituent un sujet de recherche très dynamique et pluridisciplinaire.

Les applications des plasmas :

On retrouve des technologies plasmas ou des phénomènes mettant en jeu des décharges électriques dans un grand nombre de secteurs d'activités industrielles, comme par exemple :

- Dans les domaines **Aéronautique et spatial** : foudroiement, propulsion pour satellite, décharges partielles, arcs de défaut, matériaux avancés, ...
- Le **Biomédical** : stérilisation, matériaux biocompatibles, oncologie, ...
- Le domaine de l'**Energie** : lampe forte puissance, réseaux électriques (disjoncteurs), métallurgie (soudage, découpe, fours à arc...)
- L'**Environnement** : dépollution des gaz d'échappement, traitements de l'eau et de la biomasse, détection de polluants,...
- La **Microélectronique** : dépôt de couches minces et gravure.

Les débouchés :

Grâce aux deux années de formation combinant enseignements théoriques et expériences pratiques les étudiants pourront poursuivre en doctorat ou s'insérer directement à l'issue de cette formation dans l'industrie sur des postes d'ingénieur R&D.

Pour les poursuites en doctorat, le caractère international de cette formation facilitera la mise en place de co-tutelles de thèse mais sera également un atout pour d'autres candidatures en France et à l'international.

Liste non exhaustive des entreprises et des institutions pouvant constituer un débouché à l'issue du master ou après un doctorat : Acxys, Air Liquide, Airbus, CEA, CNES, CNRS, Safran, Satelec, ST-Microelectronics, Tetrapak, Universités, ...

L'organisation du parcours STP :

- Parcours international : L'ensemble des étudiants (français et québécois) débiteront leur premier semestre (S7) en France à l'UPS par des enseignements spécifiques aux plasmas et des cours plus généraux mutualisés avec d'autres parcours du master EEA. Une partie du volume horaire d'enseignement de ce premier semestre sera également réalisé sous la forme de projet en travaux pratiques. Ces enseignements de premier semestre de M1 constitueront un socle de connaissances théoriques fondamentales sur les plasmas froids et leurs applications. Les étudiants français partiront ensuite pour une année au Québec (S8 et S9) où ils suivront deux cours (90h) dans l'Université d'accueil et effectueront un premier stage long (10 mois) dans une entreprise ou un laboratoire canadiens. Ils reviendront ensuite effectuer le S10 du Master 2 à l'UPS où ils suivront une dernière série d'enseignements (3 UEs) orientés vers les applications des plasmas avant de débiter la seconde période de stage (6 mois) en France.
- Parcours local : les étudiants du parcours local suivront les mêmes enseignements que ceux du parcours international, auxquels viendront s'ajouter des cours complémentaires dans le domaine des matériaux diélectriques, des techniques numériques et de la microélectronique (UEs mutualisés avec d'autres parcours du master EEA). Le parcours STP local reste toutefois proche du modèle des maîtrises canadiennes puisqu'il comprend également deux périodes de stage en M1 (S8, 5 mois) et M2 (S10, 6 mois).

LISTE DES FORMATIONS DONNANT ACCÈS DE DROIT :

M1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES PLASMAS (EMEAPE)

Pour les étudiants ayant suivi une autre formation que l'année précédente du parcours, l'accès est sur dossier. Il est très fortement conseillé de se rapprocher du responsable de la formation envisagée pour en connaître les modalités d'accès.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES PLASMAS

NAUDE Nicolas

Email : nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : (poste) 84 45

TEULET Philippe

Email : teulet@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 05.61.55.82.21

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne

Email : marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre

Email : pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr

CAMBRONNE Jean-Pascal

Email : jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal

Email : jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile

Email : molaurent@adm.ups-tlse.fr

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier

3R1

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

9

Parcours étudiants français (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
Premier semestre									
10	EIEAP3AM	STAGE INRS OU UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL	30	O					0,1
Second semestre									
25	EIEAP4AM	PLASMAS POUR L'AÉRONAUTIQUE ET L'ESPACE	5	O	15	25			
26	EIEAP4BM	PLASMAS POUR L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT	5	O	15	25			
27	EIEAP4CM	PLASMAS POUR LE BIOMÉDICAL	3	O	10	15			
29	EIEAP4EM	STAGE M2 PARCOURS INTERNATIONAL ÉTUDIANTS FRANÇAIS	17	O					4

Parcours étudiants québécoise (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
Premier semestre									
20	EIEAP3OM	COURS CANADA 1	8	O	45				
21	EIEAP3PM	COURS CANADA 2	8	O	1				
22	EIEAP3QM	STAGE CANADA 1	14	O					4
Second semestre									
34	EIEAP4GM	STAGE CANADA 2	30	O					6

Parcours local (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
Premier semestre									
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :									
16	EIEAP3KM	MATÉRIAUX DIÉLECTRIQUES ET FIABILITÉ	3	O	17		3		
24	EIEAP3SM	SOURCES PLASMAS	3	O	10	14			
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :									
11	EIEAP3BM	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3	O	10		24		
13	EIEAP3FM	MINI-PROJET PLASMAS	3	O			30		
19	EIEAP3NM	OUVERTURE VERS LE MILIEU PROFESSIONNEL	3	O	34		6		
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :									
14	EIEAP3IM	MATÉRIAUX : MODÉLISATION, ÉLABORATION ET CARACTÉRISATION	6	O	43	12	12		
23	EIEAP3RM	PHYSIQUE DES PLASMAS : PRINCIPES DE BASE	6	O	20	25			
15	EIEAP3JM	DIAGNOSTICS DES PLASMAS	3	O	10	14			
12	EIEAP3CM	MODÉLISATION DES PLASMAS	3	O	14		18		
17	EIEAP3LM	ANGLAIS	3	O		24			
18	EIEAP3MM	ATELIERS MICRO-ÉLECTRONIQUES	6	O	20	4		37	
Second semestre									
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :									
28	EIEAP4DM	STAGE M2 PARCOURS LOCAL	30	O					4
30	EIEAP4FM	BOUQUET D UE	30	O					
	EIEAP4A1	Plasmas pour l'aéronautique et l'espace			15	25			
31	EIEAP4B1	Plasmas pour l'énergie et l'environnement			15	25			
32	EIEAP4C1	Plasmas pour le biomédical			10	15			
33	EIEAP4D1	STAGE M2 Parcours local							4

LISTE DES UE

UE	STAGE INRS OU UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL	30 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3AM	Stage : 0,1 mois minimum		

UE	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3BM	Cours : 10h , TP : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
 Email : nriviere@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 78 61

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est d'aborder au plan théorique et pratique les techniques de résolution de certains problèmes par des méthodes numériques. Effectivement, de nombreux problèmes en EEA, en Physique, Biologie ou encore en Economie peuvent être efficacement résolus par l'intermédiaire d'un ordinateur numérique. C'est ainsi qu'une suite d'opérations mathématiques simples permet d'obtenir une solution au problème posé. Cela inclut la connaissance des structures de données fondamentales et les algorithmes dans lesquels elles sont mises en œuvre. Le langage de programmation utilisé pour illustrer ces concepts est le langage C. Plusieurs thématiques seront étudiées et mises en œuvre en Travaux Pratiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Préliminaires aux structures de données

- Les pointeurs : concepts et principes, manipulation des pointeurs, les tableaux
- Les structures
- Récursivité

II. Structures de données

- Listes chaînées, Piles, Tas
- Files

III. Algorithme

- Tris et recherches
- Méthodes numériques

Compétences :

- Savoir analyser un problème numérique
- Définir la structure de l'algorithme avec les structures de données associées
- Savoir écrire un algorithme
- savoir traduire l'algorithme en programme en langage C

PRÉ-REQUIS

Notions de programmation, notions d'analyse numérique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Le langage C, norme ANSI, Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, Dunod 2014 - 2ème édition

MOTS-CLÉS

Algorithmique, langage C, analyse numérique

UE	MODÉLISATION DES PLASMAS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3CM	Cours : 14h , TP : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FRETON Pierre

Email : pierre.freton@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE a pour objectif de donner aux étudiants les bases théoriques pour modéliser les différents types de plasmas froids (thermiques et hors d'équilibre), ainsi que les procédés associés, au moyen de codes développés ou de logiciels commerciaux. Cette UE permettra également aux étudiants de se familiariser avec les différentes approches et techniques numériques : description hydro-dynamique, méthodes de discrétisation, techniques de résolution, approche particulaire, méthode Monte-Carlo. Les étudiants seront également mis en situation via un projet de TP qui leur permettra de développer un modèle sur une configuration de plasma thermique ou hors d'équilibre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Méthodes numériques pour la modélisation des plasmas :

Modèles fluides et magnéto-hydrodynamiques (méthodes de discrétisation éléments finis et volumes finis, techniques numériques de résolution, exemples d'applications sur différents procédés plasmas thermiques et hors d'équilibre).

Modèles particulaires : Techniques Monte Carlo, Développements polynomiaux, Méthode Particle In Cell (PIC), exemples d'applications sur des configurations de plasmas hors d'équilibre.

Projet de modélisation (à choisir parmi les 2 sujets proposés ci-dessous) :

Développement d'un modèle pour une configuration de plasma thermique en supposant que le milieu est en équilibre thermodynamique local (ETL). Ce projet comprendra également le calcul de la composition à l'équilibre, des propriétés thermodynamiques et des coefficients de transport du plasma.

Développement d'une modélisation pour une configuration de plasma hors d'équilibre thermodynamique avec calcul des propriétés de transport hors équilibre à partir de la connaissance de la fonction de distribution et des sections efficaces de collisions.

PRÉ-REQUIS

Outils mathématiques (équations différentielles, intégration, dérivation). Phénomènes de transport dans les plasmas.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Patankar S., *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*, CRC Press (1980)

Rax J.M., *Physique des plasmas*, Dunod (2005)

MOTS-CLÉS

Modélisation fluide et particulaire, phénomènes de transport, méthodes de discrétisation, maillage, résolution d'un système d'équations couplées.

UE	MINI-PROJET PLASMAS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3FM	TP : 30h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NAUDE Nicolas

Email : nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : (poste) 84 45

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE, les étudiants seront mis en situation lors de séances de TP sur deux configurations fondamentales de plasmas hors d'équilibre : décharge basse pression dans différents gaz et réacteur permettant de tester l'influence de différents paramètres (pression, fréquence, géométrie des électrodes). Les étudiants seront ensuite mis en situation et en autonomie sur une configuration de décharge électrique plus proche d'un procédé industriel (arc de soudage, décharge à barrière diélectrique ou plasma RF pour le dépôt de couche mince). Les étudiants devront alors mettre en œuvre différentes techniques de diagnostic (électrique, optique et laser) permettant de caractériser les différentes configurations de plasmas étudiées et éventuellement les traitements de surfaces réalisés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La première partie de cette UE sera réalisée sous la forme de travaux pratiques. Elle sera dédiée à l'étude de deux configurations simplifiées de décharge électrique hors d'équilibre :

Détermination de la caractéristique courant-tension et courbe de Paschen d'une décharge électrique pour différents gaz plasmagènes (argon et hélium)

Etude de l'impact des principaux paramètres (pression, fréquence, géométrie des électrodes) sur les propriétés macroscopiques d'un plasma.

La seconde partie de l'UE sera consacrée à la mise en situation des étudiants sous la forme d'un projet. Les étudiants devront mettre en œuvre les principales techniques de caractérisations électriques et optiques abordées dans l'UE Diagnostics des Plasmas afin de caractériser une configuration de décharge électrique proche d'un procédé industriel. Pour cela, les étudiants choisiront un projet parmi les 3 sujets proposés ci-dessous :

Décharge à Barrière Diélectrique pour le traitement de surfaces (méthodes de diagnostic électrique et spectroscopique).

Arc électrique de soudure (chutes de tension aux électrodes, température du plasma et transfert d'énergie à l'anode).

Plasma RF pour le dépôt de couches minces.

PRÉ-REQUIS

Méthodes de diagnostics électriques, spectroscopie et laser. Physique atomique et moléculaire. Phénomènes radiatifs. Emission et absorption.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Huddleston R.H. and Leonard S.L., ØPlasma Diagnostic TechniquesØ, Academic Press (1965)

"Laser Spectroscopy" Basic principles and experimental techniques, Springer, 4th edition, 2008

MOTS-CLÉS

Plasmas basse pression, RF et micro-onde, décharge à barrière diélectrique, arc électrique, diagnostics électriques et optiques, mesure de température.

UE	MATÉRIAUX : MODÉLISATION, ÉLABORATION ET CARACTÉRISATION	6 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3IM	Cours : 43h , TD : 12h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DIAHAM Sombel

Email : sombel.diaham@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 83.87

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de cette UE sont :

- de connaître les propriétés des matériaux diélectriques et magnétiques et de maîtriser les connaissances théoriques pour comprendre les phénomènes physiques associés.
- de connaître les différents procédés d'élaboration des matériaux tels que les polymères, céramiques, polymères nano-composites, gels silicones, structures multicouches utilisés dans les domaines du génie électrique. Les propriétés de ces matériaux sont en étroite relation avec leur procédé de synthèse et/ou de mise en œuvre qui seront étudiés.
- de connaître et d'utiliser les techniques de mesure des propriétés des matériaux : spectroscopie diélectrique, courant de conduction et courant thermostimulés, mesure de charges d'espace, tension de claquage, décharges partielles, analyse thermique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Matériaux diélectriques

II. Matériaux magnétiques

III. Procédés d'élaboration des matériaux

IV. Techniques de caractérisations : électriques, thermiques et physico-chimiques

- Compétences :

Connaître les propriétés des matériaux diélectriques et magnétiques utilisés en Génie Electrique.

Connaître les différents procédés d'élaboration des isolants solides et l'impact sur leurs propriétés Savoir choisir un diagnostic adapté à la grandeur physique à mesurer.

Connaître les principales techniques de caractérisation d'un isolant solide.

PRÉ-REQUIS

UE Composants passifs et matériaux du Master 1 EEA E2-CMD

UE Propriétés des matériaux du Master 1 EEA E2-CMD

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Techniques de l'Ingénieur : Polymères et composites pour l'électrotech, D2335 - Propriétés Diélectriques des Polymères, E1850 - Mesures électriques des matériaux diélectriques solides, R1115 - Ferrites doux pour l'élec. de puissance, N3260

MOTS-CLÉS

Matériaux diélectriques et magnétiques, Procédés d'élaboration, Techniques de caractérisation.

UE	DIAGNOSTICS DES PLASMAS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3JM	Cours : 10h , TD : 14h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DAP Simon

Email : simon.dap@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette Unité d'Enseignement a pour objectif de donner aux étudiants les connaissances nécessaires à la compréhension et à la mise en œuvre de différentes techniques de caractérisation expérimentales des plasmas et des procédés associés (arc, DBD, plasma RF et micro-onde, plasma haute et basse pression, ...). A l'issue de ces enseignements, les étudiants devront maîtriser les différentes méthodes de diagnostic des plasmas basées sur des mesures électriques et l'utilisation de sondes, sur la dispersion de signaux optiques (spectres d'émission ou d'absorption caractéristiques de la décharge) ou sur des techniques utilisant l'interaction d'un faisceau laser avec le milieu plasma. Les étudiants devront également être capables d'adapter ces techniques en fonction du gaz plasmagène.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Techniques de diagnostics basées sur l'acquisition de signaux électriques : sonde de Langmuir, mesures de courant, mesures de tension, auto-polarisation.

Techniques de diagnostics fondées sur des mesures optiques : spectroscopie d'émission et d'absorption, systèmes optiques dispersifs (spectromètres et monochromateurs), imagerie rapide, caméra CCD, acquisition des signaux optiques émis par le plasma, spectrométrie infrarouge (pyrométrie et thermographie IR), intensité intégrée et émissivité locale (transformée d'Abel et tomographie). Méthodes de mesures de la température (intensité absolue et relative, diagramme de Boltzmann, méthode de Fowler-Milne). Techniques permettant la détermination de la densité électronique (élargissement d'une raie par effet Stark, fond continu atomique).

Techniques de diagnostics fondées sur l'interaction d'un faisceau laser avec le milieu plasma ou ses zones périphériques : fluorescence induite par laser (LIF et TALIF), cavity ring down spectroscopy (CRDS), Interférométrie laser, diffusion Thomson, diffusion Raman.

PRÉ-REQUIS

Emission et absorption du rayonnement, émission spontanée et induite. Notions de base en électricité. Physique des plasmas, chaîne de mesures.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Huddlestone R.H. and Leonard S.L., *Plasma Diagnostic Techniques*, Academic Press (1965)

Griem H.R., *Principles of Plasma Spectroscopy*, Cambridge University Press (1997)

MOTS-CLÉS

Mesures électriques, sondes, rayonnement, spectres d'émission et d'absorption, mesures de températures et de densités, laser, interaction laser - plasma.

UE	MATÉRIAUX DIÉLECTRIQUES ET FIABILITÉ	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3KM	Cours : 17h , TP : 3h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MALEC David

Email : david.malec@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE focalise sur la tenue des isolants électriques dans les systèmes du Génie Electrique. Il s'agit d'abord de comprendre la complexité du phénomène de rupture diélectrique dans les isolants solides, sous forts champs électriques (continus ou variables). Les différents mécanismes physiques pouvant être à l'origine de cette rupture à court terme (rigidité diélectrique) et à long terme (durée de vie) sont présentés. L'incidence du procédé de mise en œuvre du matériau et de son environnement applicatif (paramètres électriques, climatiques,...) sur sa durée de vie est détaillée. La rupture dans les gaz, avec en particulier la problématique des décharges partielles, est aussi abordée. Un accent particulier sera donné aux systèmes électriques embarqués.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Phénomènes apparaissant sous fort champ électrique :

- continu : polarisation, conduction, charge d'espace.
- variable : pertes diélectriques, décharges partielles, arborescences.

Aspects expérimentaux : mesures de conduction, de pertes diélectriques, de charges d'espace et de décharges partielles.

Rupture diélectrique dans les isolants solides : effet des dimensions et des conditions environnementales, champs électriques homogènes et divergents, effet des charges d'espace, scénarii de vieillissement. Modèles physiques de rupture diélectrique : électronique, thermique et électromécanique. Mécanismes de rupture dans les gaz, application aux décharges partielles. Solutions pour augmenter cette durée de vie.

Aspects expérimentaux : échantillons tests, bancs de mesure, normes.

— Compétences :

Réaliser des mesures de conduction électrique et de pertes sur isolants solides.

Choisir la méthode de mesure de charges d'espace.

Réaliser des mesures de rigidité diélectrique et de durée de vie d'isolants solides.

Appliquer les normes relatives aux mesures de rupture diélectrique, de conduction électrique et de décharges partielles.

Identifier les modèles de rupture diélectrique et de conduction électrique.

PRÉ-REQUIS

Notions de base en physique des solides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electrical Degradation and Breakdown in Polymers, L.A. Dissado and J.C. Fothergill, IEE Materials & Devices, 1992.

Dielectric breakdown in solids, J.J. O'DWYER, Advances in Physics, Vol. 7 Issue 27, 1958.

MOTS-CLÉS

Isolation électrique solide, Conduction électrique, Pertes diélectriques, Charge d'espace, Rigidité diélectrique, Décharges partielles, Durée de vie.

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3LM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AVRIL Henri

Email : h-avril@live.com

UE	ATELIERS MICRO-ÉLECTRONIQUES	6 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3MM	Cours : 20h , TD : 4h , TP DE : 37h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAMPS Thierry

Email : camps@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Maîtriser les règles de conception et la réalisation technologique de circuits intégrés microélectronique, micro-systèmes et circuits micro-fluidique.

Maîtriser la réalisation de capteurs multi-physique à l'AIME, la théorie et la réalisation de composant organique et enfin la théorie de la microfluidique et la réalisation de circuits microfluidique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Réalisation de capteurs multi-physique à l'AIME

- Présentation du process Polysens employé lors du stage en salle blanche, avec l'illustration de l'emploi des dispositifs réalisés dans de nombreux projets de recherche.
- Réalisation de Capteur Multi-physique depuis le wafer vierge au capteur monté en boîtier
- Test électrique sous pointes pour illustrer le sensibilité à la température, à la déformation et à la lumière.

II Réalisation de composant Organique (OLED) au laboratoire Laplace

- Présentation de la technologie d'élaboration des composants organique et leur fonctionnement Etude d'une liaison optique à base d'un laser VCSEL modulé en direct
- Réalisation de diode électroluminescente organique (OLED)
- Caractérisations électrique et optique d'OLED via l'utilisation d'un spectromètre

III Théorie et la réalisation de circuits micro-fluidiques

- Développer des aspects théoriques et pratiques centrés sur la miniaturisation des dispositifs fluidiques. Introduire les filières technologiques de fabrication de MEMS dédiés à la manipulation de faibles volumes de fluides (nl, pl, fl). Focaliser sur les aspects multidisciplinaires alliant ingénierie, physique, chimie, biotechnologie.

PRÉ-REQUIS

Bases de l'électronique analogique, des capteurs et de leurs technologies d'élaboration. Connaissances élémentaires en mécanique du solide et des fluides

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

P. Tabeling, Introduction à la microfluidique, Belin, 2006 ; 2003

John G. Webster, Measurement, Instrumentation and Sensors, 1999

UE	OUVERTURE VERS LE MILIEU PROFESSIONNEL	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3NM	Cours : 34h , TP : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LALANDE Séverine

Email : severine.lalande@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 64 14

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE a pour vocation principale de préparer l'étudiant à l'environnement de l'entreprise et du milieu industriel. Tout d'abord, une préparation à l'embauche (CV, lettre de motivation et entretiens) est proposée, avec des mises en situation.

Ensuite, un enseignement de sensibilisation au management et gestion des entreprises est dispensé, animé par des enseignants et des cadres de l'industrie ou des services

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1 - Préparation à l'embauche

- Bilan personnel
- Méthodologies de recherche de stages et d'emplois
- Étude et rédaction de CV et d'une lettre de motivation
- Préparation aux entretiens

2 - Management et gestion des entreprises

- Structure et administration des entreprises : éléments de base de l'organisation et de la stratégie
- Gestion comptable et financière
- Gestion commerciale et marketing
- Gestion de projet
- Boîte à outils du manager : rôle, conduite de réunion, présentation orale, gestion du temps
- Business plan

Compétences :

Rédiger un CV et une lettre de motivation ; Préparer un entretien professionnel ; Appréhender les caractéristiques distinctives des principales formes juridiques ; Comprendre et identifier les stratégies de croissance des entreprises ; Interpréter des documents financiers dans leurs grandes masses ; Distinguer Chiffre d'affaires, Résultat et Trésorerie ; Déterminer un seuil de rentabilité ; Organiser une réunion ; Réaliser une présentation efficace ; Interpréter un business plan ; Appréhender les missions du marketing ; Distinguer marketing stratégique et opérationnel ; Considérer le cycle du vie du produit ; Caractériser un projet et ses acteurs ; Interpréter un PERT et un Gantt

PRÉ-REQUIS

Aucun

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction générale à la gestion, F. Cocula (2014), Dunod, 128 pages

Introduction à la gestion, I. Calmé, J. Hamelin, JP. Lafontaine, S. Ducroux (2013), Dunod, 464 pages

MOTS-CLÉS

Embauche, CV, Lettre de motivation, Entretien, Documents financiers, Seuil de rentabilité, Marketing, Business plan, Gestion de projet

UE	COURS CANADA 1	8 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP30M	Cours : 45h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NAUDE Nicolas

Email : nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : (poste) 84 45

UE	COURS CANADA 2	8 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3PM	Cours : 1h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NAUDE Nicolas

Email : nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : (poste) 84 45

UE	STAGE CANADA 1	14 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3QM	Stage : 4 mois minimum		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NAUDE Nicolas

Email : nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : (poste) 84 45

UE	PHYSIQUE DES PLASMAS : PRINCIPES DE BASE	6 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3RM	Cours : 20h , TD : 25h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCHAL Frédéric

Email : frederic.marchal@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 62 37

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances théoriques approfondies en physique atomique et moléculaire, physique statistique ainsi que sur les phénomènes collisionnels et de transport dans les plasmas. Ces connaissances fondamentales serviront de base à la compréhension des différents phénomènes physiques mis en jeu au sein des plasmas froids et des décharges électriques haute et basse pression : émissions et absorption de rayonnement (atomique et moléculaire, discret et continu), cinétique chimique réactionnelle, phénomènes de transport (transfert de masse et de particules, transfert de quantité de mouvement, transfert de charges et transfert d'énergie).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- 1) Physique atomique : modèle de Rutherford, modèle de Bohr, modèle quantique, nombres quantiques (n , l , m_l , s , m_s , j , m_j), atome à plusieurs électrons, niveaux électroniques, dégénérescence, structure fine et hyperfine, couplage jj et couplage LS , λ shift, champ magnétique extérieur (effet Zeeman), champ électrique extérieur (effet Stark), émission et absorption d'un photon par un atome.
- 2) Physique moléculaire : molécules diatomiques et polyatomiques (linéaire et non linéaire), niveaux électroniques, potentiels d'interaction, niveaux vibrationnels et rotationnels, approche quantique, cas de Hund, rayonnement moléculaire (continuum et bandes moléculaires).
- 3) Processus collisionnels élémentaires : collisions élastique, inélastique (excitation, ionisation, attachement, quenching, transfert de charge...), super-élastique. Section efficace, libre parcours moyen, potentiel d'interaction.
- 4) Théorie cinétique des gaz : Fonctions de distribution, Equation de Vlasov et de Boltzmann, Equations fluides et couplages électromagnétiques. Phénomènes de transport dans les plasmas hors équilibre et ETL, grandeurs caractéristiques.

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base sur l'atome, les photons et les collisions.

Thermodynamique, électromagnétisme, notion de conduction thermique et électrique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J.L. Delcroix et A. Bers, «Physique des plasmas » (Vol.1), EDP Sciences, (1994).

Chen F.F., «Introduction to Plasma Physics » Plenum Press, (1984).

MOTS-CLÉS

Atomes, molécules, rayonnement, collisions, physique statistique, théorie cinétique, fonction de distribution, phénomènes de transport dans les plasmas

UE	SOURCES PLASMAS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAP3SM	Cours : 10h , TD : 14h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LIARD Laurent

Email : laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette Unité d'Enseignement a pour objectif de donner aux étudiants les bases théoriques nécessaires à la compréhension des mécanismes de génération, de chauffage et d'entretien d'un plasma froid hors d'équilibre ainsi que la connaissance des différents types de décharge électriques (décharges DC, décharges basse fréquence et décharges à barrière diélectrique (DBD), décharges radio-fréquence (RF) et décharges micro-onde) et leurs différents modes de génération. Les phénomènes aux électrodes (gaines cathodiques et anodiques) seront également abordés ainsi que les caractéristiques courant-tension d'une décharge et ses différents régimes de fonctionnement (décharge non autonome, décharge luminescente et transition vers l'arc électrique).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Ecrantage plasma : longueur de Debye et théorie des gaines. Phénomènes aux électrodes. Gaines et pré-gaines cathodiques et anodiques (zones collisionnelle et non collisionnelle). Condition de Bohm. Loi de Child-Langmuir. Les mécanismes de génération, de chauffage et d'entretien du plasma : chauffage ohmique, chauffage stochastique, interaction du plasma avec une onde électromagnétique.

Décharge DC : Premier et second coefficients de Townsend. Caractéristique courant-tension, étude des différents régimes de fonctionnement (décharge non autonome, décharge sombre, décharge luminescente, passage à l'arc), claquages de type Townsend, streamers, lois de Paschen et de similitudes en pression.

Influence de la fréquence sur la génération des décharges électriques :

Décharge basse fréquence - Décharge à Barrière Diélectrique (DBD). Modèle électrique.

Décharges radio fréquence (RF) - réacteurs plasmas capacitif, inductif et hélicon - modèles électriques équivalents homogène et inhomogène.

Décharge micro-onde : conductivité et permittivité du plasma via l'électrodynamique.

PRÉ-REQUIS

Electricité, électromagnétisme et propagation des ondes. Transferts thermiques et effet joule. Notions d'électronique des gaz et des plasmas.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Lieberman & Lichtenberg, "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", 2nd Edition, Wiley 2005.

Chabert & Braithwaite, "Physics of Radio-Frequency Plasmas" Cambridge University Press, 2011

MOTS-CLÉS

Décharge DC, DBD, décharges BF, RF et micro-onde, gaines cathodique et anodique, caractéristique courant-tension, régimes de fonctionnement.

UE	PLASMAS POUR L'AÉRONAUTIQUE ET L'ES- PACE	5 ECTS	2nd semestre
EIEAP4AM	Cours : 15h , TD : 25h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CALLEGARI Thierry

Email : thierry.callegari@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances théoriques approfondies sur le rôle d'un champ magnétique statique dans un plasma, sur la thermodynamique des milieux réactifs, sur les écoulements hypersoniques et sur les plasmas astrophysiques. Dans cette UE, les plasmas seront abordés sous l'angle de leurs applications dans le domaine aéronautique et spatial : 1) les plasmas magnétisés pour la propulsion des satellites (réacteurs à effet Hall), 2) La thermodynamique appliquée aux plasmas et mélanges réactifs pour l'étude des effets d'un impact de foudre sur la voilure d'un aéronef, 3) La cinétique chimique pour l'étude des plasmas d'entrée atmosphérique d'engins spatiaux et 4) les plasmas spatiaux (astrophysique, système solaire, haute atmosphère planétaire).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Plasmas magnétisés : Trajectoire de particules chargées soumises à des champs E et B. Description des dérives associées. Réflexion miroir. Transport anisotropique du plasma. Application : Le propulseur à effet Hall pour le contrôle de trajectoire des satellites.

Thermodynamique des milieux réactifs : fonctions thermodynamiques, potentiels chimiques, conditions d'équilibre, plasmas à V constant et à P constante. Loi d'action de masse, lois de Saha-Eggert, de Guldberg-Waage et de Boltzmann. Application : phénomène d'étincelage, impact de foudre sur un aéronef.

Cinétique chimique : Equations de bilan de peuplement. Mécanismes réactionnels inélastiques. Section efficace, taux de réaction. Equation de balance détaillée. Principe de microréversibilité. Influence des températures (T_e , T_g , T_v et T_r). Modèles collisionnel-radiatif. Application : entrées atmosphériques d'engins spatiaux.

Plasma astrophysiques : Ordering caractéristiques des plasmas spatiaux. Equation d'Euler et MHD, théorème du gel, onde d'Alfven. Modèle de Magnétosphère et frontières avec l'ionosphère et le vent solaire. Introduction de l'instabilité Kelvin-Helmholtz à la magnétopause.

PRÉ-REQUIS

Physique atomique et moléculaire, physique statistique, théorie cinétique, collisions, phénomènes de transport, thermodynamique, électromagnétisme.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

M. Boulos, P. Fauchais and E. Pfender, «Thermal plasmas : Fundamental and Applications », Plenum Press (1994).

M. Mitchner and C.H. Kruger, « Partially Ionised Gases », Wiley (1973).

MOTS-CLÉS

Plasmas magnétisés, thermodynamique, foudroiement en aéronautique, cinétique chimique, plasmas d'entrée atmosphérique, plasma astrophysiques, magnétosphère.

UE	PLASMAS POUR L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT	5 ECTS	2nd semestre
EIEAP4BM	Cours : 15h , TD : 25h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAQUINEAU Hubert

Email : hubert.caquineau@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 0561558453

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances théoriques approfondies sur différents domaines de la physique permettant de modéliser l'interaction physico-chimique du plasma avec son environnement. Dans la cadre de cette UE, les plasmas seront abordés sous l'angle de leurs applications dans le domaine de l'énergie et de l'environnement : 1) les procédés plasmas de gravure et de dépôts de couches minces, notamment pour la production de cellules photovoltaïques, 2) les plasmas hors d'équilibre en écoulements réactifs pour le traitements des effluents gazeux, 3) Les propriétés des plasmas thermiques pour la modélisation des arcs de disjoncteurs HT et 4) la technique de spectrométrie de masse appliquée au milieu plasmas pour la détection de polluants.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Interaction plasma/surface : gravure, traitement et dépôt. Aspects environnementaux, comparaison voie humide. Influence de la source et de la fréquence. Gravure : Procédés RF, autopolarisation, RIE, inhibition de la gravure. Dépôt : PECVD, Pulvérisation. Processus physico-chimiques à la surface. Illustration : cellule photovoltaïque.

Plasmas hors équilibre et écoulements réactifs : Descriptifs des processus d'interactions plasma hors équilibre - gaz porteur à la pression atmosphérique. Etude des conséquences. Présentation des modèles de couplage et d'écoulement réactif. Illustration : Traitement des effluents gazeux et jets de plasma froid.

Propriétés des plasmas thermiques : Transfert radiatif. Grandeurs caractéristiques : intensité, émissivité, luminance, flux. Rayonnement des corps noir et gris. Emission spontanée, induite et absorption. Raies atomiques et bandes moléculaires, continuum. Phénomènes de transport. Théorie de Chapman-Enskog. Application : extinction d'un arc de disjoncteur.

Spectrométrie de masse : mise en oeuvre de la spectrométrie de masse dans différentes applications (détection de polluants dans différents milieux : sols, sédiments, ...).

PRÉ-REQUIS

Physique atomique et moléculaire, rayonnement, physique statistique, théorie cinétique, collisions, phénomènes de transport, thermodynamique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

M. Modest, «Radiative Heat Transfer », Academic Press (2013).

« Plasmas Froids : Astrophysique Aérospatial Environnement Biologie Nanomatériaux », Publications de l'Université de Saint-Etienne (2006)

MOTS-CLÉS

Dépôt, gravure, interaction plasma/surface, écoulements réactifs, transfert radiatif, phénomènes de transport et arc électrique, spectrométrie de masse.

UE	PLASMAS POUR LE BIOMÉDICAL	3 ECTS	2nd semestre
EIEAP4CM	Cours : 10h , TD : 15h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MERBAHI Nofel

Email : merbahi@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette Unité d'Enseignement a pour objectif de donner aux étudiants les bases théoriques nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques mis en jeu dans les procédés plasmas utilisés dans le domaine biomédical. Dans la cadre de cette UE, les plasmas seront abordés sous l'angle de leurs applications dans le domaine de la biologie et de la médecine. Les thèmes abordés concerneront : 1) les procédés de stérilisation et décontamination par réacteurs plasmas et post-décharges en flux, 2) les applications médicales des plasmas en dermatologie et oncologie (génération d'espèces actives) 3) les procédés plasmas de synthèse de nano-objets utilisés comme vecteurs dans le domaine médical et 4) Interactions plasma/surface permettant d'améliorer la biocompatibilité des matériaux.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les applications médicales et biomédicales des procédés plasmas : la stérilisation et la décontamination du matériel médical, chirurgical et odontologique, la synthèse de nano-matériaux et nano-particules utilisés comme vecteur pour des traitements médicaux, la génération d'espèces chimiquement actives (tels que des atomes et des radicaux moléculaires) et leur utilisation dans différents spécialités médicales : dermatologie et oncologie. Exemple d'illustration : la production d'espèces chimiquement actives au moyen d'une post-décharge en flux. Génération des espèces chimiquement actives dans la décharge, effets des espèces actives en post-décharge, sur les parois et en surface de différents matériaux présents dans l'enceinte du réacteur.

Les procédés d'interaction plasma / surface permettant de traiter des matériaux et d'améliorer leur biocompatibilité (prothèses veineuses et osseuses, ...).

Cycle de conférences :

Les procédés de stérilisation/décontamination par plasmas dans l'industrie.

Les procédés plasmas pour la décontamination du matériel odontologique.

PRÉ-REQUIS

Physique statistique, théorie cinétique, phénomènes collisionnels, propriétés de transport, cinétique chimique, milieux réactifs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J.L. Delcroix et A. Bers, « Physique des plasmas », (Vol.1), Paris, EDP Sciences, (1994)

« Plasmas Froids : Astrophysique Aérospatial Environnement Biologie Nanomatériaux », Publications de l'Université de Saint-Etienne (2006)

MOTS-CLÉS

Applications médicales, interactions plasma/matériaux, stérilisation, production d'espèces actives, nano-particules, biocompatibilité des matériaux.

UE	STAGE M2 PARCOURS LOCAL	30 ECTS	2nd semestre
EIEAP4DM	Stage : 4 mois minimum		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LIARD Laurent

Email : laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi et à une éventuelle poursuite en thèse de doctorat. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur donner les compétences nécessaires à la poursuite en thèse de doctorat,
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle ou de laboratoire valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ou de laboratoire ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi ou pour la poursuite de leur cursus en thèse de doctorat. Voici quelques thématiques propres au master STP, selon la spécialisation choisie : Aéronautique et Espace (foudroiement, propulsion pour satellite, décharges partielles, arcs de défaut, matériaux avancés), Applications biomédicales (stérilisation, matériaux biocompatibles, oncologie), Energie (lampe forte puissance, disjoncteurs, métallurgie, soudage, découpe, fours à arc), Environnement (dépollution des gaz d'échappement, traitements de l'eau et de la biomasse, détection de polluants), Procédés de dépôt de couches minces et gravure pour la Microélectronique, etc.

Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise sous la direction d'un responsable. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise ou du laboratoire et une soutenance sera organisée.

PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle et/ou de laboratoire, mise en situation.

UE	STAGE M2 PARCOURS INTERNATIONAL ÉTUDIANTS FRANÇAIS	17 ECTS	2nd semestre
EIEAP4EM	Stage : 4 mois minimum		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LIARD Laurent

Email : laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi et à une éventuelle poursuite en thèse de doctorat. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur donner les compétences nécessaires à la poursuite en thèse de doctorat,
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle ou de laboratoire valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ou de laboratoire ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi ou pour la poursuite de leur cursus en thèse de doctorat. Voici quelques thématiques propres au master STP, selon la spécialisation choisie : Aéronautique et Espace (foudroiement, propulsion pour satellite, décharges partielles, arcs de défaut, matériaux avancés), Applications biomédicales (stérilisation, matériaux biocompatibles, oncologie), Energie (lampe forte puissance, disjoncteurs, métallurgie, soudage, découpe, fours à arc), Environnement (dépollution des gaz d'échappement, traitements de l'eau et de la biomasse, détection de polluants), Procédés de dépôt de couches minces et gravure pour la Microélectronique, etc.

Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise sous la direction d'un responsable. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise ou du laboratoire et une soutenance sera organisée.

PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle et/ou de laboratoire, mise en situation.

UE	BOUQUET D UE	30 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Plasmas pour l'aéronautique et l'espace		
EIEAP4A1	Cours : 15h , TD : 25h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CALLEGARI Thierry

Email : thierry.callegari@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances théoriques approfondies sur le rôle d'un champ magnétique statique dans un plasma, sur la thermodynamique des milieux réactifs, sur les écoulements hypersoniques et sur les plasmas astrophysiques. Dans cette UE, les plasmas seront abordés sous l'angle de leurs applications dans le domaine aéronautique et spatial : 1) les plasmas magnétisés pour la propulsion des satellites (réacteurs à effet Hall), 2) La thermodynamique appliquée aux plasmas et mélanges réactifs pour l'étude des effets d'un impact de foudre sur la voilure d'un avion, 3) La cinétique chimique pour l'étude des plasmas d'entrée atmosphérique d'engins spatiaux et 4) les plasmas spatiaux (astrophysique, système solaire, haute atmosphère planétaire).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Plasmas magnétisés : Trajectoire de particules chargées soumises à des champs E et B. Description des dérives associées. Réflexion miroir. Transport anisotropique du plasma. Application : Le propulseur à effet Hall pour le contrôle de trajectoire des satellites.

Thermodynamique des milieux réactifs : fonctions thermodynamiques, potentiels chimiques, conditions d'équilibre, plasmas à V constant et à P constante. Loi d'action de masse, lois de Saha-Eggert, de Guldberg-Waage et de Boltzmann. Application : phénomène d'étincelage, impact de foudre sur un avion.

Cinétique chimique : Equations de bilan de peuplement. Mécanismes réactionnels inélastiques. Section efficace, taux de réaction. Equation de balance détaillée. Principe de microréversibilité. Influence des températures (T_e , T_g , T_v et T_r). Modèles collisionnel-radiatif. Application : entrées atmosphériques d'engins spatiaux.

Plasma astrophysiques : Ordering caractéristiques des plasmas spatiaux. Equation d'Euler et MHD, théorème du gel, onde d'Alfvén. Modèle de Magnétosphère et frontières avec l'ionosphère et le vent solaire. Introduction de l'instabilité Kelvin-Helmholtz à la magnétopause.

PRÉ-REQUIS

Physique atomique et moléculaire, physique statistique, théorie cinétique, collisions, phénomènes de transport, thermodynamique, électromagnétisme.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

M. Boulos, P. Fauchais and E. Pfender, « Thermal plasmas : Fundamental and Applications », Plenum Press (1994).

M. Mitchner and C.H. Kruger, « Partially Ionised Gases », Wiley (1973).

MOTS-CLÉS

Plasmas magnétisés, thermodynamique, foudroiement en aéronautique, cinétique chimique, plasmas d'entrée atmosphérique, plasma astrophysiques, magnétosphère.

UE	BOUQUET D UE	30 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Plasmas pour l'énergie et l'environnement		
EIEAP4B1	Cours : 15h , TD : 25h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAQUINEAU Hubert

Email : hubert.caquineau@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 0561558453

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances théoriques approfondies sur différents domaines de la physique permettant de modéliser l'interaction physico-chimique du plasma avec son environnement. Dans la cadre de cette UE, les plasmas seront abordés sous l'angle de leurs applications dans le domaine de l'énergie et de l'environnement : 1) les procédés plasmas de gravure et de dépôts de couches minces, notamment pour la production de cellules photovoltaïques, 2) les plasmas hors d'équilibre en écoulements réactifs pour le traitements des effluents gazeux, 3) Les propriétés des plasmas thermiques pour la modélisation des arcs de disjoncteurs HT et 4) la technique de spectrométrie de masse appliquée au milieu plasmas pour la détection de polluants.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Interaction plasma/surface : gravure, traitement et dépôt. Aspects environnementaux, comparaison voie humide. Influence de la source et de la fréquence. Gravure : Procédés RF, autopolarisation, RIE, inhibition de la gravure. Dépôt : PECVD, Pulvérisation. Processus physico-chimiques à la surface. Illustration : cellule photovoltaïque.

Plasmas hors équilibre et écoulements réactifs : Descriptifs des processus d'interactions plasma hors équilibre - gaz porteur à la pression atmosphérique. Etude des conséquences. Présentation des modèles de couplage et d'écoulement réactif. Illustration : Traitement des effluents gazeux et jets de plasma froid.

Propriétés des plasmas thermiques : Transfert radiatif. Grandeurs caractéristiques : intensité, émissivité, luminance, flux. Rayonnement des corps noir et gris. Emission spontanée, induite et absorption. Raies atomiques et bandes moléculaires, continuum. Phénomènes de transport. Théorie de Chapman-Enskog. Application : extinction d'un arc de disjoncteur.

Spectrométrie de masse : mise en oeuvre de la spectrométrie de masse dans différentes applications (détection de polluants dans différents milieux : sols, sédiments, ...).

PRÉ-REQUIS

Physique atomique et moléculaire, rayonnement, physique statistique, théorie cinétique, collisions, phénomènes de transport, thermodynamique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

M. Modest, «Radiative Heat Transfer », Academic Press (2013).

« Plasmas Froids : Astrophysique Aérospatial Environnement Biologie Nanomatériaux », Publications de l'Université de Saint-Etienne (2006)

MOTS-CLÉS

Dépôt, gravure, interaction plasma/surface, écoulements réactifs, transfert radiatif, phénomènes de transport et arc électrique, spectrométrie de masse.

UE	BOUQUET D UE	30 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Plasmas pour le biomédical		
EIEAP4C1	Cours : 10h , TD : 15h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MERBAHI Nofel

Email : merbahi@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette Unité d'Enseignement a pour objectif de donner aux étudiants les bases théoriques nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques mis en jeu dans les procédés plasmas utilisés dans le domaine biomédical. Dans la cadre de cette UE, les plasmas seront abordés sous l'angle de leurs applications dans le domaine de la biologie et de la médecine. Les thèmes abordés concerneront : 1) les procédés de stérilisation et décontamination par réacteurs plasmas et post-décharges en flux, 2) les applications médicales des plasmas en dermatologie et oncologie (génération d'espèces actives) 3) les procédés plasmas de synthèse de nano-objets utilisés comme vecteurs dans le domaine médical et 4) Interactions plasma/surface permettant d'améliorer la biocompatibilité des matériaux.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les applications médicales et biomédicales des procédés plasmas : la stérilisation et la décontamination du matériel médical, chirurgical et odontologique, la synthèse de nano-matériaux et nano-particules utilisés comme vecteur pour des traitements médicaux, la génération d'espèces chimiquement actives (tels que des atomes et des radicaux moléculaires) et leur utilisation dans différents spécialités médicales : dermatologie et oncologie. Exemple d'illustration : la production d'espèces chimiquement actives au moyen d'une post-décharge en flux. Génération des espèces chimiquement actives dans la décharge, effets des espèces actives en post-décharge, sur les parois et en surface de différents matériaux présents dans l'enceinte du réacteur.

Les procédés d'interaction plasma / surface permettant de traiter des matériaux et d'améliorer leur biocompatibilité (prothèses veineuses et osseuses, ...).

Cycle de conférences :

Les procédés de stérilisation/décontamination par plasmas dans l'industrie.

Les procédés plasmas pour la décontamination du matériel odontologique.

PRÉ-REQUIS

Physique statistique, théorie cinétique, phénomènes collisionnels, propriétés de transport, cinétique chimique, milieux réactifs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J.L. Delcroix et A. Bers, « Physique des plasmas », (Vol.1), Paris, EDP Sciences, (1994)

« Plasmas Froids : Astrophysique Aérospatial Environnement Biologie Nanomatériaux », Publications de l'Université de Saint-Etienne (2006)

MOTS-CLÉS

Applications médicales, interactions plasma/matériaux, stérilisation, production d'espèces actives, nano-particules, biocompatibilité des matériaux.

UE	BOUQUET D UE	30 ECTS	2nd semestre
Sous UE	STAGE M2 Parcours local		
EIEAP4D1	Stage : 4 mois minimum		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LIARD Laurent

Email : laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi et à une éventuelle poursuite en thèse de doctorat. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur donner les compétences nécessaires à la poursuite en thèse de doctorat,
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle ou de laboratoire valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ou de laboratoire ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi ou pour la poursuite de leur cursus en thèse de doctorat. Voici quelques thématiques propres au master STP, selon la spécialisation choisie : Aéronautique et Espace (foudroiement, propulsion pour satellite, décharges partielles, arcs de défaut, matériaux avancés), Applications biomédicales (stérilisation, matériaux biocompatibles, oncologie), Energie (lampe forte puissance, disjoncteurs, métallurgie, soudage, découpe, fours à arc), Environnement (dépollution des gaz d'échappement, traitements de l'eau et de la biomasse, détection de polluants), Procédés de dépôt de couches minces et gravure pour la Microélectronique, etc.

Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise sous la direction d'un responsable. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise ou du laboratoire et une soutenance sera organisée.

PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle et/ou de laboratoire, mise en situation.

UE	STAGE CANADA 2	30 ECTS	2nd semestre
EIEAP4GM	Stage : 6 mois		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NAUDE Nicolas

Email : nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : (poste) 84 45

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

