Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Mécanique

M1 Mécanique Energétique (parcours MSME)

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

2026 / 2027

26 NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER 3

PRÉSENTATION 4

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 4

Mention Mécanique 4

Parcours 4

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 Mécanique Energétique (parcours MSME) 4

RUBRIQUE CONTACTS 6

CONTACTS PARCOURS 6

CONTACTS MENTION 6

CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Méca 6

Tableau Synthétique des UE de la formation 7

LISTE DES UE 9

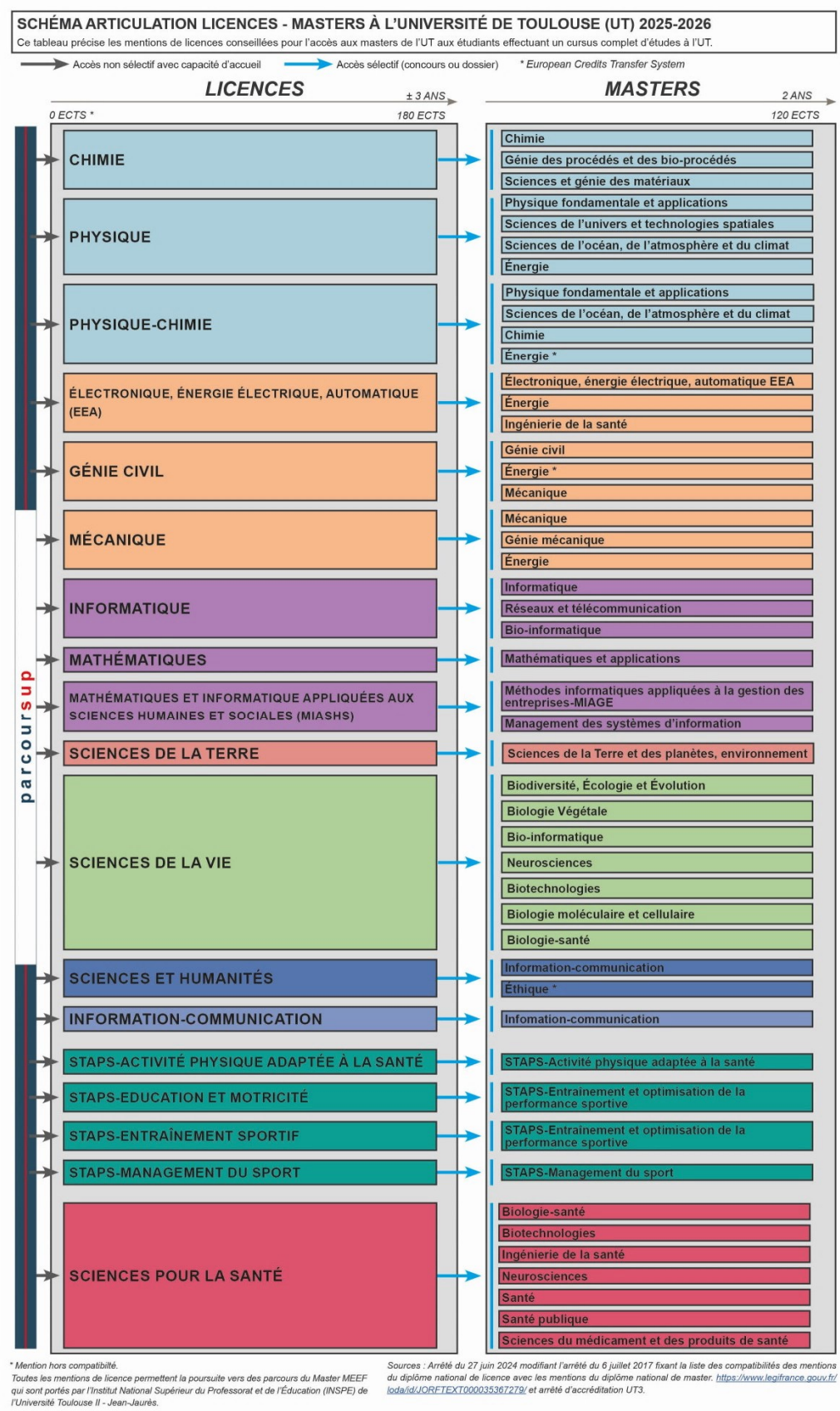
GLOSSAIRE 38

TERMES GÉNÉRAUX 38

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 38

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 39

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



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 mention Mécanique dispense suivant les profils des étudiants des savoirs et compétences avancées en ingénierie mécanique ouverts sur l'innovation, la recherche et le développement dans les domaines d'application de la mécanique des fluides, mécanqiue des structures et de l'énergétique. Ces domaines incluent le secteur de l'énergie, l'environnement, le transport, l'aéronautique et l'espace, les applications de la mécanique au vivant, etc. La mention propose 3 parcours :

- Modélisation et Simulation en Mécanique et Energétique (MSME)
- Dynamique des Fluides, Energétique et Transferts (DET)
- Physique et Mécanique du Vivant (PMV)

Les Master 1 M1 MEC-MSME et M1 MEC-DET sont communs pour les parcours DET et MSME. Les masters 2 de ces deux parcours sont différents.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 MÉCANIQUE ENERGÉTIQUE (PARCOURS MSME)

Le master 1 s'articule autour de 3 axes :
Acquérir un socle de connaissances fondamentales et appliquées
Le premier semestre est formé d'un socle de connaissances fondamentales qui constitue le corpus scientifique sur lequel se construit l'ensemble des compétences en ingénierie qui seront développées dans le cursus de Master (M1 et M2). Il s'agit du triptyque :

- Mécanique des Fluides
- Mécanique des Structures
- Énergétique et transferts de chaleur

Les fondamentaux des outils de modélisation utilisés en ingénierie mécanique complètent le premier semestre :

- Modélisation et simulation numérique
- Outils et méthodes mathématiques

Une part significative de ces enseignements repose sur des TP numériques ou expérimentaux ainsi que des projets.
Explorer les grands domaines applicatifs
Le second semestre est tourné vers les développements dans les grands secteurs applicatifs de la mécanique et de l'énergétique et cela inclue par exemple :

— le secteur des transports avec l'aérodynamique ou la turbulence
— le secteur de l'énergie avec la combustion ou la thermodynamique
— le secteur de la construction avec la modélisation des structures
— le secteur du vivant avec la biomécanique
— le secteur de l'environnement avec les écoulements géophysiques

Les méthodes numériques (utilisation de logiciels, développement de codes, confrontation avec l'expérience) accompagnent ces cours par des mises en situation des TPs et des projets.

Se mettre en situation et s'ouvrir aux métiers de l'ingénieur

La formation s'accompagne d'un enseignement de langue. Le second semestre met en situation l'étudiant dans un projet ou un stage. Une offre de projet en lien avec des problématiques d'ingénierie appliquée ou de prospective est proposée aux étudiants.

Des conférences de professionnels sont proposés : ils permettent aux étudiants de se projeter dans les métiers qui seront les leurs, d'appréhender les parcours qui y conduisent et de découvrir les liens entre l'ingénierie industrielle, la recherche et l'innovation technologique.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M1 MÉCANIQUE ENERGÉTIQUE (PARCOURS MSME)

BERGEON Alain
Email : abergeon@imft.fr

MASI Enrica
Email : enrica.masi@imft.fr Téléphone : 8226

TANGUY Sébastien
Email : tanguy@imft.fr

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	TD	TP	TP DE	Projet
Premier semestre												
14	KMKM7ADU	MÉTHODES NUMÉRIQUES A (FSI.Méca)	I	3	O	10			10	10		
17	KMKM7AGU	MÉTHODES NUMÉRIQUES B	I	3	O	10			10	10		
11	KMKM7AAU	MATHÉMATIQUES A	I	3	O	12			18			
12	KMKM7ABU	MATHÉMATIQUES B	I	3	O	12			18			
18	KMKM7AHU	MECANIQUE DES FLUIDES A	I	3	O	12			12		6	
15	KMKM7AEU	MECANIQUE DES FLUIDES B	I	3	O	12			12	6		
19	KMKM7AIU	MECANIQUE DES SOLIDES A (Mec. Sol. A)	I	3	O	12			12		8	
20	KMKM7AJU	MECANIQUE DES SOLIDES B	I	3	O	12			12			
13	KMKM7ACU KMKX7ACJ	TRANSFERTS THERMIQUES A e-Transferts Thermiques A	I	3	O		12					
16	KMKM7AFU	TRANSFERTS THERMIQUES B	I	3	O	12			12	6		
Second semestre												
23	KMKM8ABU	TURBULENCE	II	3	O	12			12	6		
21	KMKM8AAU	AERODYNAMIQUE AVANCEE (Aerodynamique)	II	3	O	12			12	6		
25	KMKM8ADU	ONDES DANS LES FLUIDES (Ondes dans les Fluides)	II	3	O	12			12	6		
26	KMKM8AEU	MODELISATION DES STRUCTURES (Mod. Structures)	II	3	O	12			12	6		
24	KMKM8ACU	SIMULATION NUMERIQUE	II	3	O	15				15		
Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :												
27	KMKM8AFU	MILIEUX HÉTÉROGÈNES	II	3	O	6			12	12		
29	KMKM8AGU	BIOMECANIQUE	II	3	O	12			18			
31	KMKM8AIU	INSTABILITÉS ET SYSTÈMES DYNAMIQUES	II	3	O			30				
	KMKM8AHU	HISTOIRE DE LA MECANIQUE DES FLUIDES	II	3	O							

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	e-Cours	Cours-TD	TD	TP	TP DE	Projet
30	KMKM8AH1	Histoire de la Mécanique des Fluides (Histoire de la Mécanique des Fluides)				15						
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :												
33	KMKM8AKU	COMBUSTION	II	3	O			30				
32	KMKM8AJU	ECOULEMENTS GEOPHYSIQUES	II	3	O			30				
34	KMKM8ALU	THERMODYNAMIQUE	II	3	O			30				
	KMKM8AMU	PROJET D'ETUDE	II	6	O							
35	KMKX8AI1	Projet										75
36	KMKX8AI2	Conférences						12				
37	KMKM8AVU	ANGLAIS (FSI.LVG-Langues)	II	3	O				24			

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

LISTE DES UE

UE	M1 MECA PARC MSME-ALT - SUIVI DES ALTERNANTS	ECTS	
K4MKAALT	Suivi Alternants : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 0 h

[Retour liste des UE]

UE	MATHÉMATIQUES A	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AAU	Cours : 12h , TD : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h
URL	https://moodle.univ-tlse3.fr/course/view.php?id=6417		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VANCOSTENOBLE Judith
Email : vancoste@math.univ-toulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Méthodes variationnelles pour les équations aux dérivées partielles

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Distributions (définition, cas des distributions régulières associées à des fonctions, exemple de la distribution singulière de Dirac, calcul de dérivées au sens des distributions par la formule du saut)
II. Espaces de Hilbert / Espaces de Sobolev (rappels sur les notions d'espace préhilbertien, de produit scalaire, inégalité de Cauchy-Schwarz ; définition d'un espace de Hilbert et exemples ; énoncé du théorème de Lax-Milgram ; définition des espaces de Sobolev H^1, H^2 ; notion de trace et définition de H^1_0 ; inégalité de Poincaré ; formule de Green)
III. Problèmes aux limites (passage d'un problème aux limites à une formulation faible dit formulation variationnelle et réciproquement ; existence et unicité de la solution d'un problème variationnel par le théorème de Lax-Milgram)

MOTS-CLÉS

Distributions, Espaces de Hilbert, Sobolev, Cauchy-Schwarz, Lax-Milgram, problèmes aux limites, formulation variationnelle, méthode des caractéristiques.

UE	MATHÉMATIQUES B	3 ECTS	1er semestre
KMKM7ABU	Cours : 12h , TD : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h
URL	https://moodle.univ-tlse3.fr/user/index.php?id=6418		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VANCOSTENOBLE Judith
Email : vancoste@math.univ-toulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Méthodes explicites pour les équations aux dérivées partielle

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Equation de transport (équation de type transport à coefficient constant ; résolution explicite sur la droite infinie puis sur le demi-axe de l'équation homogène et non homogène ; propriétés qualitatives de la solution ; méthode des caractéristiques pour l'équation à coefficient non constant ; discussion sur le cas d'une équation non linéaire)
II. Equation des ondes (formule de d'Alembert ; résolution explicite sur la droite infinie puis sur le demi-axe de l'équation homogène et non homogène ; propriétés qualitatives de la solution ; méthode de séparation de variables pour la résolution sur un intervalle borné si le temps le permet)
III. Equation de la chaleur (rappel sur la transformée de Laplace ; noyau de la chaleur ; résolution explicite sur la droite infinie puis sur le demi-axe de l'équation homogène et non homogène ; propriétés qualitatives de la solution ; méthode de séparation de variables pour la résolution sur un intervalle borné si le temps le permet)

MOTS-CLÉS

Equation de transport, équation des ondes, équation de la chaleur

UE	TRANSFERTS THERMIQUES A	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	e-Transferts Thermiques A		
KMKX7ACJ	e-Cours : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SCHULLER Thierry
Email : Thierry.Schuller@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Déterminer les champs de température et de flux d'énergie pour des systèmes solides d'intérêt technologiques à l'aide de modèle simplifiés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappel sur les différents modes de transferts de la chaleur, le bilan d'énergie thermique et l'équation de la chaleur pour des systèmes solides. Conditions aux limites et aux interfaces, couplage avec les autres modes de transfert de chaleur. Transfert par conducto-convection aux parois, loi de Newton. Traitement du rayonnement aux interfaces par des approches simplifiées. Loi de Fourier. Résolution de problèmes de conduction de la chaleur 1D pour des systèmes passifs et actifs. Ailettes. Transfert de chaleur instationnaire pour des systèmes thermiquement mince. Introduction au transfert de chaleur multidimensionnel et à la résolution de problèmes pour des géométrie complexe par la méthode des éléments finis. Illustrations de résolution de problèmes à l'aide de logiciels.

PRÉ-REQUIS

Notions de base en thermodynamique et en transferts thermiques

SPÉCIFICITÉS

L'enseignement est dématérialisé sous forme de vidéos mises en ligne à étudier avant les séances prévues à l'emploi du temps. En séance, le temps est consacré aux réponses aux questions. Les travaux dirigés ont lieu en présentiel.

COMPÉTENCES VISÉES

Pour des systèmes solides interagissant avec leur environnement :
1. Savoir écrire des bilans d'énergie
2. Apprendre des méthodes de résolution du transfert de chaleur dans le solide
3. Savoir construire un modèle simple du système étudié
4. Maîtriser une démarche inductive
5. Traiter des problèmes réalistes

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th edition, F.P. Incropera, D.P. DeWitt et al., John Wiley & Sons
Transferts Thermiques, Introduction aux transferts d'énergie, 6ème édition, J. Taine , F. Enguehard, E. Iacona, Dunod

MOTS-CLÉS

conduction de la chaleur, convection de la chaleur, rayonnement de la chaleur, couplage des trois modes de transferts

UE	MÉTHODES NUMÉRIQUES A (FSI.Méca)	3 ECTS	1er semestre
KMKM7ADU	Cours : 10h , TD : 10h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FILBET Francis
Email : francis.filbet@math.univ-toulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction à la méthode des éléments finis. Mise en œuvre sur Matlab et Freefem.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Motivations
- EDP limites typiques, Conditions aux limites et problèmes bien posés

2 Une première approche
- Introduction aux éléments finis, Éléments finis P1 en dimension 1

3 Éléments finis bidimensionnels
- Maillages bidimensionnels, Méthode des éléments finis, Application au problème modèle 2D

4 Approche variationnelle
- Formules de Green, Formulations variationnelles des problèmes elliptiques d'ordre 2, Traitement éléments finis de problème elliptique 1D avec conditions aux limites de Dirichlet inhomogènes

5 Mise en œuvre de la M.E.F
- Éléments finis de Lagrange P1, EF de Lagrange P2, Intégration numérique sur un triangle

UE	MECANIQUE DES FLUIDES B	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AEU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Introduction aux méthodes de résolution des problèmes de couches limites
- Extension aux écoulements libres visqueux anisotropes

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Analyse dimensionnelle et séparation écoulement externe / couche limite. Solutions élémentaires potentielles écoulement externe, théorème de Bernouilli
- Obtention de l'équation de Prandtl pour la couche limite. Conditions limites et raccordement asymptotique
- Résolution par méthode semblable (autosimilaire) pour quelques écoulements externes potentiels standards : uniforme (plaque d'incidence nulle), point d'arrêt, diffuseur, etc. Calcul de force de traînée visqueuse
- Extension de l'équation de Prandtl et de sa résolution aux écoulements libres visqueux anisotropes : jet cartésien, couche de mélange, etc.
- Résolution du problème de couche limite par méthode intégrale : obtention de l'équation de Karman-Polhausen. Application au développement de la couche limite sur plaque plane et comparaison avec la méthode semblable
- Polynômes de Polhausen comme *ersatz* pour la méthode intégrale, et application à la résolution du problème de couche limite autour d'un cylindre
- Décollement de la couche limite. Approche phénoménologique et prédiction pour le cylindre par l'approche intégrale
- Origine de la force de traînée : distinction entre force de traînée visqueuse et force de traînée de pression

PRÉ-REQUIS

Mécanique des fluides fondamentale (Équations de Navier-Stokes pour un fluide newtonien)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin & Petit : hydrodynamique physique, EDP sciences
G.K Batchelor, An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge
J. Cousteix, aérodynamique couche limite laminaire, Cépadues

MOTS-CLÉS

Écoulement de couche limite, Équation de Prandtl, Équation de Karman-Polhausen, force de traînée visqueuse

UE	TRANSFERTS THERMIQUES B	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AFU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SCHULLER Thierry
Email : Thierry.Schuller@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Modélisation physique et mise en œuvre de méthodes de résolution des problèmes de transfert de chaleur. Illustration sur des exemples concrets des différents modes de transferts et de leur couplage.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

· Conduction thermique en régime variable, conduction multidimensionelle
· Convection forcée et naturelle, analyse dimensionnelle, méthodes de résolution du transfert de chaleur dans des couches limites laminaires, impact du nombre de Prandtl
· Rayonnement d'équilibre, propriétés radiatives des matériaux, échanges radiatifs entre surfaces diffuses, méthodes de résolution de problèmes d'échange radiatif entre des corps opaques séparés par des milieux transparents

PRÉ-REQUIS

Transferts Thermiques A ou tout autre enseignement équivalent

COMPÉTENCES VISÉES

Pour tout système interagissant avec son environnement :
1. Savoir écrire des bilans d'énergie
2. Apprendre des méthodes de résolution du transfert de chaleur
3. Savoir construire un modèle simple du système étudié
4. Maîtriser une démarche inductive
5. Traiter des problèmes réalistes

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th edition, F.P. Incropera, John Wiley & Sons
Transferts Thermiques, 6ème édition, J. Taine et al. Dunod
Transfert de Chaleur . A. Giovaninni, B. Bédat, Cépadues

UE	MÉTHODES NUMÉRIQUES B	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AGU	Cours : 10h , TD : 10h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaitre et savoir mettre en oeuvre des méthodes de résolution numériqiue de grandas systèmes linéaires ainsi que des méthodes d'approximation des valeurs et vecteurs propres de grandes matrices
Connaitre et savoir mettre en oeuvre des méthodes de discrétisation d'équations différentielles ordinaires et des méthodes de discrétisation par différences finies et éléments finis d'EDP (méthodes multipas, prédicteur-correcteur, méthodes de splitting, ADI, etc.)
Des TP de mise en oeuvre accompagnent le cours

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Inversion des systèmes linéaires : Méthodes de gradient et méthodes de Krylov (3hC, 3hTD)

- Méthodes de Richardson et préconditionneurs
- Méthodes de gradient, de gradient conjugué et de gradient conjugué préconditionné
- Méthodes de Krylov : algorithme d'Arnoldi, méthode FOM et méthode GMRes

Approximation des valeurs et vecteurs propres (3hC, 3hTD)

- Méthodes de la puissance : puissance itérée, puissance inverse et variantes
- Méthodes du polynôme caractéristique
- Méthode QR et calcul des valeurs propres : d
- Calcul d'un ensemble réduit de valeurs propres : procédure de Rayleigh-Ritz, méthode d'itération de sous-espace, méthode de Lanczos, méthode d'Arnoldi

Approximation des EDP : Différences finies, méthodes multipas et méthodes de splitting (4hC, 4hTD)

- Intégration du problème de Cauchy : méthodes à 1 pas (rappels), méthodes à pas multiples méthodes prédicteur correcteur, ordre, stabilité et convergence.
- Méthodes de splitting : formulation, ordre, approximation de l'exponentielle, splitting d'ordre élevé.
- Equation de la chaleur bidimensionnelle : discrétisation des équations et conditionsaux limites, algorithme de Thomas, diagonalisation successive, méthode ADI et splitting.

PRÉ-REQUIS

Algèbre linéaire, calcul matriciel, calcul différentiel de niveau Licence 3.

COMPÉTENCES VISÉES

Participer au développement d'outils de simulation par la mise en oeuvre de méthodes de discrétisation (éléments finis, différences finises) et le développement de codes dédiés
Identifier et utiliser des méthodes méthodes numériques pour lI'inversion et l'analyse de grandes systèmes linéaires.

MOTS-CLÉS

Méthodes des différences finies, Méthodes multipas, Valeurs propres, Méthodes de gradient, Méthodes des éléments finis.

UE	MECANIQUE DES FLUIDES A	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AHU	Cours : 12h , TD : 12h , TP DE : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction générale aux écoulements non visqueux. Introduction aux méthodes de résolution du problème potentiel en 2D et 3D.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Analyse dimensionnelle, séparation entre écoulement externe et couche limite, et équations d'Euler pour les écoulements externes à haut Reynolds
- Décomposition de Helmholtz et problème potentiel : équation pour le potentiel de vitesse et conditions limites, propriétés linéaires
- Unicité de la solution en 3D ou en 2D en fonction de la topologie
- Théorème de Bernouilli pour le calcul de la pression
- Solutions élémentaires et solutions générales stationnaires obtenues par superposition en 3D et en 2D : exemples du solide de Rankine et de l'écoulement autour d'un cylindre.
- Développement multipolaire et calcul de la force d'un écoulement potentiel sur un objet soumis à un écoulement incident (paradoxe d'Alembert)
- Transformation conforme : exemple du calcul de l'écoulement potentiel autour d'un segment incliné dans un écoulement uniforme. Condition de Kutta-Joukovski pour la détermination de la circulation et de la portance. Théorèmes de Blasius

PRÉ-REQUIS

Mécanique des fluides fondamentale (Équations de Navier-Stokes pour un fluide newtonien)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin & Petit : hydrodynamique physique, EDP sciences
G.K Batchelor, An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge

MOTS-CLÉS

Écoulement potentiel, Haut Reynolds, Fluide parfait, Théorème de Bernoulli

UE	MECANIQUE DES SOLIDES A (Mec. Sol. A)	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AIU	Cours : 12h , TD : 12h , TP DE : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 43 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SWIDER Pascal
Email : pascal.swider@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est de proposer un cadre générique d'étude des problèmes d'élasticité en domaine linéaire. Les équations d'équilibres (3D) sont explicitées puis on s'intéresse à la mécanique des milieux continus curvilignes (mécanique des poutres).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Equations de Navier et de Beltrami et méthodes de résolution associées
- Mécanique des milieux continus curviligne : formulation générique
- Modèles prédictifs de la réponse des poutres sous sollicitations simples et combinées, instabilités de comportement
- Méthodes énergétiques
- Problèmes hyperstatiques
- Modélisation de structures anisotropes (approches préliminaires)

TP :
Etude du comportement mécanique d'un treillis plan. Approche expérimentale et numérique.
Etude des instabilités de flambage de poutres. Approche expérimentale et numérique
Etude des états de contraintes par photoélasticité. Approche expérimentale.
Etudes de vibrations transverses de poutres planes : analyse modale numérique et expérimentale.

PRÉ-REQUIS

Mécanique des milieux continus (L3)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cours de Mécanique des milieux continus (P. Germain, Masson et cie), Mathematical theory of elasticity (I.S. Sokolnikoff, McGraw-Hill Company),
Theory of Elasticity (S.P. Timoshenko, J.N. Goodier, McGraw-Hill Company).

MOTS-CLÉS

Elasticité linéaire, Milieux continus curvilignes, Méthodes énergétiques

UE	MECANIQUE DES SOLIDES B	3 ECTS	1er semestre
KMKM7AJU	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ESTIVALEZES Erik
Email : Erik.Estivalezes@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est de proposer un cadre générique d'étude des problèmes d'élasticité en domaine linéaire. On s'intéresse à la mécanique de structures élancées (plaques, coques). Le comportement vibratoire est étudié.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Systèmes continus élancés en élastostatique :plaques, coques(principes généraux)
- Systèmes continus curvilignes en dynamique : vibrations axiales, transversales, torsion
- Bases modales (définition, propriétés), Modèles dissipatifs
- Méthodes énergétiques approchées (Rayleigh-Ritz)

PRÉ-REQUIS

Mécanique des milieux continus (L3)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elements of vibration analysis (L. Meirovitch, McGraw-Hill Company)
Mechanical Vibrations for engineers (M. Lalanne, John Wiley & Sons)

MOTS-CLÉS

Élasticité linéaire, Milieux continus curvilignes, Méthodes énergétiques

UE	AERODYNAMIQUE AVANCEE (Aerodynamique)	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AAU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h
URL	https://moodle.univ-tlse3.fr/enrol/index.php?id=6428		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AIRIAU Christophe
Email : christophe.airiau@imft.fr

BRANCHER Pierre
Email : brancher@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le cours d'aérodynamique avancée a pour objet de présenter les différentes théories permettant de calculer semi-analytiquement ou analytiquement des coefficients aérodynamiques sur diverses configurations (essentiellement des profils et des ailes), sous l'hypothèse d'écoulement de fluide parfait.
Indépendamment de la compréhension fine des théories, le second objectif est de pouvoir appliquer les résultats connus sur des exemples classiques d'écoulements incompressibles et compressibles.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'enseignement est découpé en deux parties bien disctintes, mais avec des connaissances communes :

1. Ecoulements incompressibles
   - théorie des potentiels complexes et transformation conforme
   - théorie des profils minces
   - théorie de la ligne portante de Prandtl
2. Ecoulements compressibles
   - Introduction aux écoulements compressibles
   - Ecoulements transoniques
   - Théorie linéarisée des écoulements supersoniques
   - Onde de chocs
   - Méthode des caractériques

La second partie (écoulements compressibles) est enseignée sur la base d'une classe inversée.
Des travaux dirigés et des travaux pratiques basés sur des codes aérodynamiques écrits en python (FundAeroSuite, cf Github) permettent d'appréhender les différentes notions et mettre en oeuvre les approches très concrètement.

PRÉ-REQUIS

Cours de mécanique des fluides du 1er semestre du M1
Cours de mécanique des fluides de licence 3 ME

SPÉCIFICITÉS

Une partie de l'enseignement est une classe inversée avec des tests de compréhension sur Moodle.
La mise à disposition d'une suite de calcul aérodynamique permet de mieux comprendre le passage des théories à la pratique.

COMPÉTENCES VISÉES

- Proposer une modélisation analytique ou semi analytique d'un problème d'aérodynamique de fluide parfait
- Proposer et appliquer une méthode de résolution de problème associé aux écoulements incompressibles ou compressibles de fluide parfait
- Calculer les coefficients aérodynamiques adaptés au problème posé
- Mener une analyse critique du modèle et des résultats

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Exercices et Problèmes d'Aérodynamique Fondamentale (accompagnés des codes solutions en python ou fortran), C. Airiau, A. Giovannini, et P. Brancher, Cépaduès, 2019
Aérodynamique fondamentale, A. Giovannini et C. Airiau, Cépaduès, 2016

MOTS-CLÉS

Aérodynamique, compressibles, incompressibles, transformation conforme, profils minces, ligne portante, transonique, supersonique, chocs, caractéristiques

UE	TURBULENCE	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8ABU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr

SICAT Maxime
Email : maxime.sicat@toulouse-inp.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction générale à la physique et à la description mathématique de la turbulence. Introduction aux échelles caractéristiques et aux processus physiques de la turbulence. Introduction aux méthodes de résolution d'écoulements turbulents.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Description de la turbulence : moyennes, fonctions de corrélation, longueurs intégrales, etc...
- Modèle de turbulence homogène isotrope (THI) : cascade turbulente, hypothèses de Kolmogorov, spectre en k-5/3
- Application de la THI au dimensionnement de simulations directes numériques (DNS)
- Equations de Reynolds (équations R.A.N.S.) pour la quantité de mouvement et pour l'enthalpie, et rôle du terme de dissipation visqueux
- Problème de fermeture en turbulence et modèles de turbulence
- Solutions analytiques pour des écoulements libres simples (jet libre, sillage, couche de mélange) avec transport scalaire (température, masse) au moyen de modèles simple de turbulence (algébrique à 0 équation)
- Turbulence sur paroi : théorie de la couche limite turbulente sur paroi lisse et application aux lois de frottement et aux échanges thermiques en conduite.
- Introduction à la convection turbulente

PRÉ-REQUIS

Mécanique des fluides fondamentale (Équations de Navier-Stokes et théorie de la couche limite)
Énergétique (Équations de transport de l'enthalpie)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Turbulence en mécanique des Fluides, P. Chassaing, Cépaduès, 2000
Turbulence, S. A. Pope, Cambridge, 2004
Turbulent Flows, P. A. Davidson, Oxford, 2000 / A first course in turbulence, Tennekes & Lumley, MIT Press, 1972

MOTS-CLÉS

Turbulence, cascade turbulente, jet libre et couche limite turbulentes

UE	SIMULATION NUMERIQUE	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8ACU	Cours : 15h , TP : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TANGUY Sébastien
Email : tanguy@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette mineure a pour objectif de présenter les différentes méthodes de discrétisation et les algorithmes les plus couramment utilisés en simulation numérique appliquée à la mécanique des fluides. Une attention particulière est portée à la méthode des volumes finis pour la résolution numérique des équations de Navier-Stokes incompressibles et compressibles. A travers des exemples simplifiés nous illustrerons les différences fondamentales existant entre les algorithmes de résolution pour les écoulements incompressibles et les écoulements compressibles. Cette option vise à mettre en œuvre les acquis du cours au travers de nombreux TP. Ces séances de TP conduiront l'étudiant au développement d'un code de résolution numérique des équations de Navier-Stokes incompressibles ou compressibles.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Introduction et rappels d'analyse numérique
- La méthode des volumes finis
- Résolution numérique des équations de Navier-Stokes incompressible
- Résolution numérique des équations de Navier-Stokes compressible
- Introduction aux problèmes aux interfaces

PRÉ-REQUIS

Résolution d'équations différentielles ordinaires, résolution de systèmes linéaires, méthodes directes et méthodes itératives, différences finies

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Computational methods for fluid dynamics, J.H. Ferziger et M. Peric, 2002
Finite Volume methods for hyperbolic problems, R.J. Leveque, 2012
High-Resolution methods for incompressible and low-speed flows, D. Drikakis et W. Rider, 2005

MOTS-CLÉS

Equation aux dérivées partielles, Volumes finis, écoulements incompressibles et compressibles, méthode de projection

UE	ONDES DANS LES FLUIDES (Ondes dans les Fluides)	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8ADU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FABRE David
Email : david.fabre@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Appréhender la richesse et la profondeur de la notion d'onde en mécanique des fluides et des solides, à travers les situations canoniques : cordes vibrantes, acoustique, ondes de surface, ondes élastiques.

- Maîtriser les notions de mode propre, de relation de dispersion, de propagation de l'énergie, de propagation en milieu inhomogène ou à travers une discontinuité des propriétés physiques du milieu
- Résoudre des problèmes simples de propagation et de transmission d'ondes, analytiquement ou numériquement à l'aide de Matlab

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Cordes vibrantes, équation de d'Alembert, modes propres, problème aux conditions initiales
- Ondes acoustiques, relation de dispersion, intensité acoustique, impédance, traversée d'une discontinuité
- Ondes de surface, gravité et capillarité, relation de dispersion, effet de la profondeur, vitesse de groupe, énergie, ondes de sillage (Kelvin), traînée d'ondes
- Ondes élastiques longitudinales et transversales, ondes de surface (Rayleigh), réflexion sur une interface

PRÉ-REQUIS

Cours de mécanique des fluides et des solides du premier semestre de M1

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Waves in fluids, J. Lighthill, Cambridge Univ. Press, 1978

MOTS-CLÉS

Cordes vibrantes, acoustique, ondes de surface, ondes élastiques, dispersion

UE	MODELISATION DES STRUCTURES (Mod. Structures)	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AEU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ESTIVALEZES Erik
Email : Erik.Estivalezes@imft.fr

SWIDER Pascal
Email : pascal.swider@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité est inscrite dans la continuité des modules de mécanique des solides (A et B) du premier semestre. L'objectif est de développer des stratégies de modélisation et résolution du comportement statique et dynamique de structures non analytiquement descriptibles. La méthode des éléments finis (MEF) est principalement décrite.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Théorème des travaux virtuels, méthodes d'approximation
- Formulation de la méthode des éléments finis structuraux (statique, dynamique)
- Principaux types d'éléments et formulations associées
- Sous-structuration, Problèmes non-linéaires (principes généraux)
- Méthodologies alternatives à la MEF (principes généraux)

TP :
Prévision du comportement statique et dynamique d'un treillis par EF 1D
Prévision du comportement statique et dynamique d'une plaque plane par EF 2D

PRÉ-REQUIS

Mécanique des milieux continus (L3), Mécanique des Solides, Méthodes numériques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Méthode des Eléments finis (G. Dhatt, Ed. Hermès-Lavoisier),
The Finite Element Method, its basis & fundamentals (O.C. Zienkiewicz, Elsevier),
The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics (O.C. Zienkiewicz, Elsevier).

MOTS-CLÉS

Méthode d'approximation, méthode des éléments finis structuraux, sous-structuration, dynamique

UE	MILIEUX HÉTÉROGÈNES	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AFU	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCOUX Manuel
Email : marcoux@imft.fr

MASI Enrica
Email : enrica.masi@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les milieux complexes ou hétérogènes sont généralement associés aux milieux poreux qui sont des milieux solide comportant des interstices (trous, pores, fractures ...) de différentes tailles dans lesquels des fluides, gaz ou liquides, peuvent se propager ou s'écouler.
Ce module vise à présenter dans sa généralité une introduction à la Øscience des poreuxØ, à partir des champs d'application visés dans le domaine des sciences de la nature ou de la technologie, en présentant les techniques de changement d'échelle nécessaires pour modéliser le comportement des fluides dans ces milieux complexes et en donnant une place importante aux méthodes d'investigation et d'analyse expérimentales, et en incluant un éventail des différents phénomènes physiques pouvant intervenir dans ce type de configuration.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Introduction
   Différents milieux poreux, topologie, hétérogénéité - homogénéité, applications, implications
2. Description et caractérisation géométrique des milieux poreux :
   Structure poreuse, porosité, connectivité, Volume Elémentaire Représentatif
3. Diffusion en milieu poreux :
   Transferts de matièreà l'échelle de pores, changement d'échelle, technique de prise de moyenne, problème macroscopique, coefficient de diffusion effectif, tortuosité
4. Ecoulement monophasique en milieu poreux :
   Loi de Darcy (expérience, changement d'échelle), perméabilité, cas des empilements, écoulements de gaz, corrections (Knudsen, inertie)
5. Dispersion en milieu poreux :
   Transport de matière en présence d'un écoulement, dispersion de Taylor, nombre de Péclet, tenseur de dispersion, dispersivité, solutions analytiques
6. Fluides non miscibles dans les milieux poreux - Capillarité :
   Tension superficielle, loi de Laplace, mouillabilité, loi de Jurin
7. Les fluides à l'équilibre dans l'espace poreux :
   Pression partielle de vapeur, loi de Kelvin, Hygroscopie
8. Comportement capillaire en milieu poreux : Modes d'occupation diphasique de l'espace poreux, caractéristiques capillaires, imbibition, drainage, porométrie

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en mécanique des fluides et en transferts (thermiques ou massiques)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Equilibre et transferts en milieux poreux, J.-F. Daïan , archives-ouvertes.fr, 2013
Porous Media : Fluid Transport and Pore Structure, F. Dullien, Academic Press, 1991
Dynamics of Fluids in Porous Media , J. Bear, Dover Publications, 1988

MOTS-CLÉS

Milieux poreux, hétérogénéité, macroscopisation, écoulements interstitiels, transferts de matière, multiphasique, microfluidique

UE	BIOMECANIQUE	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AGU	Cours : 12h , TD : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CATHALIFAUD Patricia
Email : catalifo@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La vie c'est le mouvement. Il est naturel que la mécanique, science du mouvement par définition, explore donc le vivant. Ce cours abordera l'analyse du mouvement du vivant depuis l'échelle microscopique (plancton, spermatozoïdes) jusqu'à l'échelle macroscopique (écoulements internes, vol des oiseaux). Il illustrera par des exemples vivants comment la mécanique des fluides et des structures déformables, avec ses outils et ses méthodes en élabore la modélisation, la simulation et l'analyse. Ce cours d'initiation à la modélisation du vivant traitera des écoulements internes instationnaires liés à la circulation sanguine dans le réseau vasculaire déformable humain mais abordera aussi le monde micro-organismes, des insectes, des oiseaux et des poissons.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Macro circulation : Ecoulements artériels et veineux, Rhéologie des parois vasculaires et des fluides biologiques, mise en équations, illustration de l'interaction fluides - structures, propagation des ondes de pression et de débit, approches locales et approches globales de l'écoulement dans une artère ou une veine, notion sur le collapsus des veines, extension au cas de tout un réseau, Micro versus Macro circulation, application à l'hémodynamique cérébrale.
- La vie à bas nombre de Reynolds : Ecoulements de Stokes, Stokelets, rotlets : application aux stratégies de déplacement et de prédation des micro-organismes. Modélisation des écoulements autour de corps allongés : théorie de Lighthill, application à la locomotion des spermatozoïdes.
- Ecoulement dans les voies aériennes pulmonaire, convection / diffusion, tests fonctionnels.
- Péristaltisme sans gradient de pression, approche petit Re.
- Dynamique et énergétique des vols d'oiseaux et d'insectes
- Nage des Poissons
- Macro-circulations, écoulements internes, effets instationnaires, péristaltisme, nage des micro-organismes, nage des oiseaux.

MOTS-CLÉS

Macro-circulations, écoulements internes, effets instationnaires, péristaltisme, nage des micro-organismes, nage des oiseaux

UE	HISTOIRE DE LA MECANIQUE DES FLUIDES	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Histoire de la Mécanique des Fluides (Histoire de la Mécanique des Fluides)		
KMKM8AH1	Cours : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHARRU François
Email : charru@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

1. Situer du point de vue historique les avancées de la mécanique des fluides, au cours du 20e siècle en particulier
2. Comprendre l'influence réciproque des théories et de l'expérimentation, repérer les controverses
3. Replacer les avancées dans leur contexte scientifique et culturel, identifier les « obstacles épistémologiques »

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Lois empiriques de l'hydraulique des ingénieurs ; naissance de l'hydrodynamique (Bernoulli, Euler, Lagrange, Navier, Stokes)
2. Analyse dimensionnelle (de Mariotte à Rayleigh) ; essais sur modèles réduits (Froude, Reech, Reynolds)
3. Forces sur un obstacle : paradoxe de d'Alembert pour la traînée, tentatives de contournement (Helmholtz, Kirchhoff, Levi-Civita, Brillouin, Villat) ; portance et aérodynamique (Kutta, Joukovsky, Lanchester)
4. Couche limite et question du décollement d'un écoulement (Prandtl) ; couche limite turbulente (Eiffel, Blasius) ; analyse asymptotique
5. Turbulence (Saint-Venant, Boussinesq, Reynolds) ; mesure au fil chaud (Burgers, Magnan, Dryden) ; analyse statistique, modèles semi-empiriques (Taylor, Prandtl, von Karman)
6. Tourbillons et vorticité (Helmholtz, Strouhal, Bénard, Camichel)
7. Instabilités hydrodynamiques et thermoconvectives (Kelvin, Helmholtz, Reynolds, Rayleigh, Bénard, Taylor)
8. Ecoulements compressibles et ondes de choc (Rankine, Hugoniot, Mach, Ackeret, Jouguet)
9. Météorologie et océanographie (Coriolis, Bjerknes, Taylor) ; écoulements en rotation, stratification
10. Internationalisation (conférences, revues), sociétés savantes (IUTAM), modes d'enseignement, ouvrages

PRÉ-REQUIS

Notions de base de la mécanique des fluides

SPÉCIFICITÉS

Un projet sera réalisé dans le cadre de cette UE

COMPÉTENCES VISÉES

Culture générale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Worlds of flow : A history of hydrodynamics from the Bernoullis to Prandtl, O. Darrigol, Oxford UP, 2005
Ailes, Nuages et Tourbillons. La mécanique des fluides en France de 1900 à 1950 - Une politique nationale, F. Charru, Birkhäuser, 2021

MOTS-CLÉS

Mécanique des fluides, histoire des idées

UE	INSTABILITÉS ET SYSTÈMES DYNAMIQUES	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AIU	Cours-TD : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h
URL	https://moodle.univ-tlse3.fr/course/view.php?id=6436		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHARRU François
Email : charru@imft.fr

FABRE David
Email : david.fabre@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre le changement qualitatif de comportement d'un système physique (mécanique, électrique, chimique, dyn. des populations...) lorsqu'un paramètre varie
S'initier aux méthodes asymptotiques d'analyse des oscillateurs non linéaires
Assimiler les notions de bifurcation, d'attracteur, et de transition vers le chaos

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Systèmes différentiels linéaires et non linéaires : approche géométrique
(espace des phases , portraits de phase, points fixes, stabilité des points fixes)
2. Instabilités : bifurcations élémentaires de points fixes (nœud-col, fourche, ... Hopf)
3. Oscillateurs non linéaires (van der Pol, Duffing, forçages), méthodes asymptotiques
4. Systèmes discrets, applications de Poincaré, bifurcations
5. Bifurcations d'orbites périodiques, transition vers le chaos (doublement de période, quasi-périodicité, intermittence, ... chaos)
6. Objets fractals (autosimilarité, dimension non entière)

PRÉ-REQUIS

Résolution des équations différentielles linéaires, physique et mécanique de licence

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

L'ordre dans le chaos, P. Bergé, Y. Pomeau et C. Vidal, Hermann, 1984
Stability, Instability and Chaos : an introduction to the theory of nonlinear differential equations, P. Glendinning, Cambrige University Press, 1994

MOTS-CLÉS

Équation différentielle, oscillateur non linéaire, système récurrent discret, instabilité, bifurcation

UE	ECOULEMENTS GEOPHYSIQUES	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AJU	Cours-TD : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h
URL	https://moodle.univ-tlse3.fr/enrol/index.php?id=6437		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOULIN Frédéric
Email : moulin@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de décrire des concepts fondamentaux de la dynamique des océans et de l'atmosphère. Tout d'abord, deux effets fondamentaux, rotation de fond (celle de la terre) et stratification stable en densité (gradients verticaux de température et/ou de sel), seront intégrés aux équations de la mécanique des fluides pour en extraire les mécanismes de bases. La pertinence de ces mécanismes et leur illustration sur certains phénomènes naturels sera discutée.
Ensuite, la structuration des sols sédimentaires par les courants océaniques et atmosphériques sera illustrée à travers les processus associés au transport granulaire. Pour cela, les mécanismes de base du transport seront montrés, de l'échelle du grain à l'échelle de la formation des dunes.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Chap. 1 : quelques éléments sur la dynamique de l'atmosphère et de l'océan. Quantification de la rotation et de la stratification stable. Equations du mouvement pour une couche fine sur une sphère, adimensionnement. Approximations successives pour arriver aux équations du plan f et du plan béta.
-Chap. 2 : Dynamique du fluide homogène en rotation : théorème de Taylor-Proudman et équilibre géostrophique dans la limite de Ro=0. Couche limite d'Ekman. Ondes de surface avec rotation et problème de l'ajustement géostrophique. Effet d'un confinement horizontal : onde de Kelvin et modes propres. Approximation quasi-géostrophique pour décrire les mouvements lents et lien avec la conservation de la vorticité potentielle. Ondes de Rossby.
-Chap. 3 : Effets d'une stratification stable : ondes de gravité interne et ondes d'inertie-gravité. Génération par une topographie. Confinement par une surface libre : modes propres. Approximation quasi-géostrophique en stratifié, équation du vent thermique et instabilité barocline.
-Chap. 4 : Transport granulaire : La description du transport à l'échelle du grain Les nombres sans dimension pertinents Déstabilisation d'un lit granulaire, formation de dunes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— Pedelosky J., *Geophysical Fluid Dynamics* , Springer, 1987
— Vallis G., *Atmospheric and oceanic fluid dynamics* , Cambridge University Press,2006

MOTS-CLÉS

Atmosphère et Océan, Coriolis, Stratification Singulière et Continue, Ondes, Transport Granulaire, Approximation de Saint-Venant

UE	COMBUSTION	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AKU	Cours-TD : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SCHULLER Thierry
Email : Thierry.Schuller@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La combustion représente toujours 80 % de l'énergie consommée dans le monde. Ce module permet aux étudiants de rentrer dans cette thématique. Il s'agit ici de définir l'état final (température, polluants) en fonction de l'état initial et des paramètres de fonctionnement.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Thermodynamique des systèmes réactifs :
- Formalisation d'un système réactif
- Définition des grandeurs thermodynamiques
- Température de fin de combustion, équilibre chimique

Cinétique de la combustion homogène gazeuse :
- Taux de réactions (Arrhenius, Lindemann), schémas réactionnels de l'hydrogène et du méthane
- Hypothèse quasi-stationnaire et schémas cinétiques simplifiés
- Auto-allumage et sécurité, formation de polluants

Cinétique de la combustion hétérogène :
- Notion de site, d'absorption, d'adsorption et de mobilité.
- Réaction de surface

Équations des écoulements réactifs
- Diffusion moléculaire (vitesse de diffusion, écoulement de Stefan)
- Équations de l'énergie

Flamme prémélangée et non-prémélangée.

PRÉ-REQUIS

Cours de thermodynamique de niveau L3

MOTS-CLÉS

Température de fin de combustion, équilibre chimique, cinétique chimique, polluants, équation écoulements réactifs, flammes prémélangées et non-prémélangées

UE	THERMODYNAMIQUE	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8ALU	Cours-TD : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

A partir de questions actuelles de recherches en physique énergétique, les outils de la thermodynamique statistique du hors équilibre sont présentés et utilisés pour proposer des modèles et en faire l'analyse. Les concepts centraux de la modélisation statistique sont rappelés et mis en oeuvre (descriptions stochastiques et théorie des probabilités, approche en distribution, hypothèse des milieux continus, passages à la limite et approches intégrales, équations de Fredholm, formulation de Feynman-Kac). La mise en perspective pourra aussi bien concerner des aspects liés à la simulation numérique (Monte Carlo analogue et intégral) que les outils d'analyse pour aborder les systèmes à haut niveau de complexité géométriques ou phénoménologiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Probabilités et statistiques : rappels mathématiques
  - Variables aléatoires. Théorème Central Limite. Loi des grands nombres
  - Introduction à la statistique, estimateurs
  - Marches aléatoires simples
- Modélisation statistique à l'échelle de la particule : les modèles microscopiques
  - Les descripteurs microscopiques
  - Enoncé des modèles : l'absence de mémoire, modèles markoviens, trajectoires stochastiques...
  - Le marcheur de Boltzmann. Mean Square Displacement. Les simulations stochastiques de type individus centrés
- Modélisation en distribution dans l'espace des phases : les modèles mésoscopiques
  - Les différents modèles cinétiques
  - Formulation intégrale des modèles cinétiques et analyse des données expérimentales à l'échelle individuelle. Inversion paramétrique à partir de la formulation intégrale
  - Analyse système et invariants diffusionnels. Méthodes numériques pour les modèles directs et inverses
- Du point de vue cinétique au modèle macroscopique
  - Passage des modèles mésoscopiques aux modèles macroscopiques
  - Ouvertures vers le non lineaire

UE	PROJET D'ETUDE	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Projet		
KMKX8AI1	Projet : 75h	Enseignement en français	Travail personnel 138 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MASI Enrica
Email : enrica.masi@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité d'enseignement permet aux étudiants d'appliquer les compétences acquises au cours de leur formation à la résolution d'un problème précis, à développer de manière autonome. L'objectif est de développer un esprit critique à l'égard de questions scientifiques/techniques qui nécessitent une solution.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le projet consiste à s'attaquer à des problèmes scientifiques, techniques et/ou pédagogiques concrets à différents niveaux de complexité, par la mise en œuvre des actions nécessaires à leur résolution.

- Comprendre le problème par une étude préalable du sujet
- Identifier les points critiques du problème
- Tracer un schéma de résolution en priorisant les points importants
- Proposer des solutions ou des pistes d'amélioration

Une tâche importante du projet est sa restitution, à l'oral par une soutenance publique et à l'écrit par un rapport de synthèse.

SPÉCIFICITÉS

Le sujet est choisi parmi une liste de sujets proposés par l'équipe pédagogique de la formation, ou par des enseignants et/ou chercheurs d'autres formations et/ou laboratoires de recherche, ou par des industriels. Les étudiants peuvent proposer leur propre sujet, à condition que l'un des enseignants de l'équipe pédagogique accepte son encadrament. Pour tout sujet choisi en dehors de la liste proposée, un tuteur de l'équipe pédagogique sera désigné pour examiner le projet par rapport à sa conformité (niveau, attentes, etc...). Les étudiants travaillent sur leur projet en binôme au cours du second semestre, en plus des heures d'enseignements. Le projet est réalisé en autonomie et son suivi est assuré principalement par des réunions d'avancement régulières.

COMPÉTENCES VISÉES

- Élaborer une stratégie d'étude d'un problème physique en mécanique et/ou énergétique
- Identifier les outils scientifiques nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie d'étude
- Mobiliser les connaissances scientifiques/techniques afin de proposer une résolution au problème
- Exploiter les outils de communication et d'édition pour la restitution orale et écrit du travail effectué

UE	PROJET D'ETUDE	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Conférences		
KMKX8AI2	Cours-TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 138 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRANCHER Pierre
Email : brancher@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est d'informer les étudiants, à travers une série de conférences, sur les applications et développements récents de la mécanique et de l'énergétique susceptibles d'orienter leur projet de formation et leur projet professionnel. L'objectif est aussi d'élargir leur horizon en termes de culture scientifique générale et de les sensibiliser aux enjeux économiques, environnementaux, éthiques et sociétaux liés aux disciplines scientifiques abordées dans le master et impactant les métiers et secteurs d'activité visés par la formation en mécanique énergétique. Le spectre des conférences est donc volontairement large, tant sur l'esprit que sur contenu, ainsi que la nature des conférenciers (chercheur, ingénieur, associatif, journaliste, etc.).

SPÉCIFICITÉS

Horaires en fonction de la disponibilité des conférenciers (pour les conférences en présentiel)

MOTS-CLÉS

Culture scientifique générale, information et orientation, projet professionnel.

UE	ANGLAIS (FSI.LVG-Langues)	3 ECTS	2nd semestre
KMKM8AVU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

MARTIN-GOMEZ Laura
Email : laura.martin-gomez@univ-tlse3.fr

MURAT Julie
Email : julie.murat@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau C1 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 du CECR

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.- Interagir à l'oral en anglais : réussir ses échanges formels et informels lors des colloques, réunions ou entretiens professionnels.- De&#769 ;fendre sa candidature par e&#769 ;crit (CV) ou a&#768 ; l'oral (entretien de recrutement) en anglais

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