

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

---

# SYLLABUS MASTER

## Mention Energie

### M1 Sciences et Technologies des Plasmas

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
<http://master-energie-univ-toulouse3.fr>

2025 / 2026

10 JUILLET 2026

# SOMMAIRE

---

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .                       | 3  |
| PRÉSENTATION . . . . .                                             | 4  |
| PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .                | 4  |
| Mention Energie . . . . .                                          | 4  |
| Compétences de la mention . . . . .                                | 4  |
| Parcours . . . . .                                                 | 4  |
| PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 Sciences et Technologies des Plasmas | 4  |
| RUBRIQUE CONTACTS . . . . .                                        | 6  |
| CONTACTS PARCOURS . . . . .                                        | 6  |
| CONTACTS MENTION . . . . .                                         | 6  |
| CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA . . . . .                           | 6  |
| CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Méca . . . . .                          | 6  |
| CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Physique . . . . .                      | 7  |
| Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .               | 8  |
| LISTE DES UE . . . . .                                             | 11 |
| GLOSSAIRE . . . . .                                                | 34 |
| TERMES GÉNÉRAUX . . . . .                                          | 34 |
| TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .                             | 34 |
| TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .                        | 35 |

# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



\* Mention hors compatibilité.

Toutes les mentions de licence permettent la poursuite vers des parcours du Master MEEF qui sont portés par l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation (INSPE) de l'Université Toulouse II - Jean-Jaurès.

Sources : Arrêté du 27 juin 2024 modifiant l'arrêté du 6 juillet 2017 fixant la liste des compatibilités des mentions du diplôme national de licence avec les mentions du diplôme national de master. <https://www.legifrance.gouv.fr/tda/tda/JORFTEXT000033367279/> et arrêté d'accréditation UT3.

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION ENERGIE

La mention Énergie vise à mieux répondre aux attentes des étudiants et du monde socio-économique pour former des cadres aptes aux technologies et techniques de la transition énergétique. Cette mention repose sur 5 parcours complémentaires : Physique de l'Energie et de la Transition Energétique (PEnte), Sciences et Technologies des Plasmas (STP), Dynamique des fluides Energétique et Transferts (DET), Gestion des Ressources Energétiques Efficacité Energétique Autoconsommation Intelligente en Réseau (GREEN-AIR) et Fluides pour l'Energie Durable (FLoWERED). Cette mention fédère des compétences transdisciplinaires répondant au mieux aux besoins du secteur de l'énergie en mutation rapide. Cette offre donne une meilleure visibilité à chacun des parcours tout en renforçant la cohérence des objectifs de chacun d'eux autour des enjeux de la transition énergétique.

### COMPÉTENCES DE LA MENTION

- Concevoir, optimiser, modéliser les systèmes dans le domaine de l'énergie et plus spécifiquement orientés vers la production, la conversion, la distribution, le stockage de l'énergie et l'efficacité énergétique
- Intégrer les enjeux sociétaux et environnementaux et les défis de la transition énergétique à la conception de projet dans une démarche de développement durable
- Maîtriser les caractéristiques physiques des sources, et/ou des vecteurs, et/ou du transport, et/ou des dispositifs de stockage d'énergie nécessaires à une gestion optimisée de systèmes énergétiques
- Identifier, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les résultats de différents outils de simulation numérique dans une démarche de conception, de contrôle ou d'optimisation de systèmes d'énergie
- Concevoir et mettre en œuvre une approche expérimentale s'appuyant sur des outils de mesure de grandeurs physiques, de technologie de contrôle et de supervision de système de production/conversion/distribution/stockage d'énergie

### PARCOURS

Le parcours Sciences et Technologies des Plasmas du Master Energie a pour objectif de former des spécialistes dans le domaine des plasmas et de leurs applications industrielles. Il est constitué d'un **parcours local** et d'un **parcours international en bidiplomation** avec plusieurs universités canadiennes : l'INRS à Montréal, l'Université Laval à Québec et l'Université de Montréal. A la rentrée 2022, il y aura également l'Université du Saskatchewan.

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

Le parcours STP se rapproche du modèle des masters nord-américains avec un volume horaire d'enseignements réduit (440h à 510h sur les 2 années de master) au profit de périodes de stages en laboratoire ou dans l'industrie (en M1 et en M2). 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 M1 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 trans-

mise 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** : foudrolement, 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 Energie. 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 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. En fonction des cas, l'année au Canada pourra être intégralement positionnée sur l'année de Master 2 (S9 et S10).
- 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 de l'énergie, de la chimie, des techniques numériques et de la microélectronique. 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).

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES PLASMAS

LIARD Laurent  
Email : [laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr](mailto:laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr)

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

BOURREL Céline  
Email : [celine.bourrel@univ-tlse3.fr](mailto:celine.bourrel@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05.61.55.65.37

Université Paul Sabatier  
U3 1er étage porte 113  
118 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE cedex 9

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION ENERGIE

MASI Enrica  
Email : [enrica.masi@imft.fr](mailto:enrica.masi@imft.fr)

Téléphone : 8226

MESLIN Pierre-Yves  
Email : [pierre-yves.meslin@utoulouse.fr](mailto:pierre-yves.meslin@utoulouse.fr)

Téléphone : 0561557553

NAUDE Nicolas  
Email : [nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr](mailto:nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : (poste) 84 45

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal  
Email : [jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr)

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

MICHEL Florence  
Email : [florence.michel@univ-tlse3.fr](mailto:florence.michel@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561557621

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.MÉCA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

BERGEON Alain  
Email : [abergeon@imft.fr](mailto:abergeon@imft.fr)

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

BOUTEILLIER Catherine  
Email : [catherine.bouteillier@univ-tlse3.fr](mailto:catherine.bouteillier@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561556992

Université Paul Sabatier  
118 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE cedex 9

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

BATTESTI Rémy  
Email : [remy.battesti@univ-tlse3.fr](mailto:remy.battesti@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 62 17 29 77

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe  
Email : [jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr](mailto:jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05.61.55.69.20

Université Paul Sabatier  
1R2  
118 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

## Itinéraire Local (60 ECTS)

| page                    | Code     | Intitulé UE                               | semestre * | ECTS | Obligatoire<br>Facultatif | Cours | TD | TP | TP DE |
|-------------------------|----------|-------------------------------------------|------------|------|---------------------------|-------|----|----|-------|
| <b>Premier semestre</b> |          |                                           |            |      |                           |       |    |    |       |
| 13                      | KENS7AAU | PHYSIQUE DES PLASMAS                      | I          | 6    | O                         |       |    |    |       |
| 12                      | KENX7AA1 | Physique des plasmas - A                  |            |      |                           | 10    | 12 |    |       |
|                         | KENS7AA2 | Physique des Plasmas - B                  |            |      |                           | 10    | 12 |    |       |
| 15                      | KENS7ABU | SOURCES PLASMAS                           | I          | 3    | O                         | 10    | 14 |    |       |
| 16                      | KENS7ACU | DIAGNOSTICS DES PLASMAS                   | I          | 3    | O                         | 10    | 14 |    |       |
| 17                      | KENS7ADU | MINI-PROJET PLASMAS                       | I          | 3    | O                         |       |    |    | 30    |
| 20                      | KENS7BAU | INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE       | I          | 3    | O                         | 8     | 8  | 14 |       |
| 18                      | KENS7AFU | SIMULATION MULTIPHYSIQUE (SIMU MPHYS)     | I          | 3    | O                         | 8     | 9  | 12 |       |
| 21                      | KENS7BBU | PROGRAMMATION EN C                        | I          | 3    | O                         |       | 15 | 15 |       |
| 22                      | KENS7BCU | MÉTROLOGIE ET TRAITEMENT STATISTIQUE      | I          | 3    | O                         | 6     | 12 | 6  |       |
| 19                      | KENS7AVU | ANGLAIS                                   | I          | 3    | O                         |       | 24 |    |       |
| <b>Second semestre</b>  |          |                                           |            |      |                           |       |    |    |       |
| 29                      | KENS8AAU | APPLICATIONS DES PLASMAS                  | II         | 13   | O                         |       |    |    |       |
| 30                      | KENS8AA1 | Plasmas pour l'aéronautique et l'espace   |            |      |                           | 15    | 25 |    |       |
| 31                      | KENS8AA2 | Plasmas pour l'énergie et l'environnement |            |      |                           | 15    | 25 |    |       |
|                         | KENS8AA3 | Plasmas pour le biomédical                |            |      |                           | 10    | 15 |    |       |

\* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

Itinéraire S7 FR/QC & FR/QC/FR (30 ECTS)

| page                                           | Code     | Intitulé UE                            | semestre* | ECTS | Obligatoire<br>Facultatif | Cours | TD | TP | TP DE |
|------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|-----------|------|---------------------------|-------|----|----|-------|
| <b>Premier semestre</b>                        |          |                                        |           |      |                           |       |    |    |       |
| 13                                             | KENS7AAU | PHYSIQUE DES PLASMAS                   | I         | 6    | O                         |       |    |    |       |
| 12                                             | KENX7AA1 | Physique des plasmas - A               |           |      |                           | 10    | 12 |    |       |
|                                                | KENS7AA2 | Physique des Plasmas - B               |           |      |                           | 10    | 12 |    |       |
| 15                                             | KENS7ABU | SOURCES PLASMAS                        | I         | 3    | O                         | 10    | 14 |    |       |
| 16                                             | KENS7ACU | DIAGNOSTICS DES PLASMAS                | I         | 3    | O                         | 10    | 14 |    |       |
| 23                                             | KENS7CAU | MODÉLISATION DES PLASMAS               | I         | 3    | O                         | 14    |    |    | 18    |
| 17                                             | KENS7ADU | MINI-PROJET PLASMAS                    | I         | 3    | O                         |       |    |    | 30    |
| 18                                             | KENS7AFU | SIMULATION MULTIPHYSIQUE (SIMU MPHYS)  | I         | 3    | O                         | 8     | 9  | 12 |       |
| <b>Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :</b> |          |                                        |           |      |                           |       |    |    |       |
| 25                                             | KENS7CBU | COURS AU CHOIX 1                       | I         | 6    | O                         |       |    |    |       |
| 27                                             | KPFX7AC1 | Métrologie et traitement statistique 1 |           |      |                           | 6     | 12 | 6  |       |
|                                                | KPFX7AB1 | Programmation en C                     |           |      |                           |       | 15 | 15 |       |
| 26                                             | KENS7CCU | COURS AU CHOIX 2                       | I         | 6    | O                         |       |    |    |       |
| 27                                             | KENS9CC2 | Diagnostics des Plasmas 2              |           |      |                           | 10    | 14 |    |       |
|                                                | KPFX7AB1 | Programmation en C                     |           |      |                           |       | 15 | 15 |       |
| 28                                             | KENS7CDU | CHIMIE DES SURFACES ET PROCÉDÉS PLASMA | I         | 6    | O                         | 15    | 9  |    |       |
| 19                                             | KENS7AVU | ANGLAIS                                | I         | 3    | O                         |       | 24 |    |       |

\* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

Itinéraire S8 FR/QC (30 ECTS)

| page                   | Code     | Intitulé UE                               | semestre* | ECTS | Obligatoire<br>Facultatif | Cours | TD | TP | TP DE |
|------------------------|----------|-------------------------------------------|-----------|------|---------------------------|-------|----|----|-------|
| <b>Second semestre</b> |          |                                           |           |      |                           |       |    |    |       |
| 29                     | KENS8AAU | APPLICATIONS DES PLASMAS                  | II        | 13   | O                         | 15    | 25 |    |       |
| 30                     | KENS8AA1 | Plasmas pour l'aéronautique et l'espace   |           |      |                           | 15    | 25 |    |       |
| 31                     | KENS8AA2 | Plasmas pour l'énergie et l'environnement |           |      |                           | 10    | 15 |    |       |
|                        | KENS8AA3 | Plasmas pour le biomédical                |           |      |                           |       |    |    |       |

\* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

Itinéraire S8 FR/QC/FR (30 ECTS)

| page                   | Code     | Intitulé UE    | semestre* | ECTS | Obligatoire<br>Facultatif | Cours | TD | TP | TP DE |
|------------------------|----------|----------------|-----------|------|---------------------------|-------|----|----|-------|
| <b>Second semestre</b> |          |                |           |      |                           |       |    |    |       |
| 32                     | KENS8CAU | COURS CANADA   | II        | 16   | O                         | 45    |    |    |       |
| 33                     | KENS8CA1 | Cours Canada 1 |           |      |                           | 45    |    |    |       |
|                        | KENS8CA2 | Cours Canada 2 |           |      |                           |       |    |    |       |

\* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

---

## LISTE DES UE

---

|                 |                             |                          |                                |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>PHYSIQUE DES PLASMAS</b> | <b>6 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Physique des Plasmas - B    |                          |                                |
| <b>KENS7AA2</b> | Cours : 10h , TD : 12h      | Enseignement en français | Travail personnel<br>106 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

EICHWALD Olivier

Email : [eichwald@laplace.univ-tlse.fr](mailto:eichwald@laplace.univ-tlse.fr)

MARCHAL Frédéric

Email : [frederic.marchal@univ-tlse3.fr](mailto:frederic.marchal@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Physique atomique et moléculaire. Collisions

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Atome d'hydrogène. Atome de Bohr. Atome quantique. Termes spectroscopiques. Atome à plusieurs électrons. Couplage L-S. Spectres atomiques.

Énergie électronique, de vibration, de rotation d'une molécule diatomique. Cas de Hund, Couplages. Spectres moléculaires.

Théorie des collisions. Collisions élastiques, non élastiques, lois de conservation. Section efficace de collisions, de transfert de quantité de mouvement.

### PRÉ-REQUIS

Physique quantique de base, mécanique du point.

### SPÉCIFICITÉS

Enseignement en français

### COMPÉTENCES VISÉES

Savoir analyser et interpréter des spectres atomiques et moléculaires.

Résussir à identifier des espèces réactives émissives d'un plasma.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Physique atomique, Bernard Cagnac, Lydia Tchang-Brillet, Jean-Claude Pebay-Peyroula, Dunod

Spectroscopie moléculaire : Structures moléculaires et analyse spectrale, Emile-biemont, Deboeck supérieur

### MOTS-CLÉS

atomes, termes spectroscopique, énergie d'un atome, molécules diatomiques, spectres

|                 |                             |                          |                                |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>PHYSIQUE DES PLASMAS</b> | <b>6 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Physique des plasmas - A    |                          |                                |
| <b>KENX7AA1</b> | Cours : 10h , TD : 12h      | Enseignement en français | Travail personnel<br>106 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

EICHWALD Olivier

Email : [eichwald@laplace.univ-tlse.fr](mailto:eichwald@laplace.univ-tlse.fr)

MARCHAL Frédéric

Email : [frederic.marchal@univ-tlse3.fr](mailto:frederic.marchal@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances théoriques approfondies en théorie cinétique des gaz. 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 : phénomènes électro-hydrodynamiques, cinétique réactionnelle, phénomènes de transport (transfert de masse et de particules, transfert de quantité de mouvement, transfert de charges et d'énergie).

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

**I. Généralités** : Définitions d'un plasma froid et d'une décharge électrique

**II. Élément de théorie cinétique des gaz**

Hypothèses principales de la théorie cinétique des gaz - Fonction de distribution et Grandeurs moyennes - Equation de Boltzmann et Processus collisionnels - Lois de similitudes - Fonction de distribution en équilibre avec le champ électrique - Exemple de résolution de l'équation de Boltzmann

**III. Modèle fluide**

Les moments de l'équation de Boltzmann - Relations de fermeture - Couplage avec les équations de Maxwell et cohérence des modèles - Le modèle d'ordre 1 dans l'approximation dérive-diffusion

**IV. Gaines et relations fondamentales dans un plasma**

Positionnement du problème : Hypothèses d'étude. Gaines Anodique et Cathodique - Mise en équation à partir des moments d'ordre 0 et 1 du modèle fluide - Interprétation physique - Résolution des équations - Etude d'une paroi en potentiel flottant et fixe - Longueur de Debye - Pulsation plasma - Degré d'ionisation

## PRÉ-REQUIS

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

Thermodynamique, électromagnétisme, notion de conduction thermique et électrique.

## SPÉCIFICITÉS

Enseignement en français

Lieu : Campus de l'Université de Toulouse 3 Paul Sabatier

## COMPÉTENCES VISÉES

- Savoir écrire les systèmes d'équations permettant de modéliser un plasma froid hors-équilibre
- Etre en capacité d'analyser et de comprendre la signification physique des équations mises en jeu
- Connaître les limites des modèles et les hypothèses posées pour leur construction
- Savoir interpréter les grandeurs fondamentales d'un plasma et les lois de similitudes

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Physique des plasmas collisionnels, M. Moisan et J. Pelletier, EDP Sciences

Physique des plasmas. Tome 1&2, J.L. Delcroix, Abraham Bers Interéditions.

Fundamentals of plasma physics, J.A. Bittencourt, Pergamon Press

## MOTS-CLÉS



| UE       | SOURCES PLASMAS        | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7ABU | Cours : 10h , TD : 14h | Enseignement en français | Travail personnel<br>51 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LIARD Laurent

Email : [laurent.liard@laplace.univ-tlse.fr](mailto: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 (gainés 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. Gainés et pré-gainés 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.

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.

## COMPÉTENCES VISÉES

Savoir mettre en équation les principes généraux d'un plasma stationnaire maintenu :

- entre deux électrodes
- Entre deux électrodes avec la présence d'un diélectrique
- Avec une antenne radiofréquence

## 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

Plasmas, Décharge DC, Décharges à Barrière Diélectrique, décharges BF, RF et micro-onde, gainés, caractéristique courant-tension, régimes de fonctionnement.

| UE       | DIAGNOSTICS DES PLASMAS | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7ACU | Cours : 10h , TD : 14h  | Enseignement en français | Travail personnel<br>51 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DAP Simon

Email : [simon.dap@laplace.univ-tlse.fr](mailto:simon.dap@laplace.univ-tlse.fr)

VALENSI Flavien

Email : [flavien.valensi@iut-tlse3.fr](mailto:flavien.valensi@iut-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce premier module de diagnostics est dédié à l'étude de deux grandes familles de diagnostics parmi les plus utilisés dans le domaine des plasmas : la spectroscopie d'émission optique et les mesures de sondes électrostatiques. L'objectif est d'apporter aux étudiants les bases sur lesquelles reposent le fonctionnement de ces techniques, d'illustrer la mise en œuvre de ces outils et de les initier à l'interprétation des résultats obtenus.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Nous aborderons successivement le principe de fonctionnement des techniques de diagnostic, les aspects matériels et pratiques puis les théories physiques employées pour exploiter les mesures et en déduire les grandeurs recherchées comme par exemple les densités et les températures de différentes espèces. Les limites d'application de ces outils que ce soit au niveau instrumental ou théorique seront également abordés. Ces différents aspects seront illustrés par des exemples concrets issus de travaux de recherche en laboratoire et des visites de dispositifs expérimentaux seront organisées.

### PRÉ-REQUIS

Notions de base en physique des plasmas, en physique atomique et moléculaire et en électricité

### SPÉCIFICITÉS

L'enseignement est dispensé en français

### COMPÉTENCES VISÉES

- Maîtriser les concepts de base inhérents aux différents outils de diagnostic
- Savoir choisir le matériel pour effectuer l'acquisition des données
- Avoir les connaissances de base pour la mise en œuvre du matériel (montage optique, électrique)
- Connaître les diagnostics les plus couramment utilisés pour l'étude des plasmas et savoir choisir le plus adapté
- Exploiter les résultats obtenus expérimentalement pour en déduire les grandeurs recherchées

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

V Vekselman *et al.* Plasma Sources Sci. Technol. 26 (2017)

Heng Guo *et al.* , Rev. of Sc. Instr. 87, (2016)

### MOTS-CLÉS

Spectroscopie optique d'émission, imagerie, sondes électrostatiques, sondes de Langmuir

|                 |                            |                          |                                |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>MINI-PROJET PLASMAS</b> | <b>3 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KENS7ADU</b> | TP DE : 30h                | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BELINGER Antoine

Email : [antoine.belinger@laplace.univ-tlse.fr](mailto:antoine.belinger@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE doit permettre aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires à la mise en œuvre de techniques de caractérisation des plasmas et des procédés associés. Il doit amener les étudiants à formuler une question scientifique et d'y répondre grâce aux moyens de diagnostics mis à disposition (électrique, caméra rapide, spectroscopie, sonde, ...). La démarche scientifique suivie doit ensuite être présentée oralement.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'UE se décompose en travaux pratiques suivis d'un mini-projet. La première partie est dédiée à l'illustration de la caractéristique  $i(v)$  d'une décharge électrique et des principaux paramètres d'un plasma (pression, fréquence, géométrie des électrodes). La seconde partie est un mini-projet où les principales techniques de caractérisations électriques et optiques abordées dans l'UE Diagnostics des Plasmas seront utilisées afin de caractériser un plasma. Pour cela, les étudiants choisiront un projet parmi les 6 sujets ci-dessous :

- Décharge à Barrière Diélectrique pour le traitement de surfaces.
- Arc électrique de soudure.
- Détermination expérimentale d'un modèle électrique de plasma RF
- Mesure de température sur un plasma froid à la PA
- Plasma RF pour le dépôt de couches minces.
- Caractérisation électrique d'une décharge micro-onde basse pression

### PRÉ-REQUIS

- Cours de Sources Plasmas
- Cours de Diagnostics des Plasmas

### SPÉCIFICITÉS

Projets et mise en situation des étudiants en salle de travaux pratiques. Les étudiants travaillent en groupes de deux ou trois sur un réacteur plasma. Après une explication par un enseignant du fonctionnement du réacteur et des différents moyens de diagnostic, les étudiants travaillent en semi autonomie.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Déterminer des paramètres d'un plasma
- Poser une problématique scientifique et chercher à y répondre
- Expliquer une démarche scientifique
- Travailler en groupe
- rédiger un rapport

| UE       | SIMULATION MULTIPHYSIQUE (SIMU MPHYS) | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7AFU | Cours : 8h , TD : 9h , TP : 12h       | Enseignement en français | Travail personnel<br>46 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERQUEZ Laurent

Email : [laurent.berquez@laplace.univ-tlse.fr](mailto:laurent.berquez@laplace.univ-tlse.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but de ce module est d'initier les étudiants à l'utilisation de codes numériques pour la résolution de problèmes de l'ingénieur en thermique, électrostatique, électromagnétisme ou mécanique, ces modes pouvant être couplés. L'objectif est non seulement d'initier et de familiariser les étudiants à l'utilisation d'un code numérique mais aussi de les amener à avoir un regard critique sur les résultats numériques obtenus en les contrôlant et en les validant par des bilans électrique ou énergétique ou encore en étudiant la sensibilité de la solution aux différents paramètres physiques.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Découvrir les logiciels éléments finis et présenter ses différents codes en décrivant leurs spécificités et leurs champs d'applications. Il existe de nombreux codes dans le commerce et dans le monde libre capable de résoudre des problèmes multiphysiques par éléments finis.
- Présenter la démarche de modélisation à partir d'un logiciel "éléments finis" sans entrer dans le détail de la méthode, puis dérouler la démarche éléments finis quasiment à la main depuis l'équation à résoudre jusqu'à la solution pour un problème dont la solution analytique est connue.
- Apprendre à utiliser un logiciel pour résoudre un problème multiphysique correctement ; l'accent sera mis sur les différentes équations qui peuvent être résolues dans les domaines et sur les frontières. Les problèmes posés seront de différents types : thermique, électrostatique, électromagnétique, mécanique... et multiphysiques
- Effectuer une analyse critique des résultats obtenus par un logiciel éléments finis.
- Compétences :

Résoudre une équation aux dérivées partielles par la méthode des éléments finis  
Résoudre un problème multiphysique à l'aide d'un logiciel implantant la méthode des éléments finis

## PRÉ-REQUIS

Physique générale

Pas de pré-requis en méthodes numériques et éléments finis.

## MOTS-CLÉS

Méthode Eléments finis, problème multiphysique, simulation.

| UE       | ANGLAIS  | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|----------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7AVU | TD : 24h | Enseignement en français | Travail personnel<br>51 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire

Email : [claire.chaplier@univ-tlse3.fr](mailto:claire.chaplier@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

### Niveau C1/C2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues )

L'objectif de cette UE est de permettre aux étudiants de développer les compétences indispensables à la réussite dans leur future vie professionnelle en contextes culturels variés.

Il s'agira d'acquérir l'autonomie linguistique nécessaire et de perfectionner les outils de langue spécialisée permettant l'intégration professionnelle et la communication d'une expertise scientifique dans le contexte international.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les étudiants développeront :

- les compétences liées à la compréhension de publications scientifiques ou professionnelles rédigées en anglais ainsi que les compétences nécessaires à la compréhension de communications scientifiques orales.
- les outils d'expression permettant de maîtriser une présentation orale et/ou écrite et d'aborder une discussion critique dans le domaine scientifique, (ex. rhétorique, éléments linguistiques, prononciation...) .
- la maîtrise des éléments d'argumentation critique à l'oral et/ou à l'écrit d'une publication scientifique
- une réflexion plus large sur leur place, leur intégration et leur rayonnement en tant que scientifiques dans la société, abordant des questions d'actualité, d'éthique, d'intégrité... .

## PRÉ-REQUIS

**Niveau B2 du CECRL.**

## COMPÉTENCES VISÉES

S'exprimer avec aisance à l'oral, devant un public, en usant de registres adaptés aux différents contextes et aux différents interlocuteurs.

Se servir aisément d'une langue vivante autre que le français : compréhension et expression écrites et orales :

- Comprendre un article scientifique ou professionnel rédigé en anglais sur un sujet relatif à leur domaine.
- Produire un écrit scientifique ou technique dans un anglais adapté, de qualité et respectant les normes et usages de la communauté scientifique anglophone.
- Interagir à l'oral en anglais : réussir ses échanges formels et informels lors des colloques, réunions ou entretiens professionnels.

## MOTS-CLÉS

Projet - Anglais scientifique - Rédaction - Publication - Communications - esprit critique scientifique - interculturel

| UE       | INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7BAU | Cours : 8h , TD : 8h , TP : 14h     | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BOITIER Vincent

Email : [vboitier@laas.fr](mailto:vboitier@laas.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaître l'architecture générale d'une chaîne d'instrumentation.

Etre capable de choisir et d'interfacer correctement les éléments composants une chaîne de mesures analogique ou numérique en fonction d'un cahier des charges.

Etre capable d'analyser une chaîne d'instrumentation afin de donner une estimation de l'incertitude de mesure

Maîtriser les bases du logiciel Labview pour des applications d'instrumentation.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

**CM/TD** En s'appuyant sur des exemples concrets de chaînes de mesures, les différents étages d'une chaîne analogique et l'association de ces étages sont présentés et analysés en statique (choix des gains, des plages d'entrée et de sortie, ...) et en dynamique (choix fréquence échantillonnage, filtrage, filtre anti-repliement, ...). Les protocoles de transmission numérique de l'information sont aussi abordés.

**TPs** : Rappel sur l'utilisation des appareils (oscilloscope, générateur de fonctions), Initiation au logiciel d'instrumentation **LabView** , utilisation d'une carte d'acquisition.

## PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique analogique et numérique, montages classiques à amplificateurs opérationnels, structure d'un CNA, d'un CAN, échantillonnage d'un signal.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Acquisition de données - Du capteur à l'ordinateur, G. Asch et al., 2011, Dunod Ed.

Traitement des signaux et acquisition de données - 5e éd. Cours et exercices corrigés, F. Cottet, 2020, Dunod Ed.

## MOTS-CLÉS

mesure, capteur, amplification, filtrage, conditionnement, filtre anti repliement, numérisation, échantillonnage, traitement numérique, résolution, étalonnage

| UE       | PROGRAMMATION EN C  | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7BBU | TD : 15h , TP : 15h | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOYET Hervé

Email : [herve.hoyet@univ-tlse3.fr](mailto:herve.hoyet@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction à la programmation en langage C a un niveau basique étudiants n'ayant jamais programmés. Ap-  
profondissement du langage pour les étudiants ayant déjà des bases de programmation en C.

Introduire les rudiments des méthodes numériques par différences finies.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappel sur le système d'exploitation UNIX/LINUXÉtude du langage CNotions générales, compilation (gcc), édi-  
tion de lien, directive de préprocesseur, librairies standardsStructure du fichiers sources, bloc de code, formatage  
du code, portée des variablestype de variables, représentation associée et limites associéesles tableaux 1D et  
2D, déclaration statiqueOpérateurs, priorité, règles de conversionmot clef du C et instructions exécutablesen-  
trées sorties formatéesles fonctions, notion de passage par valeurles pointeurs et déclaration dynamique des  
tableaux, création et suppressionles pointeurs et les fonctionsStructure, union, énumérationnotion de projet,  
notion de makefile, introduction à un environnement de développement intégré « code : :blocks »

Rappel ou introduction à un langage simple de programmation scientifique Matlab/Octaveutilisation conjointe  
des langages C et Matlab/Octave.

Application avec des exercices de programmations classique et avec des applications de méthodes numériques  
(Intégration numériques, résolution des EDO :oscillateur harmonique, oscillateur de Van der Pol résolutions des  
EDP : équation de diffusion de la chaleur de la chaleur ...)

## PRÉ-REQUIS

Niveau de mathématique de niveau usuel en Licence de Physique

Niveau élémentaire en algorithmique, connaissance de Matlab/Octave souhaitable

## COMPÉTENCES VISÉES

Connaissance et maîtrise du langage C.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Le guide complet du langage C , Claude Delanoy, Eyrolles, 2020
- Le C en 20 Heures, Eric Berthomier & Daniel Schang, Juin 2013
- Numerical Recipes : The Art of Scientific Computing Edition (2007), Cambridge University Press

## MOTS-CLÉS

LINUX, Langage C, Matlab/Octave, Méthodes numériques, différences finies

| UE       | MÉTROLOGIE ET TRAITEMENT STATISTIQUE | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7BCU | Cours : 6h , TD : 12h , TP : 6h      | Enseignement en français | Travail personnel<br>51 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCHAL Frédéric

Email : [frederic.marchal@univ-tlse3.fr](mailto:frederic.marchal@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Objectifs : savoir analyser, interpréter, présenter un résultat de mesure, de contrôle, d'analyse ou d'essai sous la forme : valeur numérique, unité, incertitude. Connaître les exigences normatives et les seuils de confiance dans les résultats des mesurages.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Bases de probabilités et de statistique : variables aléatoires discrètes et continues, fonction de répartition, probabilité et densité de probabilité, espérance mathématique, moments. Principales lois de probabilité. Calcul d'intervalles de confiance. Couples de variables aléatoires, lois jointes, corrélation, indépendance, lois conditionnelles, règle de Bayes, marginalisation, vecteurs aléatoires. Notion de convergence de lois.
- Statistiques sur un échantillon : fonction de répartition empirique, densité empirique, moments empiriques, loi des moments empiriques.
- Evaluation des incertitudes de mesures selon l'ISO 98
- Types d'incertitudes : Type A ; Type B
- Incertitude composée
- Incertitude élargie
- Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure

## COMPÉTENCES VISÉES

Savoir calculer une incertitude de mesure et savoir mettre en forme un résultat de mesure.  
Comprendre et analyser des phénomènes pouvant être décrits par des variables aléatoires.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

G. Saporta, Probabilités, analyse des données et statistique, Editions Technip, 1990.  
John A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Thomson Brooks/Cole, 2006  
La métrologie en 50 questions Auteur : CFM Éditeur : AFNOR

## MOTS-CLÉS

Probabilités, estimation paramétrique, estimation non paramétrique, tests d'hypothèses.  
Unités, Système international, Métrologie, incertitudes.

| UE       | MODÉLISATION DES PLASMAS  | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KENS7CAU | Cours : 14h , TP DE : 18h | Enseignement en français | Travail personnel<br>43 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FRETON Pierre

Email : [pierre.freton@laplace.univ-tlse.fr](mailto: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.

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

### Pratique de la modélisation des plasmas

- Développement d'un modèle pour une configuration d'arc stabilisé (plasma thermique) en supposant que le milieu est en équilibre thermodynamique local (ETL).
- Utilisation d'outils numériques permettant le calcul des propriétés de transport hors équilibre à partir de la connaissance de la fonction de distribution et des sections efficaces de collisions - Application à différentes configurations mettant en oeuvre des plasmas hors équilibre

## PRÉ-REQUIS

Outils mathématiques (équations différentielles, intégration, dérivation), Phénomènes de transport, Navier Stokes, Notions de programmation ( langage C )

## SPÉCIFICITÉS

L'enseignement sera réalisé en Français, en présentiel.

Un espace moodle est mis à disposition des étudiant pour les supports de cours, les outils et les échanges avec les enseignants du module.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Appréhender les notions de modélisations des plasmas hors équilibre et thermiques
- Utiliser les techniques numériques associées à la modélisation des plasmas thermiques (en particulier la méthode des volumes finis)
- Analyser des résultats issus de modélisation des plasmas hors équilibre et thermique

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Patankar S., ØNumerical Heat Transfer and Fluid FlowØ, CRC Press (1980)
- Rax J.M., ØPhysique des plasmasØ, Dunod (2005)
- S Vacquié, "L'arc électrique", CNRS édition

## MOTS-CLÉS

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

| UE       | COURS AU CHOIX 1    | 6 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| Sous UE  | Programmation en C  |                          |                           |
| KPFX7AB1 | TD : 15h , TP : 15h | Enseignement en français | Travail personnel<br>96 h |

[ [Retour liste des UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOYET Hervé

Email : [herve.hoyet@univ-tlse3.fr](mailto:herve.hoyet@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction à la programmation en langage C a un niveau basique étudiants n'ayant jamais programmés. Approfondissement du langage pour les étudiants ayant déjà des bases de programmation en C.

Introduire les rudiments des méthodes numériques par différences finies.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappel sur le système d'exploitation UNIX/LINUX  
Étude du langage C  
Notions générales, compilation (gcc), édition de lien, directive de préprocesseur, librairies standards  
Structure du fichiers sources, bloc de code, formatage du code, portée des variables  
type de variables, représentation associée et limites associées  
les tableaux 1D et 2D, déclaration statique  
Opérateurs, priorité, règles de conversion  
mot clef du C et instructions exécutables  
entrées sorties formatées  
les fonctions, notion de passage par valeur  
les pointeurs et déclaration dynamique des tableaux, création et suppression  
les pointeurs et les fonctions  
Structure, union, énumération  
notion de projet, notion de makefile, introduction à un environnement de développement intégré « code : :blocks »

Rappel ou introduction à un langage simple de programmation scientifique Matlab/Octave  
utilisation conjointe des langages C et Matlab/Octave.

Application avec des exercices de programmations classique et avec des applications de méthodes numériques (Intégration numériques, résolution des EDO : oscillateur harmonique, oscillateur de Van der Pol résolutions des EDP : équation de diffusion de la chaleur de la chaleur ...)

## PRÉ-REQUIS

Niveau de mathématique de niveau usuel en Licence de Physique

Niveau élémentaire en algorithmique, connaissance de Matlab/Octave souhaitable

## COMPÉTENCES VISÉES

Connaissance et maîtrise du langage C.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Le guide complet du langage C , Claude Delanoy, Eyrolles, 2020
- Le C en 20 Heures, Eric Berthomier & Daniel Schang, Juin 2013
- Numerical Recipes : The Art of Scientific Computing Edition (2007), Cambridge University Press

## MOTS-CLÉS

LINUX, Langage C, Matlab/Octave, Méthodes numériques, différences finies

| UE       | COURS AU CHOIX 1                       | 6 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Sous UE  | Métrologie et traitement statistique 1 |                          |                           |
| KPFX7AC1 | Cours : 6h , TD : 12h , TP : 6h        | Enseignement en français | Travail personnel<br>96 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCHAL Frédéric

Email : [frederic.marchal@univ-tlse3.fr](mailto:frederic.marchal@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Objectifs : savoir analyser, interpréter, présenter un résultat de mesure, de contrôle, d'analyse ou d'essai sous la forme : valeur numérique, unité, incertitude. Connaître les exigences normatives et les seuils de confiance dans les résultats des mesurages.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Bases de probabilités et de statistique : variables aléatoires discrètes et continues, fonction de répartition, probabilité et densité de probabilité, espérance mathématique, moments. Principales lois de probabilité. Calcul d'intervalles de confiance. Couples de variables aléatoires, lois jointes, corrélation, indépendance, lois conditionnelles, règle de Bayes, marginalisation, vecteurs aléatoires. Notion de convergence de lois.
- Statistiques sur un échantillon : fonction de répartition empirique, densité empirique, moments empiriques, loi des moments empiriques.
- Evaluation des incertitudes de mesures selon l'ISO 98
- Types d'incertitudes : Type A ; Type B
- Incertitude composée
- Incertitude élargie
- Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure

## COMPÉTENCES VISÉES

Savoir calculer une incertitude de mesure et savoir mettre en forme un résultat de mesure.  
Comprendre et analyser des phénomènes pouvant être décrits par des variables aléatoires.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

G. Saporta, Probabilités, analyse des données et statistique, Editions Technip, 1990.  
John A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Thomson Brooks/Cole, 2006  
La métrologie en 50 questions Auteur : CFM Éditeur : AFNOR

## MOTS-CLÉS

Probabilités, estimation paramétrique, estimation non paramétrique, tests d'hypothèses.  
Unites, Système international, Métrologie, incertitudes.

| UE       | COURS AU CHOIX 2          | 6 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Sous UE  | Diagnostics des Plasmas 2 |                          |                           |
| KENS9CC2 | Cours : 10h , TD : 14h    | Enseignement en français | Travail personnel<br>96 h |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DAP Simon

Email : [simon.dap@laplace.univ-tlse.fr](mailto:simon.dap@laplace.univ-tlse.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce second module de diagnostics propose d'aborder d'autres outils diagnostics complémentaires des techniques étudiées dans le premier module (spectroscopie d'émission optique et mesure de sondes électrostatiques), et principalement dédiés à la caractérisation et à la quantification des espèces lourdes du plasma (ions, atomes et molécules). Les diagnostics présentés sont la spectroscopie d'absorption (laser et IR, multi-passage, CRDS), la fluorescence induite par laser et la spectrométrie de masse.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La spectroscopie d'émission optique n'est pas sensible aux espèces lourdes non radiatives présentes dans les plasmas. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre d'autres techniques pour dépasser cette contrainte. Les techniques d'absorption, de fluorescence induite par laser et de spectrométrie de masse sont parmi les techniques les plus utilisées pour répondre à cette problématique. Là encore, le principe de fonctionnement de ces techniques, les aspects matériels et pratiques et les modèles théoriques employés pour exploiter les mesures seront successivement étudiés et illustrés par des cas concrets obtenus en laboratoire. Des visites des dispositifs expérimentaux seront réalisées.

## PRÉ-REQUIS

Module de diagnostic de base, notions de base en physique des plasmas et en physique atomique.

## SPÉCIFICITÉS

L'enseignement est dispensé en français.

## COMPÉTENCES VISÉES

- maîtriser les concepts de base inhérents aux différents outils diagnostic
- identifier les diagnostics susceptibles de fournir l'information recherchée
- exploiter les résultats obtenus expérimentalement pour en déduire les grandeurs recherchées

## MOTS-CLÉS

Spectrométrie de masse, spectroscopie d'absorption, fluorescence induite par laser

| UE       | COURS AU CHOIX 2    | 6 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| Sous UE  | Programmation en C  |                          |                           |
| KPFX7AB1 | TD : 15h , TP : 15h | Enseignement en français | Travail personnel<br>96 h |

[ [Retour liste des UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOYET Hervé

Email : [herve.hoyet@univ-tlse3.fr](mailto:herve.hoyet@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction à la programmation en langage C a un niveau basique étudiants n'ayant jamais programmés. Approfondissement du langage pour les étudiants ayant déjà des bases de programmation en C.

Introduire les rudiments des méthodes numériques par différences finies.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappel sur le système d'exploitation UNIX/LINUX  
Étude du langage C  
Notions générales, compilation (gcc), édition de lien, directive de préprocesseur, librairies standards  
Structure du fichiers sources, bloc de code, formatage du code, portée des variables  
type de variables, représentation associée et limites associées  
les tableaux 1D et 2D, déclaration statique  
Opérateurs, priorité, règles de conversion  
mot clef du C et instructions exécutables  
entrées sorties formatées  
les fonctions, notion de passage par valeur  
les pointeurs et déclaration dynamique des tableaux, création et suppression  
les pointeurs et les fonctions  
Structure, union, énumération  
notion de projet, notion de makefile, introduction à un environnement de développement intégré « code : :blocks »

Rappel ou introduction à un langage simple de programmation scientifique Matlab/Octave  
utilisation conjointe des langages C et Matlab/Octave.

Application avec des exercices de programmations classique et avec des applications de méthodes numériques (Intégration numériques, résolution des EDO : oscillateur harmonique, oscillateur de Van der Pol résolutions des EDP : équation de diffusion de la chaleur de la chaleur ...)

## PRÉ-REQUIS

Niveau de mathématique de niveau usuel en Licence de Physique

Niveau élémentaire en algorithmique, connaissance de Matlab/Octave souhaitable

## COMPÉTENCES VISÉES

Connaissance et maîtrise du langage C.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Le guide complet du langage C , Claude Delanoy, Eyrolles, 2020
- Le C en 20 Heures, Eric Berthomier & Daniel Schang, Juin 2013
- Numerical Recipes : The Art of Scientific Computing Edition (2007), Cambridge University Press

## MOTS-CLÉS

LINUX, Langage C, Matlab/Octave, Méthodes numériques, différences finies

|                 |                                               |                          |                                |
|-----------------|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>CHIMIE DES SURFACES ET PROCÉDÉS PLASMA</b> | <b>6 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KENS7CDU</b> | Cours : 15h , TD : 9h                         | Enseignement en français | Travail personnel<br>126 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAQUINEAU Hubert

Email : [hubert.caquineau@laplace.univ-tlse.fr](mailto:hubert.caquineau@laplace.univ-tlse.fr)

COLLIN Fabrice

Email : [fabrice.collin@univ-tlse3.fr](mailto:fabrice.collin@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les connaissances nécessaires pour mettre en œuvre de l'ingénierie de surfaces, que ce soit à l'interface solide/air, solide/liquide ou liquide/liquide. Acquérir des connaissances de base en physique et en chimie des plasmas pour comprendre les procédés de dépôt assisté par plasma froid. Aborder les notions techniques à l'interface de deux champs disciplinaires, la physique et la chimie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

**Chimie** : briques élémentaires constitutives de dispersions dont polymères, présentation des précurseurs chimiques pour procédés plasma, stabilité des colloïdes, notions de nucléation et de croissance.

**Plasma** : généralités ; base de physique des décharges dans les gaz, introduction aux procédés radio-fréquence ; différents types de procédé de dépôt assisté par plasma froid ; les grands procédés de traitement de surface et de dépôt assisté par plasma.

Des cours, conférences et ateliers seront proposés aux étudiants dans le cadre de cette UE.

### PRÉ-REQUIS

Chimie générale et chimie moléculaire niveau licence

### COMPÉTENCES VISÉES

**Chimie** : savoir choisir les meilleurs précurseurs pour l'obtention de surfaces et interfaces désirées ; concevoir un protocole expérimental de traitement de surface par plasma froid et en proposer une optimisation ; connaître les différentes techniques de caractérisation associées.

**Plasma** : 1) Connaître les principes théoriques de la physique et de la chimie d'un réacteur plasma 2) Être en mesure d'analyser le fonctionnement d'un réacteur plasma 2) Reconnaître les procédés plasma et pouvoir les comparer 3) Choisir et mettre en œuvre un procédé plasma pour répondre à une demande.

### MOTS-CLÉS

traitement de surface, colloïdes, nanoparticules, plasmas froids, polymères

|                 |                                         |                          |                                |
|-----------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>APPLICATIONS DES PLASMAS</b>         | <b>13 ECTS</b>           | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Plasmas pour l'aéronautique et l'espace |                          |                                |
| <b>KENS8AA1</b> | Cours : 15h , TD : 25h                  | Enseignement en français | Travail personnel<br>220 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CALLEGARI Thierry

Email : [thierry.callegari@laplace.univ-tlse.fr](mailto:thierry.callegari@laplace.univ-tlse.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Des plasmas spatiaux aux plasmas thermiques en passant par les plasmas froids hors-équilibre à basse et haute pression, ce cours, constitué de 4 parties, a pour objectif de donner aux étudiants des connaissances approfondies sur le rôle d'un champ magnétique dans un plasma, sur la thermodynamique des milieux réactifs et sur les écoulements en lien avec le domaine aéronautique et spatial.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### Partie I - Plasmas magnétisés (10h)

Présentation des différents concepts. Etude détaillée du propulseur de Hall pour le contrôle de trajectoire des satellites, fonctionnement général, spécificités liées à la présence du champ magnétique et physique associée.

### Partie II - Thermodynamique des milieux réactifs (12h)

Lois de la thermodynamique, fonctions thermodynamiques, spécificités associées aux plasmas et aux milieux réactifs, potentiels chimiques, conditions d'équilibre. Loi d'action de masse avec cas particuliers. Détermination de la composition d'un plasma.

### Partie III - Combustion assistée par plasma et contrôle d'écoulement (4h)

Principes physiques en jeu. Focus sur les décharges nanoseconde impulsives et les décharges micro-ondes pour la combustion. Contrôle des écoulements dans les plasmas et les fluides mono et diphasiques. Contrôle des interfaces liquide-vapeur.

### Partie IV - Plasmas astrophysiques (8h)

Ordering caractéristique des plasmas astrophysiques et héliosphériques. Equations MHD pour la description du vent solaire et ses perturbations, théorème du gel, ondes d'Alfvén. Modèle de magnétosphère et de frontières. Théorie de formation des aurores polaires.

## PRÉ-REQUIS

UE Physique des plasmas

UE Sources plasmas

## COMPÉTENCES VISÉES

### Partie I

Maîtriser les grandeurs caractéristiques utilisées en propulsion plasma. Connaître les effets engendrés par la présence d'un champ magnétique,  $\mathbf{B}$  dans un plasma. Physique des instabilités associées à un champ  $\mathbf{B}$  statique non uniforme. Savoir décrire le fonctionnement et les problématiques actuelles autour des propulseurs pour satellite.

### Partie II

Connaître les lois de la thermo et les spécificités associées à la présence d'espèces chimiques actives. Connaître les différentes lois associées à un plasma thermique et en identifier les conditions d'équilibre. Savoir calculer la composition et les propriétés thermodynamiques d'un plasma.

### Partie III

Connaître les mécanismes phys. associés à la combustion assistée par plasma. Savoir identifier les différentes forces à l'origine du contrôle d'écoulement selon le type de milieu et en déterminer un ordre de grandeur.

### Partie IV

Maîtriser la description du vent solaire, des différents régimes de vents, ainsi que des perturbations les plus communes. Connaître la description de la magnétosphère, du choc d'étrave, de la magnétopause et de leur dépendance avec la dynamique du vent solaire. Connaître les principes de formation des aurores polaires.

|                 |                                           |                          |                                |
|-----------------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>APPLICATIONS DES PLASMAS</b>           | <b>13 ECTS</b>           | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Plasmas pour l'énergie et l'environnement |                          |                                |
| <b>KENS8AA2</b> | Cours : 15h , TD : 25h                    | Enseignement en français | Travail personnel<br>220 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAQUINEAU Hubert

Email : [hubert.caquineau@laplace.univ-tlse.fr](mailto:hubert.caquineau@laplace.univ-tlse.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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) Définir et quantifier les échanges d'énergie dans un plasma thermique, application à plusieurs dispositifs industriels et 4) la technique de spectrométrie de masse appliquée au milieux 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.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Etre capable d'estimer les pertes d'énergie dans un plasma thermique
- comparer les procédés plasma pour sélectionner une technique appropriée dans un cadre applicatif
- Expliquer le fonctionnement des divers procédés plasma

## 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.

|                 |                                 |                          |                                |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>APPLICATIONS DES PLASMAS</b> | <b>13 ECTS</b>           | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Plasmas pour le biomédical      |                          |                                |
| <b>KENS8AA3</b> | Cours : 10h , TD : 15h          | Enseignement en français | Travail personnel<br>220 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MERBAHI Nofel

Email : [merbahi@laplace.univ-tlse.fr](mailto: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.

|                 |                     |                             |                                |
|-----------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>COURS CANADA</b> | <b>16 ECTS</b>              | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Cours Canada 1      |                             |                                |
| <b>KENS8CA1</b> | Cours : 45h         | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>310 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

|                 |                     |                             |                                |
|-----------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>COURS CANADA</b> | <b>16 ECTS</b>              | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Cours Canada 2      |                             |                                |
| <b>KENS8CA2</b> | Cours : 45h         | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>310 h     |

[\[ Retour liste des UE \]](#)

## TERMES GÉNÉRAUX

### SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

### DÉPARTEMENT

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

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

### UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en 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 des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

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

## LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

## LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant·e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant·e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

## DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT·E RÉFÉRENT·E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant·e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant·e, l'équipe pédagogique et l'administration.

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

### TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD 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 et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et 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 de 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.

## SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

## SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.



