Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Mécanique

M2 MEC/NRJ - Dynamique des fluides, Energétique et Transferts

http://www.fsi.univ-tlse3.fr/
http://www.mecanique-energetique.ups-tlse.fr/

2026 / 2027

20 NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

PRÉSENTATION 3

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 3

Mention Mécanique 3

Parcours 3

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 MEC/NRJ - Dynamique des fluides, Energétique et Transferts 3

RUBRIQUE CONTACTS 5

CONTACTS PARCOURS 5

CONTACTS MENTION 5

CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Méca 5

Tableau Synthétique des UE de la formation 6

LISTE DES UE 9

GLOSSAIRE 39

TERMES GÉNÉRAUX 39

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 39

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 40

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION MÉCANIQUE

La mention de master Mécanique propose une formation scientifique pluridisciplinaire dans les domaines de la mécanique des fluides, mécanique des structures, de l'énergétique et des transferts thermiques.
Elle couvre un large éventail de domaines d'application, depuis l'aéronautique, l'espace et les transports jusqu'à l'environnement, la santé et le secteur de l'énergie. Les deux années de master permettent aux étudiants d'acquérir les compétences opérationnelles, scientifiques et techniques dans les domaines de la mécanique et de l'énergétique en maîtrisant à la fois les connaissances fondamentales (théories et concepts) du domaine et les méthodes (démarche et outils) à mettre en œuvre pour la résolution de problématiques issues de l'industrie ou de la recherche académique.
Les diplômés ont accès à des postes d'ingénieur ou de cadre dans l'industrie, en bureau d'études ou en recherche et développement (R&D), ou poursuivent leur projet professionnel dans le cadre d'une thèse de doctorat avec en perspective les métiers de la recherche, dans un cadre académique (chercheur, enseignant-chercheur) ou industriel (ingénieur-chercheur, ingénieur R&D).

PARCOURS

Le Master Dynamique des Fluides, Énergétique et Transferts (DET) est une formation à bac+5 ouverte sur les métiers de l'ingénierie dans les secteurs de la Mécanique des fluides et de l'Énergétique. Il ouvre à l'intégration professionnelle dans le secteur industriel ou la poursuite en thèse de Doctorat.
Le parcours DET est un parcours des mentions Mécanique et Énergie co-accréditées par l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier, l'INP de Toulouse, l'INSA de Toulouse, l'IMT MInes Albi et l'ISAE-SupAéro.
Le Master DET peut :

- être obtenu au travers d'un parcorus dans la mention Energie (le M1 est alors commun avec le M1 du parcours FlowRed de cette mention)
- être obtenu au travers d'un parcours dans la mention Mécanqiue (le M1 est alors commun avec celui du parcours MSME de cette mention).

Dans les deux cas, le M2 DET est identique et les étudiants des deux mentions sont mélangés.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 MEC/NRJ - DYNAMIQUE DES FLUIDES, ENERGÉTIQUE ET TRANSFERTS

Le Master DET a pour objectifs de :

- Former des ingénieurs mécaniciens ou énergéticiens dans les domaines de la mécanique des fluides, des transferts thermiques et de l'énergétique.
- Compléter les connaissances fondamentales du Master 1 en y apportant des savoirs et compétences professionnelles avancées en ingénierie ouverts sur l'innovation, la recherche et le développement dans les domaines de la mécanique des fluides et de l'énergétique.
- Former des diplômés capables d'occuper des fonctions d'encadrement dans différents secteurs de l'industrie (transport, aéronautique, espace, automobile, énergie, environnement, etc.) dans le privé ou le public, au sein de grandes entreprises, de PME-PMI ou de laboratoires.
- Former des ingénieurs modélisation et calculs capables de s'intégrer dans un bureau d'étude, recherche et développement,
- Permettre aux diplômés de s'intégrer et d'évoluer dans un environnement professionnel.
- Permettre aux diplômés de débuter une thèse de Doctorat dans les domaines de la mécanique des fluides et de l'énergétique.

— Mettre les diplômés en capacité de communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et dans au moins une langue étrangère et de maintenir une veille technologique et scientifique dans les domaines de la mécanique et de l'énergétique.
— Mettre les diplômés en capacité de conduire un projet scientifique en autonomie dans un cadre collaboratif.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 MEC/NRJ - DYNAMIQUE DES FLUIDES, ENERGÉTIQUE ET TRANSFERTS

BERGEON Alain
Email : abergeon@imft.fr

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr Téléphone : 0534325816

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

CHAGNON Amelie
Email : amelie.chagnon@utoulouse.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION MÉCANIQUE

BERGEON Alain
Email : abergeon@imft.fr

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr Téléphone : 0534325816

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.MÉCA

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

AUBERT Jean-Emmanuel
Email : jean-emmanuel.aubert@univ-tlse3.fr

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

VARLET Julie
Email : julie.varlet@utoulouse.fr

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	e-Cours	Cours-TD	e-Cours-TD	TD	TP	Projet	Stage*
Premier semestre													
Choisir 4 UE parmi les 10 UE suivantes :													
23	KMKD9OAU	CONTRÔLE DES ÉCOULEMENTS (CONTROLE_ECOULEMENT)	I	3	O			20					
24	KMKD9OBU	DYNAMIQUE TOURBILLONNAIRE (DYN TOURB)	I	3	O			20	1				
25	KMKD9OCU	THERMODYNAMIQUE ET AUTO-ORGANISATION (THERM AUTO-ORG)	I	3	O			20					
26	KMKD9OFU	MICROHYDRODYNAMIQUE (MICROHYDRO)	I	3	O			20					
27	KMKD9OGU	ACOUSTIQUE	I	3	O			10			10		
28	KMKD9OHU	TRANSFERTS DE CHALEUR AVEC CHANGEMENT D'ÉTAT LIQUIDE-VAPEUR	I	3	O			20					
29	KMKD9OIU	EXTERIEUR ENSEEIHT 1	I	3	O			20					
30	KMKD9OJU	EXTERIEUR ENSEEIHT 2	I	3	O			20					
31	KMKD9OMU	ANALYSE ET TRAITEMENT DE DONNÉES (AnaTraitDon)	I	3	O	8					24		
32	KMKD9ONU	INTERACTION FLUIDE-STRUCTURE (IFS)	I	3	O	8				4	14		
Choisir 4 UE parmi les 8 UE suivantes :													
22	KMKD9AIU	TURBULENCE	I	3	O	15	1						
	KMKD9ABU	AÉROSOLS ET SUSPENSIONS	I	3	O								
13	KMKD9AB1	Aérosols et suspensions UPS				7,5							
14	KMKD9AB2	Aérosols et suspensions INPT				7,5							
	KMKD9ACU	COMBUSTION (COMBUSTION)	I	3	O								
16	KMKD9AC2	Combustion INPT				7,5							
15	KMKD9AC1	Combustion UPS				7,5							

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	e-Cours	Cours-TD	e-Cours-TD	TD	TP	Projet	Stage*
17	KMKD9ADU	ECOULEMENTS DIPHASIQUES ET CHANGEMENT DE PHASE	I	3	O	15							
18	KMKD9AEU	AÉROACOUSTIQUE (AEROACOUSTIQUE)	I	3	O	15							
19	KMKD9AFU	INSTABILITÉS HYDRODYNAMIQUES	I	3	O	15							
20	KMKD9AGU	DYNAMIQUE DES ÉCOULEMENTS INCOMPRESSIBLES	I	3	O	15							
21	KMKD9AHU	PHYSIQUE DU RAYONNEMENT ET APPROCHE STATISTIQUES	I	3	O	15							
	KMKD9AAU	OUTILS NUMERIQUES	I	6	O								
11	KMKX9AC1	Programmation de modèles (ProgMod)									24		
10	KMKX9AA4	Simulation Numérique en Dynamique des Fluides (CFD) (CFD)				6					18		
Second semestre													
38	KMKDAAVU	ANGLAIS	II	3	O					24			
	KMKDAAAU	PROFESSIONNALISATION	II	3	O								
33	KMKXAAA1	Introduction à l'entreprise (IntroEntre)				12							
34	KMKXAAA2	Insertion Professionnelle (InsProf)				12							
	KMKDAABU	RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	II	3	O								
35	KMKDAAB1	Recherche bibliographique 1				4							
36	KMKDAAB2	Recherche bibliographique 2										25	
37	KMKDAACU	STAGE	II	21	O								1

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

LISTE DES UE

UE	OUTILS NUMERIQUES	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation Numérique en Dynamique des Fluides (CFD) (CFD)		
KMKX9AA4	Cours : 6h , TP : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 102 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MASI Enrica
Email : enrica.masi@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La complexité géométrique ou physique des problèmes de recherche ou industriels mettant en jeu des fluides est telle que le recours à la simulation numérique (CFD) est devenu indispensable. La CFD permet en effet de prédire le comportement d'un écoulement fluide dans des configurations qui seraient peu ou pas accessibles par l'expérience. Elle s'appuie sur la modélisation théorique et numérique des écoulements fluides ; une grande attention doit donc se consacrer au choix des modèles/méthodes/approches appropriés. Cette UE a pour objet de former à la mise en œuvre de la chaîne d'opérations associée à une simulation numérique, du pré-traitement, au calcul, à la validation et à l'analyse des résultats.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Présentation générale de la CFD (rappels) et son utilisation dans les applications industrielles.
- Approches numériques utilisées en CFD (DNS, LES, RANS, eulériennes, lagrangiennes, incompressibles, compressibles, à densité variable ; etc).
- Les trois étapes de la CFD :
  - Pré-traitement (réalisation d'un maillage, choix des conditions initiales et aux limites). Utilisation d'outils de maillage et visualisation (Salomé, Paraview, etc.).
  - Simulation numérique (choix des approches/méthodes, critères de convergence et stabilité). Utilisation de codes open-source (OpenFOAM, Code_Saturne, etc.).
  - Post-traitement (outils/techniques de post-traitement, critères d'analyse). Utilisation d'outils de post-traitement / visualisation (Paraview, VisIt, etc.).

Méthode de travail par mini-projets ou bureaux d'étude suivis à travers des séances de TP.

PRÉ-REQUIS

Cours de M1 : mécanique des fluides, simulation numérique, méthodes numériques, modélisation de la turbulence

COMPÉTENCES VISÉES

- Mettre en œuvre une simulation numérique prédictive d'un problème physique (ou multi-physique) mettant en jeu des fluides en utilisant un code de calcul existant
- Analyser les résultats d'une simulation numérique locale et instantanée (2D / 3D)
- Valider la méthodologie/approche de résolution en appliquant des post-traitements adéquats
- Identifier et mettre en œuvre une optimisation pertinente du modèle physique et/ou numérique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Computational Fluid Dynamics for Engineers, B. Andersson, R. Andersson, L. Hakansson, M. Mortensen, R. Sudiyo, B. van Wachen, Cambridge University Press, 2012
- Computational Fluid Dynamics, T.J. Chung, Cambridge University Press, 2002

MOTS-CLÉS

CFD, codes de calcul, logiciels de maillage, logiciels de visualisation, écoulements laminaires / turbulents

UE	OUTILS NUMERIQUES	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Programmation de modèles (ProgMod)		
KMKX9AC1	TP : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 102 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AIRIAU Christophe
Email : christophe.airiau@imft.fr

BEDAT Benoit
Email : bedat@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La résolution de beaucoup de problèmes d'ingénierie passe par une étape de modélisation analytique ou semi-analytique. Le modèle ainsi obtenu doit être simulé afin d'obtenir les résultats importants caractéristiques du problème. Dans cette UE on se propose de modéliser et résoudre divers problèmes dans les domaines d'applications du master sur la base d'une programmation en langage Python, en suivant des règles strictes de la programmation objet « propre » (clean code).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Retour sur le Python basique et ses fonctionnalités
- Programmation propre
- Modules scientifiques du Python, pour le calcul, la visualisation et le traitement de données, l'optimisation, les régressions, ...
- Programmation orientée objet
- Initiation au « Machine learning »

Apprentissage par mini projets ou bureau d'études pour s'améliorer en modélisation numérique sur des exemples en lien avec les domaines disciplinaires des masters MSME, DET ou FLowERED.

PRÉ-REQUIS

Programmation de base en langage Python

COMPÉTENCES VISÉES

Proposer, développer, analyser et valider une modélisation et une simulation numérique

- Développer un modèle numérique caractérisant la physique d'un problème avec une approche adaptée aux domaines disciplinaires des masters concernés
- Implémenter une solution numérique ou algorithmique adaptée à un problème donné
- Mettre en place, valider et analyser une méthodologie de résolution et une simulation numérique d'un problème (multiphysique) régit par des EDP ou des EDO en appliquant des pré- ou post-traitements adéquats
- Implémenter et simuler un modèle numérique d'un système multi-physique, par une approche système modulaire
- Identifier et mettre en œuvre une optimisation pertinente d'un modèle physique ou numérique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Apprenez à programmer en Python, V. Le Goff, éd. Le livre du zéro, 2011
2. Python, crash course. E. Matthes, 2019
3. Numerical Python, Scientific computing and data science applications with Numpy and Matplotlib. R. Johansson. 2019

MOTS-CLÉS

Programmation avancée, Python, ODE, visualisation, traitement de données, programmation objet, classes, « clean code »

UE	AÉROSOLS ET SUSPENSIONS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Aérosols et suspensions UPS		
KMKD9AB1	Cours : 7,5h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h
URL	https://sites.google.com/view/masterdet/m2-det-contenu/		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FEDE Pascal
Email : pascal.fede@imft.fr

UE	AÉROSOLS ET SUSPENSIONS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Aérosols et suspensions INPT		
KMKD9AB2	Cours : 7,5h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h
URL	https://sites.google.com/view/masterdet/m2-det-contenu/		

[Retour liste des UE]

UE	COMBUSTION (COMBUSTION)	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Combustion UPS		
KMKD9AC1	Cours : 7,5h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h
URL	https://sites.google.com/view/masterdet/m2-det-contenu/combustion		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SCHULLER Thierry
Email : Thierry.Schuller@imft.fr

UE	COMBUSTION (COMBUSTION)	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Combustion INPT		
KMKD9AC2	Cours : 7,5h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h
URL	https://sites.google.com/view/masterdet/m2-det-contenu/combustion		

[Retour liste des UE]

UE	ECOULEMENTS DIPHASIQUES ET CHANGEMENT DE PHASE	3 ECTS	1er semestre
KMKD9ADU	Cours : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les écoulements avec changement de phase se rencontrent dans nombre de systèmes aussi bien naturels que industriels. Ils sont notamment importants dans la sureté nucléaire, les échangeurs de chaleur (notamment dans les applications spatiales et les micro-échangeurs), les procédés d'enduction, la géothermie... Dans ces exemples la compréhension des mécanismes physiques des changements de phase est essentielle. Ces dernières années de nombreuses études à l'IMFT ont été menées dans cette thématiques à travers des thèses financées par les organismes de recherche (CEA, IRSN, ESA/CNES...) et des industriels (SNECMA, Thales, AIRBUS Defense and Space...

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours se propose d'introduire les concepts de base : thermodynamique des interfaces, équilibre entre phase, théorie de le nucléation homogène et hétérogène, mouillage et angle de contact. Ces concepts seront couplés aux écoulements pour caractériser les transferts de masse et d'énergie. Des exemples illustratifs seront pris dans les études précédemment menées.

- Rappel de thermodynamique : équilibre entre deux phases, tension de surface, équation de Laplace, nucléation homogène, mouillage, angle de contact, nucléation hétérogène
- Equations bilan et conditions de saut aux interfaces (masse, quantité de mouvement et enthalpie)
- Evaporation, ébullition en vase et condensation : évaporation d'une goutte en milieu infini ou sur paroi (température de Leidenfrost), courbe d'ébullition (ébullition nucléée, flux critique, ébullition en film...), croissance de bulle (Rayleigh-Plesset), détachement...
- Ebullition et condensation convective : régime d'écoulement, caractérisation des transferts thermiques

COMPÉTENCES VISÉES

.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Van P. Carey, Liquid Vapor Phase Change phenomena. Taylor and Francis, 1992
- Bulles, gouttes, perles et ondes, D. Quéré et al. Belin, 2004.

MOTS-CLÉS

Écoults dipha., évaporation, condensation, ébullition, transfert de chaleur, nucléation, mouillage, convection, croissance de bulles

UE	AÉROACOUSTIQUE (AEROACOUSTIQUE)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9AEU	Cours : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h
URL	https://sites.google.com/view/masterdet/m2-det-contenu/a%{}C3%{}A9roacoustique		

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'aéroacoustique s'intéresse aux mécanismes physiques gouvernant la production et la propagation sonore dans les écoulements. Les ondes acoustiques étant généralement inférieures de quelques ordres de grandeur aux fluctuations aérodynamiques qui leur ont donné naissance, l'étude de ces mécanismes est très délicate, tant sur le plan expérimental que sur le plan numérique. Elle nécessite en particulier une connaissance fine et précise des mécanismes instationnaires en aérodynamique compressible. Pour ces raisons, elle reste encore un domaine très actif en recherche (compréhension, modélisation, contrôle).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Introduction a l"aéroacoustique
2. Sources mobiles et effets d'écoulement
3. Théorie de Lighthill et bruit de jet
4. Analogie de Ffowcs-Williams & Hawkings
5. Extension aux écoulements en présence de surfaces : bruit de profil et d'hélice libre
6. Notions d'aéroacoustique numérique : enjeux et contraintes
7. Apports de l'approche expérimentale : spécificités et challenges

COMPÉTENCES VISÉES

Ce cours s'adresse à des étudiants ayant une bonne formation de base en mécanique des fluides et un intérêt pour les mécanismes instationnaires. Le principal objectif de ce cours est de transmettre à l'étudiant de Master des notions fondamentales d'aéroacoustique pour lui permettre de comprendre la physique des problèmes d'aéroacoustiques dont la formulation est complexe.

1. D'analyser des phénomènes de propagation acoustique avec et sans écoulement
2. D'expliquer les principes de base de la résolution des problèmes d'aéroacoustique
3. D'identifier les principaux mécanismes de génération de bruit d'origine aérodynamique
4. De discuter des outils (modèles, méthodes numériques et expérimentales) existants
5. De parler du positionnement actuel de la recherche sur la problématique

MOTS-CLÉS

Aéroacoustique, phénomènes instationnaires, écoulements, compressibles, turbulence, instabilités, ondes, analogies acoustiques

UE	INSTABILITÉS HYDRODYNAMIQUES	3 ECTS	1er semestre
KMKD9AFU	Cours : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FABRE David
Email : david.fabre@imft.fr

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Introduction aux systèmes dynamiques :
Portrait de phase, attracteurs, bifurcations. Croissance exponentielle et algébrique. Exemples de systèmes à petit nombre de degrés de liberté. Scénarios de transition vers le chaos
Instabilités de fluides au repos :
Gravitationnelle (Rayleigh-Taylor), Thermique (Rayleigh-Bénard), Capillaire (Rayleigh-Plateau).
Instabilités d'écoulements parallèles :
Instabilité de cisaillement (Kelvin-Helmholtz). Equations de Rayleigh et Orr-Sommerfeld, théorèmes de Squire et de Rayleigh. Instabilité temporelle et spatiale, convective et absolue.
Instabilités d'écoulements axisymétriques :
Tourbillons et jets tournants Ecoulement de Couette-Taylor :
Instabilités de couche limite :
Instabilités modales (Tollmien-Schlichting) Instabilités non-modales (streaks-vortices) Effet de la courbure (Görtler). Scénarios de transition à la turbulence.
Instabilités de jets et sillages :
Points de vue local et global. Méthodes de résolution d'un problème global. Sillage de cylindres (Bénard-Karman) et d'objets tridimensionnels. Sensitivité : méthodes adjointes, wavemaker. Dynamique non linéaire : méthodes de résolution faiblement-non-linéaire et self-consistent.

UE	DYNAMIQUE DES ÉCOULEMENTS INCOMPRESSIBLES	3 ECTS	1er semestre
KMKD9AGU	Cours : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRANCHER Pierre
Email : brancher@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Une première partie introductive met en place l'approximation d'écoulement incompressible qui sera la base des modèles traités dans ce cours. La deuxième partie s'appuie surla notion de vorticité comme marqueur physique permettant de différencier dans de nombreuses applications les régions d'écoulement potentiel et les zones à fort rotationnel, souvent localisées. Un autre marqueur fondamental, l'inertie, est le fil rouge de la troisième partie. Le rôle de l'inertie est d'abord abordé en creux en étudiant le cas de l'approximation de Stokes, puis quasi-parallèles, avant d'introduire les premières corrections inertielles et leurs effets marquants. Une dernière partie traitera des modèles d'écoulements incompressibles dominés par les effets de gravité ou de Coriolis.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- **De l'incompressibilité** Eléments cinématiques et dynamiques, aspects thermodynamiques, nombre de Mach, écoulement isovolume, propriétés, décomposition de Helmholtz,équations de Navier-Stokes incompressibles [1 séance].
- **De la vorticité** Cinématique de la vorticité, théorème de Biot-Savart, équation de Crocco, équation et théorèmes de Helmholtz, mécanismes physiques associés à la vorticité, vorticité pariétale et couche limite, écoulement localement irrotationnel, intégrale première, paradoxe de d'Alembert, exemples d'écoulement potentiel 3D, instationnarité et masse ajoutée [4 séances].
- **De l'inertie** De Euler à Reynolds,approximation de Stokes, propriétés, dynamique des écoulements-non inertiels, effets non triviaux (tourbillons de Moffatt), limite de l'approximation de Stokes, écoulements quasi-parallèles et films minces, corrections inertielles, apparition des effets d'inertie (asymétrie, décollements) [3 séances].
- **De la gravité, et autres forces à distance** Modélisation en eau peu profonde, approximation(s) de Boussinesq, référentiel tournant, modèles géophysiques, équilibre géostrophique, colonnes de Taylor, structuration des écoulements et ondes [2 séances]

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Batchelor G. K.An Introduction to Fluid Dynamics.
Guyon E. , Hulin J.-P., Petit L.Hydrodynamique Physique.
Kundu P. K., Cohen I. M. Fluid Mechanics.

UE	PHYSIQUE DU RAYONNEMENT ET APPROCHE STATISTIQUES	3 ECTS	1er semestre
KMKD9AHU	Cours : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h
URL	https://sites.google.com/view/masterdet/m2-det-contenu/physique-du-rayonnement		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FOURNIER Richard
Email : richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Profiter de la spécificité du rayonnement pour clarifier les conditions de validité des approches macroscopiques usuelles (équations de Navier-Stokes-Fourier)
- Apprendre à raisonner en termes cinétiques (dans le cas linéaire)
- Prendre des repères face à la complexité des spectres de raies des gaz usuels

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Description statistique d'un ensemble de particules

- Fonction de distribution et grandeurs macroscopiques usuelles
- Equation de Boltzmann à l'équilibre
- L'hypothèse d'équilibre thermodynamique local
- Le cas particulier du rayonnement : l'Equation de Transfert Radiatif (ETR)
- Point de vue énergétique : le flux radiatif et sa divergence

Formulation intégrale et interprétation statistique des solutions de l'ETR

- Quelques limites (milieu froid, limite optiquement mince, limite optiquement épaisse)
- Solution de l'ETR dans le cas général
- Chemins de multi-diffusion/multi-réflexion et atténuation exponentielle le long d'un chemin
- Interprétation statistique de la solution générale de l'ETR
- Point de vue énergétique : bilan radiatif d'un volume ou d'une surface, formulation en Puissances Nettes Echangées

Intégration fréquentielle

- Intégration fréquentielle de la solution de la solution de l'ETR, problème de fermeture
- Le cas particulier des gaz moléculaires (H20, CO2, CH4, CO Un exemple de modèle statistique à bande étroite et de mise en oeuvre du modèle de Malkmus

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Goody and Yung, ØOxford University Press, New York, 1995.
Modest MF.,academic press, 3rd edition, 2013.
Case K. M., & Zweifel P. F., 1967.

MOTS-CLÉS

Transport corpusculaire, rayonnement d'équilibre, équation de Boltzmann, équation de transfert radiatif, hypothèse d'équilibre thermodynamique local etc.

UE	TURBULENCE	3 ECTS	1er semestre
KMKD9AIU	Cours : 15h , e-Cours : 1h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Nous souhaitons apporter une compréhension approfondie des aspects fondamentaux de la turbulence. Ces points seront complétés par une présentation de résultats récents afin de permettre aux étudiants et étudiantes d'aborder les thèmes majeurs de la recherche actuelle sur la turbulence hydrodynamique et de savoir mettre en œuvre ces concepts pour la modélisation des systèmes multiphysiques dans lesquelles le couplage avec la turbulence est primordial.

- Aspects multiéchelles et outils statistiques et cascade d'énergie.
- Introduire les aspects liés à la cascade d'énergie de Kolmogorov et à l'intermittence en se basant sur les modèles classiques
- Présentation de résultats récents en lagrangien et en eulerien.
- Faire un lien avec les aspects de mélange et de dispersion

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1ère partie « Aspects fondamentaux de la turbulence » :
- Echelles de la turbulence,
- Hypothèses d'homogénéité et d'isotropie locale
- Cascade d'énergie cinétique
- Théorie de Kolmogorov
- Représentation spectrale, bilan d'énergie et lien avec les équations de Navier-Stokes

2ième partie « Intermittence et aspects lagrangiens »
- Ecart théorie de Kolmogorov, modèles mutifractales
- Description Lagrangienne

3ième partie « Ouverture » (selon les années)
- Ecoulements cisaillés
- Mélange scalaire passif
- Dispersion de particules inertielles ou actives
- Convection thermique
- Turbulence en rotations / turbulence bidimensionnelle

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

E. Guyon, J.-P. Hulin, and L. Petit. Hydrodynamique physique.
M. Lesieur. Turbulence in Fluids. Springer, 2008.
S. B. Pope. Turbulent Flows.

MOTS-CLÉS

Physique des écoulements turbulents (cascade d'énergie, intermittence, description eulerienne et lagrangienne) Aspects multiéchelles Approches statistiques

UE	CONTRÔLE DES ÉCOULEMENTS (CONTROLE_ECOULEMENT)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OAU	Cours-TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CATHALIFAUD Patricia
Email : catalifo@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours vise à introduire les méthodes modernes de résolution d'un problème de contrôle d'écoulement. Au travers d'un exemple simple, tiré d'un article de Bewley & Liu (1998), nous verrons comment formuler et résoudre ce type de problème, dans différentes situations : présence ou pas d'incertitudes sur le modèle, état de notre connaissance de l'écoulement (au travers de mesures plus ou moins bruitées), etc...

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1- Introduction : Notations, terminologie du contrôle ; Formulation d'un problème de contrôle (state-space) ; Cas des systèmes linéaires à invariance temporelle (LTI) ; Contrôle PID
2- Formulation (exemple de l'article de Bewley & Liu) : Système d'équations ; Discrétisation ; Analyse de stabilité du problème non contrôlé
3- Stabilisation d'un système LTI : Stabilité ; Contrôlabilité ; Stabilisation par contrôle rétroactif
4- Contrôle optimal (LQR) : Fonctionnelle coût ; Méthode adjointe ; Équation de Riccati
5- Formulation contrôle (exemple de l'article de Bewley & Liu) : Formulation contrôle LQR ; Gramien de contrôlabilité ; Contrôlabilité mode à mode ; Bruits/perturbations d'état : contrôle robuste
6- Estimation à partir de mesures bruitées : Formulations H2 et Hinfini ; Notions de probabilités ; Filtre de Kalman
7- Formulation compensateur (exemple de l'article de Bewley & Liu) : Fonctions de transferts ; Gramien d'observabilité ; Observabilité mode à mode
8- Retour sur le problème d'estimation : Moindres carrés ; Matrice de covariance ; Estimateurs linéaires orthogonaux ; Filtre de Kalman ; Filtre de Kalman étendu ; Filtre de Kalman Unscented

PRÉ-REQUIS

Algèbre linéaire, Mécanique des Fluides de niveau licence

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Optimal Control de Lewis, Vrabie et Syrmos/ *Linear control theory de* Fairman
Feedback Control Theory de Doyle, Francis et Tannenbaum
Robust and optimal control de Zhou, Doyle et Glover

MOTS-CLÉS

Contrôle optimal - contrôle robuste - rétroaction - estimation d'état - filtres de Kalman

UE	DYNAMIQUE TOURBILLONNAIRE (DYN TOURB)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OBU	Cours-TD : 20h , e-Cours-TD : 1h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRANCHER Pierre
Email : brancher@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est de présenter les résultats fondamentaux et les développements récents concernant la dynamique de la vorticité et des structures tourbillonnaires. La dynamique tourbillonnaire est une branche particulièrement active et féconde de la mécanique des fluides, dont elle constitue un axe transversal en constant développement depuis les travaux pionniers de Helmholtz il y a 150 ans. Le spectre des applications inclut la géophysique et les écoulements océanographiques et atmosphériques ainsi que plusieurs branches de l'ingénierie et des sciences appliquées. Dans ce contexte, les outils et concepts relatifs à la dynamique tourbillonnaire fournissent des clefs fondamentales pour l'analyse, la compréhension et la modélisation de nombreux phénomènes en mécanique des fluides.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Aspects cinématiques : induction tourbillonnaire, critères d'identification, topologie
- Dynamique de la vorticité : génération, invariants et lois fondamentales
- Modélisation des tourbillons : solutions exactes, distributions modèles
- Dynamique des nappes tourbillonnaires
- Stabilité des tourbillons et des systèmes tourbillonnaires
- Interactions entre tourbillons
- Mélange et transport tourbillonnaire

PRÉ-REQUIS

Outils mathématiques et concepts de base en mécanique des fluides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

P. G. Saffman (1992) *Vortex dynamics* . Cambridge University Press.
J.-Z. Wu, H.-Y. Ma & M.-D. Zhou (2006) *Vorticity and vortex dynamics* . Springer.

MOTS-CLÉS

Vorticité, structures cohérentes, tourbillons, nappes tourbillonnaires, mélange tourbillonnaire, modes de Kelvin, instabilité de Crow, instabilité elliptique.

UE	THERMODYNAMIQUE ET AUTO-ORGANISATION (THERM AUTO-ORG)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OCU	Cours-TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BLANCO Stéphane
Email : stephane.blanco@laplace.univ-tlse.fr

FOURNIER Richard
Email : richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir et mettre en œuvre les techniques de modélisation des comportements collectifs émergents sous l'angle de la thermodynamique des phénomènes hors équilibres ; à l'échelle individuelle, revue des modèles cinétiques, modélisation statistique directe des comportements et mise en œuvre pour l'inversion paramétrique, équation de Boltzmann avec modèles d'interaction linéaire et non linéaire, formulation intégrale ; à l'échelle collective, passages du point de vue mésoscopiques aux descripteurs macroscopiques, analyse de dynamiques non linéaires et du couplage d'échelles ; formulation en espace de chemins et mise en œuvre au travers des méthodes de Monte Carlo point sonde.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

A partir de questions actuelles de recherches sur les comportements collectifs en physique et en biologie (déplacements collectifs, morphogenèse, synchronisation auto-organisée...), les outils de la thermodynamique statistique du hors équilibre sont pour modéliser ces phénomènes et en faire l'analyse. Les concepts centraux de la modélisation statistique sont rappelés et mis en œuvre (descriptions stochastiques et théorie des probabilités, approche en densité / vecteur densité de flux, hypothèse des milieux continus, passages à la limite et approches intégrales, équations de Fredholm, formulation de Feynman-Kac). Dans ce module le travail est organisé autour d'un projet de recherche (différent chaque année) que l'on travaille collectivement par petits groupes, en présence de plusieurs des chercheurs concernés par la question. Les développements pourront aussi bien concerner des aspects liés à la simulation numérique (Monte Carlo analogue et intégral) que les outils d'analyse de ces dynamiques complexes : conditions d'émergence, études de stabilité, sensibilités paramétriques et géométriques, prédictions expérimentales et répétitions d'expériences, analyse en rétroaction

PRÉ-REQUIS

Quelques bases en statistiques et probabilités. Thermodynamique axiomatique. Analyse de stabilité.

MOTS-CLÉS

=11.0ptProcessus Hors équilibre, Systèmes complexes ; modélisation ; description stochastique des comportements ;

UE	MICROHYDRODYNAMIQUE (MICROHYDRO)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OFU	Cours-TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PLOURABOUE Franck
Email : fplourab@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir des bases solides en micro-hydrodynamique pour la compréhension approfondie de la physique de la tension de surface, et ses effets sur les écoulements rampants. Découvrir des outils et des notions mathématiques et mécaniques liés à ces écoulements et leur modélisation.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Comprendre l'origine physique de la notion de tension superficielle et des Forces de Van der Waals par la conjonction d'une approche mécanique et physique. Lien entre tension de surface et potentiel de Rayleigh, notion de mouillage, aspects microscopiques et macroscopiques du mouillage, approche à l'équilibre par minimisation de l'énergie totale. Notion de courbure pour des profils 1D et des surfaces 2D. Tenseur de Courbure d'une surface et ses invariants la courbure moyenne, et la courbure de Gauss, lien avec le vecteur normal à la surface, tenseur des contraintes capillaires. Notion d'écoulements à bas nombre de Reynolds, propriétés des équations de Stokes, solutions de singularités, formulation intégrale de frontière. Applications aux écoulements couplés thermo-migration capillaire, conditions aux limites d'interfaces entre deux liquides. Dérivation asymptotique de l' approximation de lubrification, équations de Reynolds, dynamique de films liquides.

PRÉ-REQUIS

Mécanique des milieux continus

MOTS-CLÉS

Forces de Van der Waals, tension de surface, tenseur des contraintes capillaires, écoulements de Stokes, approximation de lubrification

UE	ACOUSTIQUE	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OGU	Cours-TD : 10h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JACOB Xavier
Email : xavier.jacob@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE présente un aperçu des méthodes expérimentales et de modélisation utilisées dans les différents domaines d'application de l'Acoustique. Quatre thèmes sont abordés pour appréhender la variété des configurations, des phénomènes physiques et des méthodes employées. La présentation des différents thèmes en cours/TD est suivie d'une application en TP numérique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Introduction : Acoustique dans les fluides, ondes élastiques dans les solides, modélisation physique et propagation d'ondes.
1. Réflexion et transmission aux interfaces (modèles à paramètres localisés, électro-acoustique, méthodes matricielles, milieux stratifiés / structurés).
2. Propagation en champs libre ou en espace clos (approches fréquentielle, temporelle ou statistique, rayonnement, imagerie).
3. Propagation en milieu inhomogène (en présence d'un écoulement et/ou d'un plan réfléchissant, approximation géométrique, équation d'Euler, propagation atmosphérique).
4. Acoustique non-linéaire, dissipation, transferts.

PRÉ-REQUIS

Mécanique des fluides, Mécanique des milieux continus, Physique des ondes, Mathématiques (EDO, EDP, analyse de Fourier), traitement du signal, programmation.

COMPÉTENCES VISÉES

Proposer, développer et valider une modélisation physique :
• Elaborer une stratégie d'étude et de modélisation d'une situation physique en mécanique des fluides, analytiquement ou semi-analytiquement
• Mobiliser le savoir spécialisé afin de proposer un modèle complet d'une situation physique.
• Déterminer des quantités physiques locales ou globales et les nombres sans dimensions caractéristiques à l'aide de principes physiques.
• Résoudre analytiquement ou semi-analytiquement les équations régissant un modèle.
• Etablir une analyse critique et la validation d'un modèle physique.
Proposer, développer, analyser et valider une modélisation et une simulation numérique :
• Mettre en place, valider et analyser une méthodologie de résolution et une simulation numérique d'un problème (multiphysique) régit par des EDP ou des EDO en appliquant des pré- ou post-traitements adéquats.
• Identifier et mettre en œuvre une optimisation pertinente d'un modèle physique ou numérique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

• Acoustique Générale. Potel, C. et M. Bruneau, Ellipse collection Technosup (2006)
• Onde élastiques dans les solides, Tome 1. Royer, D. et E. Dieulesaint Elsevier Masson (1996).

MOTS-CLÉS

Propagation acoustique, ondes élastiques, rayonnement, matériaux

UE	TRANSFERTS DE CHALEUR AVEC CHANGEMENT D'ÉTAT LIQUIDE-VAPEUR	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OHU	Cours-TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DUTOUR Sébastien
Email : sebastien.dutour@laplace.univ-tlse.fr

LAVIEILLE Pascal
Email : pascal.lavieille@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaître les systèmes de refroidissement diphasiques et les mécanismes déterminant leurs performances. Maitriser l'élaboration de modèles monodimensionnels d'écoulements à phases séparées où le changement d'état liquide-vapeur est piloté par les transferts de chaleur. Construire un modèle à l'échelle du système diphasique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Mise en œuvre des lois de conservation (masse, quantité de mouvement et énergie) en partant du cadre très général des systèmes ouverts et en détaillant toutes les étapes permettant d'aboutir aux grandeurs moyennes classiquement utilisées pour la modélisation monodimensionnelle des écoulements diphasiques. Cette démarche permet de conserver le sens physique à l'échelle système, de chacun des termes et de proposer des lois de fermeture adaptées à différentes configurations (condensation, ébullition, ...). Une mise en pratique en groupe de travail est proposée aux étudiants afin qu'ils s'approprient la démarche sur des situations de recherche.

PRÉ-REQUIS

Lois de conservation (masse, impulsion, énergie) pour les milieux continus, thermodynamique du changement d'état, bases de transferts thermiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Van P. Carey « Liquid-vapor phase-change phenomena »

MOTS-CLÉS

systèmes diphasiques, transition de phase liquide-vapeur, modélisation à l'échelle système

UE	EXTERIEUR ENSEEIHT 1	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OIU	Cours-TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

UE	EXTERIEUR ENSEEIHT 2	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OJU	Cours-TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

UE	ANALYSE ET TRAITEMENT DE DONNÉES (AnaTraitDon)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9OMU	Cours : 8h , TP : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 43 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AIRIAU Christophe
Email : christophe.airiau@imft.fr

MASI Enrica
Email : enrica.masi@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les simulations numériques ou l'expérimentation génèrent une grande masse de données qu'il faut analyser pour caractériser un problème physique et améliorer sa compréhension, ainsi qu'optimiser sa modélisation physique/numérique. Différentes approches d'analyse et traitement de données seront présentées dans ce module, en s'appuyant sur des données réelles correspondant à des applications du domaine du master. Les principales sont des approches statistiques, la transformation de Fourier ou bien la décomposition singulière en modes propres.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Eléments d'analyse statistique : fonction et variables aléatoires continues, fonctions de distribution, densités de probabilité, lois. Moments des variables aléatoires. Vecteurs de variables aléatoires, densités de probabilité jointe, marginale, conditionnelle. Indépendance, moments, corrélations.
- Introduction à la méthode de décomposition orthogonale aux valeurs propres (POD) : implémentation et application.
- Analyse temporelle par transformation de Fourier rapide.

Apprentissage par mini-projets ou bureaux d'étude suivis à travers des séances de TP.

PRÉ-REQUIS

Notions d'algorithmique et langages de programmation, notions de statistique de base

COMPÉTENCES VISÉES

- Identifier et mettre en œuvre une analyse pertinente d'un modèle physique ou numérique.
- Caractériser les données sous forme statistique ou par réduction de modèle.
- Établir une analyse critique, évaluer et/ou développer un modèle, identifier les points critiques, proposer des solutions ou des pistes d'amélioration.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A student's guide to data and error analysis, HJC Berendsen, Cambridge, 2011
- Experimental methods for science and engineering students, L Kirkup, Cambridge, 2019
- Probabilités et statistique pour les sciences physiques, JL Fémênias, Dunod 2003

MOTS-CLÉS

Traitement et analyse de données, statistiques, POD, FFT

UE	INTERACTION FLUIDE-STRUCTURE (IFS)	3 ECTS	1er semestre
KMKD9ONU	Cours : 8h , TD : 4h , TP : 14h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AIRIAU Christophe
Email : christophe.airiau@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'IFS est un domaine très large, pluridisciplinaire qui se retrouve dans un très grand nombre de problèmes industrielles ou de recherche, dès lors qu'il y a une action réciproque entre des parois solides déformables ou en mouvement, et un fluide en mouvement. Les aspects phénoménologiques, les modèles physiques souvent basés sur des ODE et la modélisation numérique sont abordés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Phénoménologie et exemples de problèmes en IFS
- Nombre sans dimensions de référence
- Flottement, ballotement, vibrations induites par des tourbillons ou l'écoulement
- Exemples de modélisations par des ODE
- Approches numériques pour les équations de fluide et structure couplées par PDE.

PRÉ-REQUIS

Mécanique des fluides, dynamique des structures, méthode des éléments finis, résolution d'ODE.

COMPÉTENCES VISÉES

Proposer, développer et valider une modélisation physique

- Elaborer une stratégie d'étude et de modélisation d'une situation physique en mécanique des fluides, analytiquement ou semi-analytiquement
- Mobiliser le savoir spécialisé afin de proposer un modèle complet d'une situation physique.
- Déterminer des quantités physiques locales ou globales et les nombres sans dimensions caractéristiques à l'aide de principes physiques.
- Résoudre analytiquement ou semi-analytiquement les équations régissant un modèle.
- Etablir une analyse critique et la validation d'un modèle physique.

Proposer, développer, analyser et valider une modélisation et une simulation numérique

- Implémenter une solution numérique ou algorithmique adaptée à un problème donné.
- Mettre en place, valider et analyser une méthodologie de résolution et une simulation numérique d'un problème (multiphysique) régit par des EDP ou des EDO en appliquant des pré- ou post-traitements adéquats.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. A modern course of aeroelasticity, E.H. Dowell, Springer, 2015
2. Fluides et Solides, E. de Langre, Ellipses, 2002
3. Vibrations des structures couplées avec le vent. P. Hémon, Ellipses, 2006

MOTS-CLÉS

IFS, flottement, galop, instabilités, vibrations induites par vortex

UE	PROFESSIONNALISATION	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Introduction à l'entreprise (IntroEntre)		
KMKXAAA1	Cours : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE a pour vocation principale de préparer l'étudiant à la gestion de projet, à l'environnement économique, managérial et juridique de l'entreprise par une sensibilisation au management et à la gestion des entreprises.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Gestion de projet :
- Fondamentaux de la gestion de projet : définition, acteurs, organisation, triangle "qualité - coût délai"...
- Méthodologie projet : Périmètre, Structuratio, Management des risques
- Planification et suivi des délais

Propriété industrielle :
Dans un contexte d'accélération du développement technologique, de globalisation et de concurrence accrue, l'innovation constitue un facteur de démarcation essentiel pour les entreprises et il est crucial de pouvoir protéger, défendre et valoriser efficacement cet avantage face à la concurrence.
Le droit de la propriété intellectuelle a précisément pour objet la protection de l'innovation et constitue à ce titre un levier de création de valeurs de plus en plus important pour les entreprises.
Comprendre les enjeux de la propriété intellectuelle, connaître et se servir des bons outils au bon moment est par conséquent indispensable pour toute entreprise innovante.
Management :
- Différences entre management et leadership
- Le rôle du manager dans une entreprise
- L'importance des réseaux professionnels
- Les outils principaux du manager

COMPÉTENCES VISÉES

Gestion de projet :
- Identifier les caractéristiques d'un projet
- Gérer un projet un utilisant les méthodes et outils appropriés

Propriété industrielle :
- Comprendre les grands principes du droit de la propriété intellectuelle
- Identifier les grandes familles de droits de propriété intellectuelle
- Comprendre ce qu'est un brevet, ce qu'il protège, les conditions de validité et les modalités de dépôt et d'obtention d'un brevet en France et à l'international
- Savoir protéger les innovations techniques par des stratégies de propriété intellectuelle adaptées (brevets, certificats d'utilité, savoir-faire, etc.)
- Connaître et appliquer les règles d'attribution des inventions et créations de salariés dans le cadre de l'entreprise

Management :
- Comprendre les principes généraux du management en entreprise
- Appréhender les différents aspects du rôle de manager et de leader
- Découvrir les outils principaux du manager

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— R. Aïm, L'essentiel de la gestion de projet, 2022, Galino
— « Droit de la propriété intellectuelle », manuel, Jacques Azéma et Jean-Christophe Galloux , 2017
— A. Grob, Management de projet : Concepts, méthodes et outils, 2020, Vuibert

MOTS-CLÉS

Gestion de projet, propriété industrielle, management

UE	PROFESSIONNALISATION	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Insertion Professionnelle (InsProf)		
KMKXAAA2	Cours : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'insertion professionnelle est un module clé du master 2 car il va fortement aider les étudiants à trouver un stage et plus tard à postuler avec succès sur des offres d'emploi. Elle sensibilise aussi à l'insertion dans le milieu professionnel de l'entreprise. Enfin l'approche pédagogique poursuivie permet d'approfondir la connaissance de soi et à prendre conscience de ses forces et de ses faiblesses.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- **Rédiger plusieurs candidatures** (CV et lettres de motivation) correspondant aux demandes des entreprises, basées en France, et à l'étranger. Réaliser un profil Linkedin. Pour cela chercher à valoriser les compétences.
- **Utiliser la méthode de recherche de stage/emploi,** trouver des stratégies pour obtenir des entretiens et suivre les candidatures jusqu'à la signature de la convention/contrat de travail.
- **Effectuer des simulations d'entretiens** qui permettront d'argumenter les compétences, les prétentions, et d'expliquer les atouts personnels pour réussir à obtenir un stage/emploi.
- **Comprendre les rouages du recrutement** , savoir déjouer les pièges du recrutement, réussir à s'affirmer et trouver des compromis pour obtenir un stage/emploi. Pour cela prendre en compte différents paramètres : la disponibilité géographique, le secteur d'activité, les questions d'éthique environnementale, les propositions de salaire....
- **Connaitre les contrats de travail CDD, CDI, VIE ... et les règles de recrutement des entreprises** de façon à négocier un contrat de travail en France et à l'étranger. Savoir, en particulier, analyser les mesures de non-concurrences et les clauses de mobilité.

PRÉ-REQUIS

- Avoir appris à se connaitre et savoir progresser et savoir s'exprimer à l'oral et à l'écrit
- Connaître le fonctionnement d'une entreprise

COMPÉTENCES VISÉES

S'intégrer et évoluer dans un environnement professionnel

- Rechercher un emploi ou réussir une promotion de poste
- Prendre de l'autonomie et organiser sa formation au long de la vie
- Améliorer ses pratiques professionnelles dans le cadre d'une démarche qualité
- Respecter les principes d'éthique et de responsabilité environnementale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- D'ESTAIS Claude, 2017, S'entrainer à l'entretien de recrutement, Paris Eyrolles
- PEREZ Dominique, 2019, le guide complet de la recherche d'emploi, l'Etudiant
- SAUVAYRE Romy, 2021, Trouver facilement un stage, un premier emploi

MOTS-CLÉS

CV, chercher un stage ou un emploi, savoir se présenter

UE	RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Recherche bibliographique 1		
KMKDAAB1	Cours : 4h	Enseignement en français	Travail personnel 71 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

• Connaître les principes d'une recherche documentaire bien menée
• Identifier les sources utiles
• Sélectionner et évaluer la fiabilité de l'information trouvée
• Savoir citer correctement ses sources (et éventuellement utiliser un outil de gestion des références bibliographiques)

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie 1
• Comment fonctionne la recherche documentaire
• Sources et outils à connaître [accessibles par la BU et/ou sur Internet]
• Gratuit/ Payant : Point sur le fonctionnement des revues, des archives ouvertes...
Partie 2 : Sélectionner et évaluer l'information
• Esprit critique et critères d'évaluation
• Introduction à la bibliométrie
Partie 3 : Utiliser l'information
• Citer ses sources
• Utiliser un outil de gestion bibliographique

PRÉ-REQUIS

Aucun

UE	RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Recherche bibliographique 2		
KMKDAAB2	Projet : 25h	Enseignement en français	Travail personnel 71 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Lire un article scientifique publié dans une revue scientifique en lien avec le sujet du stage
- Savoir en faire l'analyse critique et le relier au sujet du stage
- Présenter oralement une synthèse critique de l'article

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Lors du début du stage, le tuteur donne au stagiaire un article scientifique à lire, en lien avec le stage et dont il devra faire une présentation orale devant un jury dans le mois qui suit.

UE	STAGE	21 ECTS	2nd semestre
KMKDAACU	Stage : 1 mois minimum	Enseignement en français	Travail personnel 525 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Mettre l'étudiant en situation, dans le cadre d'un projet in situ en entreprise ou dans un des laboratoires de recherche d'accueil de la formation . Les objectifs sont :

- Apprendre à travailler en équipe
- Développer une autonomie au travail
- Ecriture du rapport final et présentation orale

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les stagiaires sont placés sous la responsabilité d'un tuteur de stage.

- Durée du stage : de l'ordre de 5 mois avec une soutenance en juillet pour les étudiants en simple inscription.
- Début du stage : début du mois de Février
- Le sujet doit être en rapport avec les domaines scientifiques et techniques visées par le master 2 DET

UE	ANGLAIS	3 ECTS	2nd semestre
KMKDAAVU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire
Email : claire.chaplier@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau C1/C2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues)
Permettre aux étudiants de développer les compétences indispensables à la réussite dans leur future vie professionnelle en contextes culturels variés.Acquérir l'autonomie linguistique nécessaire et 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

Développer :
- 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
- 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

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 Communication esprit critique scientifique interculturel

GLOSSAIRE

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.


Université
de Toulouse