

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

SYLLABUS LICENCE

Mention Mécanique

L2 mécanique

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

2018 / 2019

8 MARS 2019

SOMMAIRE

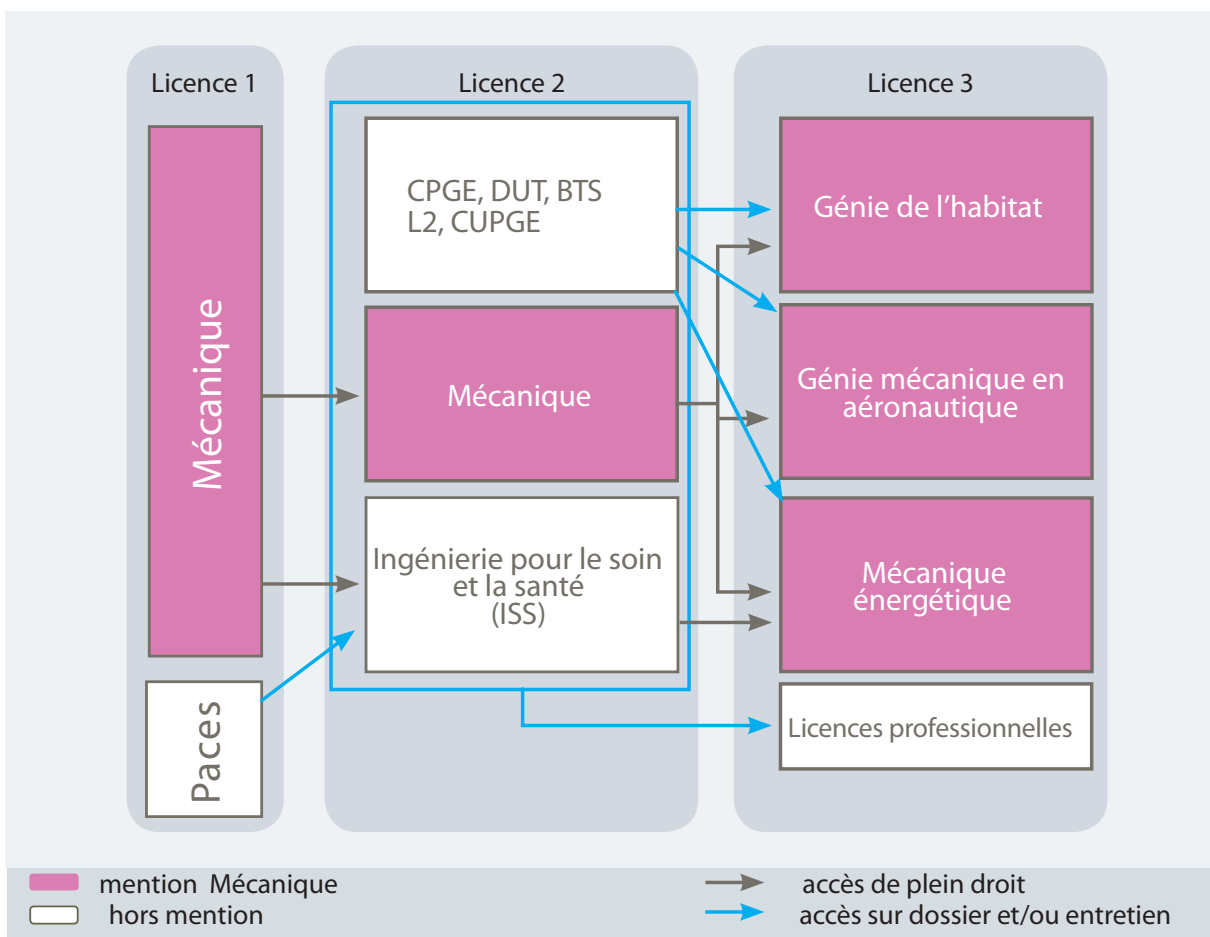
SCHÉMA GÉNÉRAL	3
SCHÉMA MENTION	4
PRÉSENTATION	5
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS	5
Mention Mecanique	5
Parcours	5
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE L2 mécanique	5
RUBRIQUE CONTACTS	7
CONTACTS PARCOURS	7
CONTACTS MENTION	7
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Méca	7
Tableau Synthétique des UE de la formation	8
LISTE DES UE	11
GLOSSAIRE	48
TERMES GÉNÉRAUX	48
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	48
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	48

SCHÉMA GÉNÉRAL



Les couleurs figurent la cohérence des disciplines entre elles.
 *inclut le cursus BioMip et la Prépa Agro-Véto.

SCHÉMA MENTION



PRÉSENTATION

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION MECANIQUE

La mention Mécanique se caractérise par une grande pluridisciplinarité tant au niveau scientifique fondamental que des applications, méthodologies et approches métiers.

Cette mention prépare les étudiants à intégrer l'un des trois masters de l'Université Paul Sabatier : Génie Mécanique en Aéronautique (GMA), Génie de l'Habitat (GH) et Mécanique-Energétique (ME) ou une école d'ingénieur sur dossier (INSA, Ecoles des Mines, Ecoles du réseau Polytech, ...)

Certains étudiants poursuivent dans des masters (à dominante mécanique, énergétique, génie de l'habitat ou génie mécanique) hors du site toulousain, plus adaptés à leur projet professionnel.

Une option biomécanique est proposée aux étudiants désirant intégrer le master parcours biomécanique.

Les compétences transversales acquises au cours des trois ans permettent à l'étudiant qui ne souhaiterait pas poursuivre en master à prétendre à des emplois de technicien, d'assistant ingénieur ou à présenter des concours administratifs (niveau licence).

PARCOURS

Les deux premières années de la licence Mécanique sont communes à deux autres mentions, Electronique, Energie électrique, Automatique (EEA) et Génie Civil. Ce regroupement qui forme en première année le bouquet Sciences Appliquées (SA) offre la possibilité à l'étudiant de s'orienter progressivement vers l'un des six domaines suivants :

- Mécanique énergétique
- Génie Mécanique
- Génie de l'Habitat
- Ingénierie pour la Santé, Biomécanique
- Électronique, Énergie Électrique, Automatique et Traitement du Signal
- Génie Civil

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE L2 MÉCANIQUE

Un travail collaboratif important a été réalisé pour apporter de la cohérence et consistance à la mention Mécanique. La première année est commune au bouquet des 3 mentions de la Faculté des Sciences et Ingénierie (FSI) : Génie Civil et Electronique, Energie électrique, Automatique (EEA) et Mécanique.

En deuxième année, une forte mutualisation avec les mentions Génie Civil et EEA est mise en place, permettant à l'étudiant une orientation progressive en lui offrant 5 possibilités d'orientation correspondant aux 5 parcours issus des 3 mentions de Licence (Génie Civil, Génie de l'Habitat, Génie Mécanique, EEA et Mécanique Energétique).

Un étudiant ayant choisi la mention mécanique garde la possibilité jusqu'au S5 de choisir un des trois parcours de la mention.

Dans le cadre d'une réorientation pour les étudiants de PACES, voulant poursuivre en master Biomécanique, une coloration Ingénierie de la Santé est possible via des modules en L2 et L3 parcours Mécanique Energétique.

L'enseignement dispensé aux niveaux autant en L1 qu'en L2, est un enseignement scientifique pluridisciplinaire formant un socle de connaissances permettant de poursuivre dans l'ensemble des parcours proposés au niveau L3.

Au niveau L3, les trois parcours sont proposés aux étudiants complétant la formation scientifique donnée en L1 et L2, vers des applications ciblées s'appuyant sur les savoir-faire locaux et ciblant trois secteurs d'activités bien représentés dans le tissu industriel régional et national :

- **Génie de l'Habitat (GH)**

Le parcours Génie de l'Habitat permet aux étudiants d'acquérir progressivement un ensemble de connaissances pluridisciplinaires dans différents domaines de la physique macroscopique. Ces connaissances ont pour but de préparer l'étudiant à l'entrée en Master Génie de l'Habitat afin qu'il soit capable de concevoir, de dimensionner et d'installer tous types d'équipements du second œuvre du bâtiment ou de tout autre espace habitable. La Licence pose donc les bases en physique, dans les domaines expérimentaux et numériques, tout en s'appuyant constamment sur des exemples empruntés au secteur du bâtiment.

– **Génie Mécanique en Aéronautique (GMA)**

Le parcours Génie Mécanique en Aéronautique permet aux étudiants d'acquérir progressivement un ensemble de connaissances dans les différents domaines du Génie Mécanique, Conception, Dimensionnement des Structures et Fabrication. L'objectif du parcours GMA est de préparer les étudiants qui le suivent à continuer vers des formations orientées préférentiellement vers les bureaux d'études ou de contrôle ou vers les métiers de la recherche. Pour cela de nombreux métiers accessibles par ce parcours sont présents en Midi-Pyrénées, de la conception, au dimensionnement jusqu'aux essais statiques ou dynamiques, de la construction à la maintenance.

– **Mécanique Energétique (ME)**

Le parcours Mécanique Energétique permet aux étudiants d'acquérir progressivement un ensemble de connaissances fondamentales et pluridisciplinaires dans les domaines de la mécanique des fluides, de la mécanique des structures et de l'énergétique, complété par une formation de mathématiques appliquées, de physique, d'informatique et de calcul scientifique. La formation couvre les aspects à la fois théoriques et appliqués de la mécanique avec une place importante donnée à la simulation numérique et à la démarche expérimentale. L'objectif principal de ce parcours est de préparer l'étudiant aux masters à dominante mécanique et/ou énergétique.

Nature des débouchés (métiers, poursuite d'études)

La mention Mécanique prépare les étudiants à intégrer l'un des trois masters de l'Université Paul Sabatier : Génie Mécanique en Aéronautique (GMA), Génie de l'Habitat (GH) et Mécanique-Energétique (ME) ou une école d'ingénieur sur dossier (INSA, Ecoles des Mines, écoles du réseau Polytech, ...). Certains étudiants poursuivent dans d'autres masters hors du site toulousain, plus adaptés à leur projet professionnel.

Les compétences transversales acquises tout au long de ces trois ans permettent également à l'étudiant qui ne souhaiterait pas poursuivre au-delà de la licence à prétendre à des emplois de technicien, d'assistant d'ingénieur ou chargé d'affaires en bureau d'études ou à présenter des concours administratifs ouverts aux titulaires d'un niveau licence. Pour ces étudiants, est mis en place des unités d'enseignements de professionnalisation facilitant cette insertion professionnelle.

Concernant un parcours type licence professionnelle, les étudiants de L2 intéressés se voient proposer en S4 des unités d'enseignements leur permettant de postuler vers des L3 Pro, essentiellement pilotées par les IUT.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE L2 MÉCANIQUE

AGULLO Michel

Email : michel.agullo@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.84.30

MARCOUX Manuel

Email : marcoux@imft.fr

Téléphone : 05 34 32 28 73 (IMFT)

FERRERO Jean-François

Email : jean-francois.ferrero@univ-tlse3.fr

LAURENS Pascale

Email : pascale.laurens@univ-tlse3.fr

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

MONLOUIS Sabrina

Email : sabrina.monlouis@univ-tlse3.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION MECANIQUE

FERRERO Jean-François

Email : jean-francois.ferrero@univ-tlse3.fr

LAURENS Pascale

Email : pascale.laurens@univ-tlse3.fr

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.MÉCA

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

FERRERO Jean-François

Email :

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

BOUTEILLIER Catherine

Email :

Téléphone : 0561556992

Université Paul Sabatier

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

8

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Cours-TD	TD	TP	TP DE	Projet	Stage
Premier semestre											
13	EDMKM3AM	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE	3	O	16		8				
14	EDMKM3BM	INFORMATIQUE	3	O	6			18			
15	EDMKM3CM	MATHÉMATIQUES 1	3	O	22		22				
16	EDMKM3DM	PROJET PROFESSIONNEL	3	O							
	EDMKM3D1	Projet professionnel (présentiel)			2						
17	EDMKM3D2	Projet professionnel								25	
18	EDMKM3EM	CONVERSION D'ÉNERGIE	3	O	9		9		6		
19	EDMKM3FM	CAO	3	O				18			
	EDMKM3GM	THERMIQUE-FLUIDES	3	O							
20	EDMKM3G1	Thermique			10		10		4		
21	EDMKM3G2	Mécanique des fluides			10		10		4		
	EDMKM3HM	AUTOMATIQUE	3	O							
22	EDMKM3H1	Automatique			8		8		9		
23	EDMKM3H2	Electronique			8		8		6		
	EDMKM3IM	DYNAMIQUE	3	O							
24	EDMKM3I1	Dynamique			10		18				
25	EDMKM3I2	Matériaux			20						
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :											
26	EDMKM3VM	ANGLAIS	3	O			24				
27	EDMKM3WM	ALLEMAND	3	O			24				
28	EDMKM3XM	ESPAGNOL	3	O			24				
Second semestre											
29	EDMKM4AM	MATHÉMATIQUES 2	4	O	22		22				
30	EDMKM4BM	TECHNIQUES SCIENTIFIQUES	4	O	12		12	18			
33	EDMKM4EM	MÉCANIQUE DES FLUIDES	3	O	12		15		6		
Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :											

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Cours-TD	TD	TP	TP DE	Projet	Stage
32	EDMKM4DM	RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX	4	O	12		18				
37	EDMKM4KM	MATHÉMATIQUES APPROFONDIES	4	O		48					
39	EDMKM4MM	INITIATION À LA PROFESSION	4	O							
40	EDMKC4M1	Initiation à la profession : installat° du second oeuvre			10						
40	EDMKC4N1	Technologie de la construction			20				8		
41	EDMKM4OM	INGÉNIERIE POUR LA SANTÉ	4	O	10		20				
Choisir 2 UE parmi les 4 UE suivantes :											
31	EDMKM4CM	SENSIBILISATION À LA GESTION DE PROJET	3	O			12				
36	EDMKM4IM	ÉLECTROMAGNÉTISME	3	O	12		15				
34	EDMKM4GM	FIABILITÉ	3	O	12		12				
35	EDMKM4HM	MOTEURS ÉLECTRIQUES	3	O	9		9		12		
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :											
38	EDMKM4LM	GÉNIE MÉCANIQUE	6	O			8	54	12		
42	EDMKM4PM	MODÉLISATION MÉCANIQUE ET ENERGÉTIQUE	6	O			28				
43	EDMKM4P1	Energétique							8		
44	EDMKM4P2	TP d'énergétique									
44	EDMKM4P3	Mécanique des solides			12		12				
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :											
45	EDMKM4UM	ANGLAIS	3	O			24				
46	EDMKM4VM	ALLEMAND	3	O			24				
47	EDMKM4WM	ESPAGNOL	3	O			24				
12	EDMKM3JM	MISE À NIVEAU PACES	0	F			40				

LISTE DES UE

UE	MISE À NIVEAU PACES	0 ECTS	Annuel
EDMKM3JM	TD : 40h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LIARD Laurent

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

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE, organisée sur les deux semaines avant la rentrée, a pour objectifs de permettre aux étudiants issus de PACES de pouvoir aborder la transition vers la L2EEA parcours ISS avec un rappel de bases enseignées en L1 concernant les mathématiques, la mécanique du point et les matières de l'EEA. Cette UE, est organisée sur 10 jours. Chaque jour type est organisé avec une matinée consacrée à un cours/TD thématique, puis une mise en autonomie l'après-midi et un débriefing avec un enseignant le soir.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Outils mathématiques :

- Nombres complexes, Grandeurs vectorielles. Rappels de trigonométrie, Repérage dans l'espace. Systèmes de coordonnées, Équations différentielles du premier et second ordre, Intégration simple et double

EEA :

- Électrocinétique : Grandeurs électriques. Éléments de base d'un circuit et leur association. Régime continu et sinusoïdal. Électrostatique : Force et champs électriques créés par une distribution de charges discrètes et continues, Loi de Coulomb, Théorème de Gauss, Potentiel électrostatique.

Mécanique du point :

- Cinématique, dynamique et énergétique, Moments d'une force. Notion de levier, Moment cinétique et mouvement à forces centrales

Compétences visées :

- Manipuler les principaux outils mathématiques utiles en physique.
- Mobiliser les concepts fondamentaux pour modéliser, analyser et résoudre des problèmes simples de mécanique et d'électricité.

PRÉ-REQUIS

Formation scientifique standard dispensée en terminale S. Pas de prérequis spécifique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amzallag, Émile, « Electrostatique et électrocinétique... ». Paris, France, Dunod, (2006).
- Salamito, Cardini, Jurine, « Physique tout-en-un PCSI », Dunod (2013)
- G. Soum et al., « Techniques mathématiques pour la physique ». Ed. Hachette Supérieur

MOTS-CLÉS

Calcul vectoriel, Équations différentielles, Mécanique du point, Lois de Newton, Repérage dans l'espace, Courant, Tension, Champ électrique, Lois de Kirchhoff

UE	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3AM	Cours : 16h , TD : 8h		

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Sensibiliser les étudiants à l'entrepreneuriat pour leur permettre d'identifier des possibilités d'insertion et d'évolution professionnelles alternatives.

Initier les étudiants au fonctionnement d'une entreprise et aux principaux documents de gestion d'une organisation.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

Découverte du Catalyseur et participation à des animations

Innovation et entrepreneuriat : aspects juridiques

Innovation et entrepreneuriat : aspects économiques (marché, offre et modèles économiques)

Innovation et entrepreneuriat : aspects financiers

Compétences :

Connaître les enjeux et les principales formes d'entrepreneuriat et d'innovation

Comprendre le rôle des différents acteurs dans une organisation.

Connaître les processus d'une affaire.

Connaître le vocabulaire juridique, commercial et financier de base.

PRÉ-REQUIS

aucun

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

<http://www.eduentreprise.fr/content/common/LivreElectronique.aspx>

MOTS-CLÉS

Entrepreneuriat ; Innovation ; Business-plan ; Segmentation du marché ; Marketing-mix ; Compte de résultat

UE	INFORMATIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3BM	Cours : 6h , TP : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BUSO David

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

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Donner à l'étudiant les connaissances nécessaires à la réalisation de programmes simples en utilisant des fonctions typées ou non dans un environnement UNIX.

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de réaliser des algorithmes simples et de maîtriser les éléments du langage C permettant de les coder.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Bases du langage C :

Variables simples et dimensionnées, notion de type, bibliothèques standard, entrées-sortie normalisées, test/branchement, boucles conditionnelles ou non, fonctions typées, structure générale d'un programme.

Algorithmique :

Découverte des branchements simples et multiples, choix en fonction du contexte.

Boucles conditionnelles ou non, application à la validation de saisie.

Algorithmes à une boucle et à deux boucles.

Environnement UNIX :

Commandes de base, hiérarchie/arborescence des dossiers

Produire et exécuter un code dans un environnement UNIX.

Compétences visées :

- Programmer un algorithme a une ou deux boucles en langage C.
- Réaliser et utiliser des fonctions en langage C.
- Produire et exécuter un code dans un environnement UNIX.
- Utiliser les commandes de base d'un environnement UNIX pour se déplacer dans l'arborescence des dossiers.

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en algorithmique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« C en action » 3ème édition de Yves METTIER

MOTS-CLÉS

Langage C, fonctions, UNIX, programmation.

UE	MATHÉMATIQUES 1	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3CM	Cours : 22h , TD : 22h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GAVRILOV Lubomir

Email : lubomir.gavrilov@math.univ-toulouse.fr

Téléphone : 05.61.55.76.62

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est l'acquisition de techniques mathématiques qui seront utiles dans les autres cours de la formation. Les principales compétences visées sont la maîtrise des aspects calculatoires du calcul différentiel et intégral (transformée de Laplace, intégrales curvilignes, circulation, intégrales de surface, flux, recherche des extrema des fonctions de plusieurs variables). Si ces compétences relèvent de l'analyse, elle vont de pair avec le développement de compétences en géométrie (étude d'une courbe paramétrée et son tracé, allure d'une surface paramétrée) ainsi qu'en algèbre (puisque l'étude à l'ordre deux des fonctions de plusieurs variables, fait intervenir des formes quadratiques, que l'on étudiera en lien avec la diagonalisation des matrices symétriques).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Transformation de Laplace : Propriétés, transformées classiques, Application : résolution d'équations différentielles.

Géométrie euclidienne dim 2 et 3(rappels) : Coordonnées, produit scalaire, angles, équations de droites et de plans, produit vectoriel.

Courbes paramétrées : Vecteur tangent, tracé local, Intégrale curviligne d'une fonction numérique et d'un champ de vecteurs.

Calcul différentiel pour les fonction de plusieurs variables réelles : Fonctions numériques : dérivées partielles, gradient ; différentiabilité : développement limité d'ordre un et deux (classes C1, C2), matrice Hessienne, formes quadratiques ; extrema d'une fonction, étude à l'ordre 2 des points critiques.

Fonction vectorielles : matrice jacobienne ; cas particulier des champs de vecteurs, caractérisation des champs dérivant d'un potentiel.

Intégrales doubles et triples : propriétés, calcul par tranches, changement de variables.

Introduction aux probabilités continues : probabilité d'un événement, espérance et loi d'une variable à densité, indépendance.

Surfaces paramétrées : Plan tangent, Intégrale d'une fonction numérique sur une surface, Flux d'un champ de vecteur à travers une surface, Enoncé des formules de Green.

PRÉ-REQUIS

Bases vues en L1 : Calcul de dérivées et d'intégrales, développements limités. Géométrie. Calcul matriciel, déterminant et (en 2017) diagonalisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B. Dacorogna et C. Tanteri, Analyse avancée pour ingénieurs. Presses polytechniques et universitaires romandes, 2002.

E. Kreyszig, Advanced engineering mathematics, John Wiley&Sons, 1999.

MOTS-CLÉS

Transformée de Laplace. Fonctions de plusieurs variables réelles. Courbes et surfaces paramétrées. Intégrales multiples, intégrales curvilignes et de surface.

UE	PROJET PROFESSIONNEL	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Projet professionnel (présentiel)		
EDMKM3D1	Cours : 2h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AGULLO Michel

Email : michel.agullo@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.84.30

MARCOUX Manuel

Email : marcoux@imft.fr

Téléphone : 05 34 32 28 73 (IMFT)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants :

- d'appréhender l'entreprise par une prise de contact directe avec des professionnels,
- de se documenter sur une activité professionnelle,
- d'identifier un parcours de formation en fonction de l'activité professionnelle visée,
- de finaliser leur projet d'orientation professionnel en validant ou invalidant un parcours de formation après enquête auprès d'un professionnel

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le contenu de cette formation consiste en un certain nombre d'exposés faits par les étudiants.

L'objectif est de présenter le résultat d'une enquête menée auprès d'un professionnel du secteur d'activité de la formation suivie (Mécanique, Génie mécanique, Génie Civil, EEA). L'étudiant devra donc :

- Type d'entreprise : PME, groupe industriel, fonction publique, artisanat...
- Type d'activité : études, production, vente, gestion, organisation, logistique...
- le nom du projet et sa nature ;
- le donneur d'ordre et le client ;
- le rôle et l'action menée par le professionnel dans ce projet ;
- les étapes du projet et son terme ;
- l'état actuel du projet

PRÉ-REQUIS

aucun

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

aucun

MOTS-CLÉS

Projet professionnel, activité professionnelle, parcours de formation, orientation.

UE	PROJET PROFESSIONNEL	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Projet professionnel		
EDMKM3D2	Projet : 25h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AGULLO Michel

Email : michel.agullo@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.84.30

MARCOUX Manuel

Email : marcoux@imft.fr

Téléphone : 05 34 32 28 73 (IMFT)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants :

- d'appréhender l'entreprise par une prise de contact directe avec des professionnels,
- de se documenter sur une activité professionnelle,
- d'identifier un parcours de formation en fonction de l'activité professionnelle visée,
- de finaliser leur projet d'orientation professionnel en validant ou invalidant un parcours de formation après enquête auprès d'un professionnel

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le contenu de cette formation consiste en un certain nombre d'exposés faits par les étudiants.

L'objectif est de présenter le résultat d'une enquête menée auprès d'un professionnel du secteur d'activité de la formation suivie (Mécanique, Génie mécanique, Génie Civil, EEA). L'étudiant devra donc :

- Type d'entreprise : PME, groupe industriel, fonction publique, artisanat...
- Type d'activité : études, production, vente, gestion, organisation, logistique...
- le nom du projet et sa nature ;
- le donneur d'ordre et le client ;
- le rôle et l'action menée par le professionnel dans ce projet ;
- les étapes du projet et son terme ;
- l'état actuel du projet

PRÉ-REQUIS

aucun

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

aucun

MOTS-CLÉS

Projet professionnel, activité professionnelle, parcours de formation, orientation.

UE	CONVERSION D'ÉNERGIE	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3EM	Cours : 9h , TD : 9h , TP DE : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCHAL Frédéric

Email : frederic.marchal@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 62 37

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité d'enseignement permet à l'étudiant de s'approprier les connaissances et outils nécessaires à l'étude des circuits en régime sinusoïdal (représentation vectorielle, amplitude et impédances complexes, puissances électriques).

Elle constitue une introduction à l'électricité industrielle et le socle des enseignements en électricité pour les étudiants qui poursuivront leur cursus dans ces domaines.

6 heures de travaux pratiques permettent à l'étudiant d'illustrer les concepts théoriques et, d'une part de se familiariser avec les techniques et outils de mesures utilisés en électrotechnique (wattmètre, sonde différentielle, capteur à effet hall, ...), et d'autre part de montrer l'intérêt de la compensation du facteur de puissance et du transport de l'énergie électrique en haute-tension.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Dipôles linéaires et association de dipôles.

Régime sinusoïdal monophasé : représentation vectorielle et complexe, amplitude et impédances complexes.

Puissance instantanée, puissance apparente, puissance active et réactive.

Théorème de Boucherot.

Relèvement du facteur de puissance et influence sur les pertes en ligne.

Initiation aux grandeurs triphasées et aux réseaux de distribution de l'énergie électrique.

Transformateur monophasé idéal.

TP : Compensation du facteur de puissance, Transport de l'énergie électrique en haute-tension.

PRÉ-REQUIS

Trigonométrie, grandeurs vectorielles complexes pour résoudre les circuits en régime sinusoïdal établi. Dérivation et intégration. Calculs vectoriels.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electrotechnique et énergie électrique, Luc Lasne, Edition Dunod, 2013, ISBN 978-2-10-059892-2.

MOTS-CLÉS

Régime sinusoïdal, dipôle linéaire, puissance, facteur de puissance, Boucherot, transformateur, réseau de distribution, triphasé.

UE	CAO	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3FM	TP : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AGULLO Michel

Email : michel.agullo@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.84.30

MARCOUX Manuel

Email : marcoux@imft.fr

Téléphone : 05 34 32 28 73 (IMFT)

MOUSSEIGNE Michel

Email : michel.mousseigne@univ-tlse3.fr

Téléphone : 68 70

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Utiliser les fonctions de base d'un logiciel de conception assistée par ordinateur pour représenter des pièces mécaniques données sous forme de plan :

- Utilisation du logiciel CATIA
- Apprentissage de Dessin technique

UE	THERMIQUE-FLUIDES	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Thermique		
EDMKM3G1	Cours : 10h , TD : 10h , TP DE : 4h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FRETON Pierre

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

MISCEVIC Marc

Email : marc.miscevic@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 83 07

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité de thermique propose à l'étudiant de développer ses connaissances afin qu'il puisse résoudre en autonomie des problèmes simples impliquant des transferts thermiques. Sur la base des connaissances acquises au S2 concernant le principe de conservation de l'énergie, les 3 modes de transferts de la chaleur seront introduits. L'objectif est avant tout de développer une approche physique afin de mettre l'étudiant en confiance pour modéliser et résoudre ce type de problème.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Rappel sur le principe de conservation de l'énergie en systèmes fermés et en systèmes ouverts.
- Introduction aux transferts de chaleur par conduction : loi de Fourier et équation de la chaleur dans les solides ; résolution dans des cas simples.
- Phénoménologie des transferts de chaleur par convection : notions de couches limites dynamiques et thermiques, coefficient d'échange convectif et loi de Newton.
- Résolution de problèmes conducto-convectifs dans le cas de géométries simples (ailettes, trempe d'un corps thermiquement mince, échangeur de chaleur, ...).
- Initiation aux transferts de chaleur par rayonnement des corps noirs : concept de surface opaque noire et de flux net échangé, échanges radiatifs entre des surfaces noires isothermes.

Compétences :

- Formuler un problème avec ses conditions aux limites
- Effectuer un bilan d'énergie
- Modéliser et résoudre des problèmes simples impliquant des transferts sous forme de chaleur.

UE	THERMIQUE-FLUIDES	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Mécanique des fluides		
EDMKM3G2	Cours : 10h , TD : 10h , TP DE : 4h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCOUX Manuel

Email : marcoux@imft.fr

Téléphone : 05 34 32 28 73 (IMFT)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Définir le domaine de la mécanique des fluides en posant les bases théoriques (milieux continus).

Définir les notions relatives aux forces en présence dans un écoulement de fluides, visqueux ou parfait, placé dans un champ de pesanteur.

Résoudre des problèmes classiques de statique des fluides. Applications au théorème d'Archimède

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La mécanique des fluides nécessite la définition de nouvelles notions liées au milieu continu permettant le passage des modèles de point matériel ou de solide au modèle de fluide.

Définition des différentes échelles d'observation du fluide avec la définition d'un milieu continu.

Définition de la particule fluide, de sa masse volumique, de sa nature compressible ou non, des propriétés liées au fluide et à l'écoulement.

Forces en présence dans un milieu fluide : pesanteur, pression, viscosité...

Principe Fondamentale de la Statique des fluides : champ de pression hydrostatique, théorème d'Archimède et ses applications.

PRÉ-REQUIS

aucun

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

"Physique tout-en-un, PSI", Sanz et al., Ed Dunod, 2014 : <http://univ-toulouse.scholarvox.com/book/88822028>

"Mécanique des fluides en 20 fiches", Bigot et al., Ed Dunod, 2015 : <http://univ-toulouse.scholarvox.com/book/88828478>

MOTS-CLÉS

Statique des fluides, Force de pression, Théorème d'Archimède, Milieu continu

UE	AUTOMATIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Automatique		
EDMKM3H1	Cours : 8h , TD : 8h , TP DE : 9h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MONTSENY Emmanuel
 Email : emontseny@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Définir l'automatique comme discipline d'étude des systèmes concrets (voiture, piscine...) par un travail formel sur des modèles abstraits (équations différentielles, fonction de transfert, schéma-bloc) dans le cadre d'asservissement et de régulations (vitesse, température...).

Les techniques d'analyse des systèmes linéaires invariants et de synthèse (correcteurs proportionnels/intégraux) seront abordées aussi bien dans le domaine temporel (sur des équations différentielles) que dans le formalisme de Laplace (sur des fonctions de transfert). A l'issue de ce module, les étudiants seront initiés à l'analyse des modèles des 1er et 2nd ordres, à l'étude des performances d'un système asservi et au choix de lois de commande satisfaisant un cahier des charge simple.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

* Introduction

Systèmes et modèles entrée-sortie, propriétés. Cas des systèmes linéaires invariant (SLI). Problématique de commande. Représentation par schéma-blocs.

* Représentation temporelle des SLI

Modélisation temporelle (équations diff, cas des systèmes du 1er et 2nd ordre), réponse temporelle canonique (impulsionnelle, indicielle, à une rampe), analyse (gain statique, régime, stabilité et caractéristiques).

Asservissement des SLI : équations différentielle d'une boucle fermée, analyse

* Représentation des SLI asservis dans le domaine de Laplace

Transformation de Laplace et propriétés. Application aux SLI, fonction de transfert ; cas des systèmes du 1er et 2nd ordre. Calcul de fonctions de transfert de systèmes en série, en parallèle ; application à la représentation par schémas-blocs. Fonction de transfert en boucle fermée. Analyse dans le domaine de Laplace, pôles. Calculs d'erreurs en régime permanent.

* Travaux pratiques

Asservissement de position d'un moteur électrique, régulation du niveau d'eau dans des bacs communicants, régulation de température.

PRÉ-REQUIS

Equations différentielles linéaires, nombres complexes, fonctions usuelles et trigonométriques, transformation de Laplace, fractions rationnelles.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- * *Comportement des systèmes asservis*, Christophe François, ed. ELLIPSES.
- * *Automatique*, S. Le Ballois et P. Codron, ed. DUNOD.
- * *Automatique*, Y. Granjon, ed. DUNOD.

MOTS-CLÉS

Systèmes linéaires invariants, 1er et 2nd ordres, boucle fermée, correcteurs proportionnel et intégral, transformation de Laplace, fonction de transfert.

UE	AUTOMATIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Electronique		
EDMKM3H2	Cours : 8h , TD : 8h , TP DE : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TERNISIEN Marc

Email : marc.ternisien@laplace.univ-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de donner aux étudiants, des notions sur l'amplification en tension et le filtrage premier ordre réalisés par des composants électroniques. Les notions abordées sont orientées autour des modèles d'amplificateur de tension et sur les aspects de filtrage passif et actif dans un premier temps. Dans un second temps, des montages simples à partir d'amplificateur opérationnel (AO) en régime linéaire sont étudiés. Les aspects performance et limitation du composant AO sont abordés au travers de l'analyse de sa « datasheet ». En parallèle, de ces notions, l'objectif est mis sur la manipulation d'outils de caractérisation électrique comme l'oscilloscope ou le multimètre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Rappels sur les lois et théorèmes des circuits électriques linéaires
- Régimes continu et transitoire
- Circuits électriques linéaires en régime permanent sinusoïdal
- Généralités sur l'amplification, modèle d'amplificateur de tension
- Circuits linéaires à fréquence variable - Fonction de transfert - filtres
- Diagramme de Bode
- L'Amplificateur Opérationnel idéal (AO) en régime linéaire

Compétences visées :

- Maîtriser les mesures électriques en continu et alternatif (oscilloscope - multimètre) ainsi que leur interprétation
- Mesurer la fonction de transfert d'un quadripôle simple (amplificateur, filtre premier ordre) et la tracer dans le plan de Bode.
- Comprendre et vérifier les données techniques (datasheet) d'un amplificateur opérationnel à l'aide de mesures
- Savoir définir un filtre (Nature, sélectivité)

PRÉ-REQUIS

Application des théorèmes de base de l'électrocinétique (régime continu et sinusoïdal). Utilisation des complexes avec la notion d'impédance associée

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Principes d'électronique - AP Malvino (Dunod)

Électronique, tout le cours en fiches - Y. Granjon, B. Estibals, S. Weber (Dunod)

MOTS-CLÉS

Filtrage 1er ordre, Amplificateur en tension, Amplificateur opérationnel, Diagramme de Bode, Mesures à l'oscilloscope et au multimètre

UE	DYNAMIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Dynamique		
EDMKM3I1	Cours : 10h , TD : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOGU Christian

Email : christian.gogu@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 60 36

SAINTLOS-BRILLAC Sylvie

Email : sylvie.saintlos@imft.fr

Téléphone : 0561556375

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette matière vise à introduire les concepts de base de la mécanique des solides indéformables (torseurs fondamentaux) afin de résoudre d'une part des problèmes de cinématique du solide et d'autre part des problèmes de dynamique. L'étudiant sera en mesure de mettre en équations un problème de mécanique du solide afin d'étudier son mouvement et/ou son équilibre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

- Cinématique du solide : torseur distributeur des vitesses, accélération
- Liaison, cinématique de contact
- Géométrie des masses
- Cinétique : caractéristiques d'inertie du solide, torseur cinétique
- Dynamique : torseur dynamique, actions mécaniques, principe fondamental de la dynamique

Compétences :

Déterminer les équations du mouvement de solides en mouvements simples soumis à des actions mécaniques

PRÉ-REQUIS

Lois et théorèmes-Mécanique du point matériel : Cinématique, dynamique, Energies

Outils mathématiques (dérivation, équations différentielles ordinaires)

MOTS-CLÉS

Cinématique, Cinétique et Dynamique du solide rigide. Torseur, Géométrie des masses.

UE	DYNAMIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Matériaux		
EDMKM3I2	Cours : 20h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CYR Martin

Email : cyr@insa-toulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants une base de connaissances générales sur les matériaux utilisés dans différents secteurs d'activités : l'électronique, l'électrotechnique, l'aéronautique et le génie civil. Il en définit les grandes familles, en précisant leurs utilisations potentielles.

Ce cours introduit les différentes propriétés des matériaux, décrit la façon dont on les mesure et en donne des ordres de grandeur.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'enseignement se présente sous forme d'une introduction générale de 8 heures qui rappelle rapidement la structure de la matière et présente les différentes propriétés qui en résultent : propriétés chimiques (corrosion, hydraulité, ...), physiques (électriques, magnétiques, thermiques ...) et mécaniques (résistances, déformabilité, ...). L'accent est mis sur la relation entre propriétés d'usage et utilisation des matériaux.

Cette partie est complétée par trois parties (représentant chacune 4 heures de cours) présentant les matériaux spécifiques aux différentes disciplines ayant mis en commun cet enseignement.

PRÉ-REQUIS

Enseignement de chimie de L1, concernant la structure des matériaux : état de la matière, micro-structure, arrangements atomiques et liaisons.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Matériaux - T1 Propriétés, applications et conception - M.F. Ashby / D.R.H. Jones - Dunod

Matériaux - T2 Microstructures, mise en oeuvre et conception - M.F. Ashby / D.R.H. Jones - Dunod

MOTS-CLÉS

Matériaux, propriétés d'usage, céramiques, ciments, bétons, métaux, composites, semi-conducteurs

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3VM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAURENS Pascale

Email : pascale.laurens@univ-tlse3.fr

YASSINE DIAB Nadia

Email : nadia.yassine-diab@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 85 90

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Consolider et approfondir les connaissances grammaticales et lexicales
- Acquérir une aisance écrite et orale dans la langue de communication
- Défendre un point de vue, argumenter
- Atteindre au minimum le niveau B1 du CECRL en fin de L2

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Pratique de la langue générale
- Pratique de la langue pour les sciences
- Pratique de la langue pour la communication

PRÉ-REQUIS

Les débutants dans la langue cible sont invités à suivre le cours « grands débutants » en complément du cours classique.

MOTS-CLÉS

Questions éthiques- débattre -argumenter - défendre un point de vue

UE	ALLEMAND	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3WM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : diego.santamarina@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 64 27

PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

UE	ESPAGNOL	3 ECTS	1^{er} semestre
EDMKM3XM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : diego.santamarina@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 64 27

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Activités langagières permettant l'acquisition d'une langue générale et progressivement d'un vocabulaire plus spécifique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Travail de toutes les compétences avec un accent particulier mis sur l' expression orale.

PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les documents sont donnés par l'enseignant.

MOTS-CLÉS

Espagnol

UE	MATHÉMATIQUES 2	4 ECTS	2nd semestre
EDMKM4AM	Cours : 22h , TD : 22h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GAVRILOV Lubomir

Email : lubomir.gavrilov@math.univ-toulouse.fr

Téléphone : 05.61.55.76.62

REY Jérôme

Email : rey99@free.fr

Téléphone : 06.67.24.74.80

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de l'enseignement est la maîtrise en vue des applications des deux outils mathématiques fondamentaux suivants :

- Séries de Fourier.
- Equations aux dérivées partielles.

L'intérêt de ces outils mathématiques sera motivé par des exemples issus des sciences appliquées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Chapitre 1. *Séries numériques.*

Définition et premiers exemples. Critères de convergence. Comparaison entre séries. Critère intégral de Cauchy.

Chapitre 2 *Séries de fonctions.*

Suites de fonctions : différents types de convergence, propriétés de la limite (continuité, dérivabilité, intégration).

Séries de fonctions : différents types de convergence, propriétés de la somme. Séries trigonométriques. Exemples.

Chapitre 3 *Séries de Fourier.*

Coefficients de Fourier. Théorème de Dirichlet. Formule de Bessel-Parseval. Exemples de décomposition d'un signal.

Chapitre 4 *Equations aux dérivées partielles.*

Quelques méthodes pratiques de résolution sur des exemples simples (changement de variables, séparation des variables). Sont abordées (via les séries de Fourier) : l'équation des ondes (en 1D), l'équation de la chaleur (en 1D), l'équation de Laplace (en 2D, sur un rectangle, sur un disque).

PRÉ-REQUIS

Les programmes des enseignements de mathématiques des trois premiers semestres d'une licence en sciences appliquées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kreuzig, Advanced engineering mathematics, J. Wiley & Sons.

B. Dacorogna et C. Tanteri, Analyse avancée pour ingénieurs, Presses polytechniques et universitaires romandes.

MOTS-CLÉS

Séries de Fourier. Décomposition d'un signal. Equations aux dérivées partielles. Equation des cordes vibrantes. Equations de la chaleur 1D et de Laplace 2D.

UE	TECHNIQUES SCIENTIFIQUES	4 ECTS	2nd semestre
EDMKM4BM	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CASTELAN Philippe

Email : philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 0561556715

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Apprendre à la fois le langage C (niveau intermédiaire) et s'approprier les outils numériques scalaires nécessaires au scientifique.

La notion de système d'exploitation est mise en avant ainsi que les notions de coût et de précision d'un calcul.

Les limites des méthodes, en termes de précision, sont exposées afin d'en permettre une mise en application raisonnée et critique.

Les compétences en algorithmie sont étendues, en particulier la transposition d'une méthode en programme.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Langage C :

Variables dimensionnées, structures, chaînes de caractères, pointeurs, pointeurs et fonctions, fichiers séquentiels, allocation dynamique de la mémoire.

Calcul scientifique :

coût d'un calcul, calcul polynomial, interpolation polynomiale, racine de fonction non linéaires, intégration et dérivation numérique, résolution d'équations différentielles (méthodes de démarrage).

Méthode pédagogique :

Cours, Travaux Dirigés, Travaux Pratiques et Projet. Un travail personnel est proposé à l'étudiant en soutien via des contrats de confiance.

PRÉ-REQUIS

Cours d'informatique du semestre 3 en programmation, développement limité en série de Taylor en Techniques de calcul scientifique.

MOTS-CLÉS

Méthodes numériques scalaires, précision des calculs, Langage C, mémoire dynamique, fichiers texte.

UE	SENSIBILISATION À LA GESTION DE PROJET	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4CM	TD : 12h		

UE	RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX	4 ECTS	2nd semestre
EDMKM4DM	Cours : 12h , TD : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SENATORE Johanna

Email : johanna.senatore@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.73.16

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette matière vise à introduire les concepts de base de la Résistance Des Matériaux (RDM) afin de dimensionner des structures simples. L'étudiant sera en mesure de mettre en équations et de résoudre un problème de structure simple.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Statique des poutres, notions de contraintes et déformations, loi contraintes/déformations, Sollicitations simples : traction, flexion, torsion profil circulaire

Compétences :

Calculer les contraintes et déformations de poutres soumises à des sollicitations simples.

MOTS-CLÉS

Dimensionnement, structures, statique des poutres

UE	MÉCANIQUE DES FLUIDES	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4EM	Cours : 12h , TD : 15h , TP DE : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARCOUX Manuel

Email : marcoux@imft.fr

Téléphone : 05 34 32 28 73 (IMFT)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Maîtriser et interpréter les phénomènes de base mis en jeu en statique et en dynamique des fluides (parfaits et visqueux). Comprendre, savoir manipuler et appliquer les principes et théorèmes fondamentaux et interpréter leur domaine de validité dans des problèmes concrets concernant les fluides.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

- Cinématique des fluides : écoulements, trajectoires, lignes de courant, équation de continuité
- Dynamique des fluides parfaits incompressibles : Principe Fondamental de la Dynamique des fluides, équations d'Euler et de Bernoulli
- Ecoulements de fluides visqueux : viscosité, contrainte visqueuse, forces de frottement, équation de Bernoulli généralisée
- Ecoulements plans : équation de Navier, résolution d'écoulements visqueux simples (Poiseuille, Couette), introduction à l'équation de Navier-Stokes
- Pertes de charge : écoulements dans les conduites, différents régimes (laminaires, turbulents), écoulements dans les canaux, pertes de charge linéaires

Compétences :

Compréhension des phénomènes physiques et mécaniques

Connaissance des outils mathématiques, de manière à savoir poser le problème mathématique, modéliser le problème étudié et savoir résoudre le système d'équations différentielles associé.

Interprétation et exploitation des résultats pour décrire les écoulements de fluide et les applications associées

PRÉ-REQUIS

Notions de mathématiques dispensées au cours de l'année (calcul différentiel et intégral)

Statique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Mécanique des fluides, D. Desjardins, M. Combarous & N. Bonneton, 2005, Dunod
- Mécanique des fluides appliquée, R. Ouziaux & J. Perrier, 1998, Dunod
- Mécanique des fluides appliquée, R. Joulié, 1998, Ellipses

MOTS-CLÉS

Fluides, vitesse, pression, écoulements, frottement visqueux, hydraulique

UE	FIABILITÉ	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4GM	Cours : 12h , TD : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BES Christian

Email : christian.bes@univ-tlse3.fr

SEGONDS Stéphane

Email : stephane.segonds@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Principales lois de probabilités discrètes et continues utilisées dans le domaine de la fiabilité.

Taux de panne constant et variable, conception en série, en parallèle et en redondance active des systèmes.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

* Rappels de probabilités : Analyse combinatoire, Opérations élémentaires sur le calcul probabilités, Probas conditionnelles et formules de Bayes, Variables aléatoires discrètes et continues, Variables multidimensionnelles et indépendances, Processus stochastiques.

* Fiabilité : Définition, Taux de panne et relation avec les fonctions de fiabilité (Weibull, exponentielle, lognormale), Lois usuelles de fiabilité, Estimation à partir de données.

* Architecture des systèmes : Constituants en série, En parallèle, En redondance active

* Maintenance : Corrective, Conditionnelle, Prédictive

Compétences :

Evaluer la durée de vie des systèmes (mécanique, électrique, électronique) en fonction de leur architecture et de leur taux de panne

Evaluer à partir de données le taux panne d'un système

Définir une stratégie de maintenance

UE	MOTEURS ÉLECTRIQUES	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4HM	Cours : 9h , TD : 9h , TP DE : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SEWRAJ Neermalsing

Email : sewraj@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 6237

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette unité est de comprendre le fonctionnement d'une machine électrique. Pour cela, ce cours s'appuie sur 2 types de machines électriques : la machine synchrone dans son fonctionnement générateur (alternateur synchrone) et la machine à courant continu (moteur et générateur).

Les alternateurs synchrones sont utilisés pour la production d'énergie électrique sous forme de tensions et de courants alternatifs triphasés (alternateur automobile, de centrale nucléaire, ...). Leur étude permettra de faire le lien avec les aspects réseaux de distribution étudiés au S3.

La machine à courant continu est aussi présentée afin de faire le lien avec le projet réalisé au S4, durant lequel le modèle dynamique (électromécanique) est mis à profit pour réaliser une régulation de vitesse du moteur.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Machine à courant continu :

- Principes de fonctionnement en moteur et en générateur,
- Schéma équivalent et équations générales de la machine,
- Bilan de puissance,
- Fonctionnement en régime permanent continu,
- Fonctionnement en régime transitoire.

Alternateur synchrone :

- Principes et relations générales,
- Fonctionnement à vide et en charge,
- Modèle à réactance synchrone,
- Bilan de puissance.

Régime sinusoïdal triphasé équilibré :

- Couplages étoile et triangle,
- Puissances en régime sinusoïdal triphasé,

Travaux Pratiques : Machine à courant continu, Alternateur Synchrone, Réseau de distribution triphasé.

PRÉ-REQUIS

Trigonométrie, vecteurs, nombres complexes, circuits en régime sinusoïdal établi. Dérivation et intégration à une variable. Calculs vectoriels

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electrotechnique et énergie électrique, Luc Lasne, Edition Dunod, 2013, ISBN 978-2-10-059892-2.

MOTS-CLÉS

Régime sinusoïdal, moteur, alternateur, machine à courant continu, réseau de distribution, triphasé, bilan de puissance

UE	ÉLECTROMAGNÉTISME	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4IM	Cours : 12h , TD : 15h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TEULET Philippe

Email : teulet@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 05.61.55.82.21

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Initier les étudiants aux phénomènes liés aux lois de l'électromagnétisme : induction (force électromotrice induite), forces électromagnétiques, pertes dans un circuit magnétique (courants de Foucault), notion de courants de conduction et de déplacement, ...
- Appréhender le rôle des phénomènes électromagnétiques dans le domaine de l'électrotechnique (transformateurs, machines électriques).
- Initier les étudiants aux phénomènes de propagation d'ondes électromagnétiques dans le vide : compréhension physique et mise en équation.
- Savoir caractériser une onde électromagnétique plane (direction et vitesse de propagation, état de polarisation, structure de l'onde, énergie dissipée).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Flux du champ magnétique et phénomène d'induction (Lois de Lenz et Faraday). Conservativité du flux du champ magnétique.
- Force de Lorentz, force de Laplace.
- Equations de Maxwell. Passages des formes locales aux formes intégrales. Théorèmes de Stokes et de Green-Ostrogradski. Notions de courant de conduction et de courant de déplacement.
- Notions de pertes dans un circuit magnétique, courants de Foucault.
- Liens avec les machines électriques (machine à courant continu, machine synchrone). Fonctionnement moteur et générateur.
- Propagation d'une onde plane progressive, sinusoïdale dans le vide. Equation de propagation des champs E et B (équation vectorielle et équations scalaires des composantes des champs), vitesse de propagation, vitesse de phase, vecteur d'onde, état de polarisation, transversalité des champs. Vitesse de la lumière.
- Vecteur de Poynting. Puissance moyenne temporelle. Propagation de l'énergie.
- Ondes incidente et réfléchiée ; ondes stationnaires.

PRÉ-REQUIS

Distributions de charges / de courant, densité de courant, champs électrostatique et magnétostatique, principe de Curie, notion de flux, grandeurs sinusoïdales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electromagnétisme. Fondements et applications DUNOD (José Philippe Pérez, Robert Carles, Robert Fleckinger) ; Cours de Physique-Electromagnétisme Phénomènes d'induction et ondes électromagnétiques DUNOD (Daniel Cordier)

MOTS-CLÉS

Phénomènes d'induction, Equations de Maxwell, Forces électromagnétiques, Ondes électromagnétiques planes, Propagation dans le vide

UE	MATHÉMATIQUES APPROFONDIES	4 ECTS	2nd semestre
EDMKM4KM	Cours-TD : 48h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GAVRILOV Lubomir

Email : lubomir.gavrilov@math.univ-toulouse.fr

Téléphone : 05.61.55.76.62

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Fournir le bagage mathématique complémentaire nécessaire pour l'étudiant désirant poursuivre vers le parcours Mécanique Energétique par l'approfondissement des notions de bases vues lors des enseignements du tronc commun de la licence deuxième année.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Chapitre 1. Continuité et Convergence :

Topologie élémentaire, continuité

Chapitre 2. Dérivation :

Calcul matriciel, Différentiabilité, Flot d'un champ de vecteurs.

Chapitre 3. Equations différentielles :

Systèmes différentiels à coefficients constants, Problème de Cauchy, EDO du deuxième ordre

Chapitre 4 . Intégrales à Paramètres :

Théorèmes de continuité, dérivabilité sous l'hypothèse de domination.

Chapitre 5. Intégration :

Intégrales multiples (Fubini, changement de variables). Circulation et flux d'un champ de vecteurs (Green-Riemann). Applications aux lois de conservation en mécanique.

PRÉ-REQUIS

Enseignement de mathématiques de L1 et du premier semestre (S3) de cette année de licence

MOTS-CLÉS

Continuité, convergence, dérivation, matrice Jacobienne, diagonalisation, Equations différentielles, Intégrales curvilignes et multiples

UE	GÉNIE MÉCANIQUE	6 ECTS	2nd semestre
EDMKM4LM	TP : 54h , TP DE : 12h , TD : 8h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BONNEAU Nicolas

Email : nicolas.bonneau@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 73 16

AGULLO Michel

Email : michel.agullo@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.84.30

COHEN Guillaume

Email : guillaume.cohen@univ-tlse3.fr

Téléphone : (poste) 97 14 ou 77 48

UE	INITIATION À LA PROFESSION	4 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Initiation à la profession : installat° du second oeuvre		
EDMKC4M1	Cours : 10h		

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est d'introduire la terminologie liée au second œuvre du bâtiment, d'apporter des explications simples et des connaissances sur les principales installations et d'ouvrir à la réflexion sur le bâtiment du futur et les nouvelles énergies.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

L'isolation thermique et acoustique

Le chauffage

La climatisation

La ventilation

L'eau sanitaire

L'éclairage

Compétences :

Maîtriser la terminologie du secteur du second œuvre du bâtiment.

Expliquer le fonctionnement des principales installations de chauffage, de ventilation et de climatisation.

Analyser les besoins énergétiques d'un bâtiment afin de proposer une solution technique.

PRÉ-REQUIS

aucun

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Le Rechnagel, Manuel pratique du Génie Climatique, H. Rechnagel, Ed. PYC Livres

Aide-Mémoire Génie Climatique, J. Desmons, Ed. Dunod

MOTS-CLÉS

Second œuvre, CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation), Energies

UE	INITIATION À LA PROFESSION	4 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Technologie de la construction		
EDMKC4N1	Cours : 20h , TP DE : 8h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CUBAYNES Jean-François

Email : jean-francois.cubaynes@univ-tlse3.fr

Téléphone : 77 57

HUSSON Bernard

Email : bernard.husson@insa-toulouse.fr

Téléphone : 0561556696

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les connaissances de base en technologie de la construction des bâtiments et des ouvrages de génie civil et identifier les différentes étapes de l'acte de construire.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cet enseignement est consacré à :

- Comprendre la démarche pour l'installation de chantier et l'environnement global d'un projet de génie civil
- Analyser les systèmes constructifs des bâtiments et des ouvrages de génie civil
- Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction
- Appréhender les problèmes de sécurité sur les chantiers

Cet enseignement comprend également des visites de chantier de bâtiment ou de travaux publics durant la phase de réalisation du gros œuvre et donne lieu à la rédaction de compte rendu de visite.

PRÉ-REQUIS

Connaître les matériaux utilisés en génie civil

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Précis du bâtiment, D. Didier, M. Le Brazidec, P. Nataf, J. Thiesset - Afnor Editions / Nathan

Conception des ponts, A. Bernard-Gély, J.-A. Calgaro - Presses de l'ENPC

Projet et construction des ponts, J.-A. Calgaro - Presses de l'ENPC

MOTS-CLÉS

Technologie de construction, bâtiments, travaux publics

UE	INGÉNIEURIE POUR LA SANTÉ	4 ECTS	2nd semestre
EDMKM40M	Cours : 10h , TD : 20h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FOURNIER NOEL Clara

Email : clara.fournier-noel@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 83 33

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Connaître l'environnement réglementaire et normatif du médicament et du dispositif médical dont le biomatériau et le capteur,
- Acquérir les outils chimiques pour comprendre les biomolécules et les formulations simples de médicaments à usage cutané et percutané,
- Maîtriser les types de liaisons, d'interactions, de polarité, hydrophilie, hydrophobie, propriétés acido-basiques, chromophores, pharmacophores, organisation de molécules et interactions spécifiques,
- Savoir expliquer des formulations de médicaments,
- Comprendre les propriétés et caractéristiques essentielles de biomatériaux et de biocapteurs.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie A : Réglementation et cycle de vie des produits de santé

Partie B : rappels de chimie organique (Liaisons, interactions, nomenclature, isomérisation, pHmétrie, balance hydrophile/hydrophobe, solubilité, organisation dans l'eau, chromophore, Masses molaires...)

Partie C : Molécules du vivant, structure et propriétés physico-chimiques

L'eau, Acides aminés, polypeptides, protéines, Acides gras et Phospholipides, ADN, ARN et oligonucléotides

Partie D : Caractéristiques et propriétés essentielles des polymères pour les biomatériaux

Classifications, Masses molaires, Architecture, Propriétés thermomécaniques

Partie E : Vers le Médicament et le Dispositif Médical

Exemples de biomatériaux : lentilles oculaires, ciments osseux, implant mammaire

Formes galéniques cutanées et transdermiques

Biocapteurs

PRÉ-REQUIS

Classification périodique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Techniques de l'ingénieur (matériaux polymères, médicaments, biocapteurs)

[2] Mader : Understanding, Human Anatomy & Physiology, Fifth Edition, Chapter 2 : chemistry of life, The McGraw Hill Companies, 2004

MOTS-CLÉS

Biomolécules - biomatériaux - biocapteurs - médicaments - Dispositifs médicaux

UE	MODÉLISATION ENERGÉTIQUE	MÉCANIQUE	ET	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Energétique				
EDMKM4P1	Cours-TD : 28h				

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BEDAT Benoit
Email : bedat@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité de modélisation en énergétique propose à l'étudiant de développer ses connaissances afin qu'il puisse modéliser au premier ordre des systèmes thermodynamiques, et notamment les machines thermiques. Une introduction aux grands principes de la thermodynamique sera tout d'abord réalisée, dans l'objectif d'arriver rapidement à la phénoménologie du changement d'état des corps purs. Sur la base des connaissances acquises au S3 concernant les modes du transfert thermique, des modélisations simples de systèmes échangeurs de chaleur avec changement d'état seront développées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

- Bref rappel sur le principe de conservation de l'énergie et sur la nécessité d'un second principe.
- Second principe de la thermodynamique : énoncés de Clausius, cycle de Carnot et forme entropique, énoncé de Thomson. Applications aux machines thermiques et au changement d'état des corps purs (description phénoménologique, diagrammes d'équilibre des phases, chaleur latente).
- Modélisation à l'échelle composant et à l'échelle système de machine thermique (machine frigorifique, turbine à vapeur)

Compétences :

- Formuler un problème avec ses conditions aux limites
- Effectuer un bilan d'énergie
- Modéliser et résoudre des problèmes simples impliquant des transferts sous forme de chaleur et du changement d'état d'un corps pur.

PRÉ-REQUIS

Enseignement de physique de la licence première année

MOTS-CLÉS

Second principe, Cycle de Carnot, Machine Thermique, Bilan énergétique, Changement d'état d'un corps pur

UE	MODÉLISATION ENERGETIQUE	MÉCANIQUE	ET	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	TP d'énergétique				
EDMKM4P2	TP DE : 8h				

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BEDAT Benoit
 Email : bedat@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité de modélisation en énergétique propose à l'étudiant de développer ses connaissances afin qu'il puisse modéliser au premier ordre des systèmes thermodynamiques, et notamment les machines thermiques. Une introduction aux grands principes de la thermodynamique sera tout d'abord réalisée, dans l'objectif d'arriver rapidement à la phénoménologie du changement d'état des corps purs. Sur la base des connaissances acquises au S3 concernant les modes du transfert thermique, des modélisations simples de systèmes échangeurs de chaleur avec changement d'état seront développées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Travaux Pratiques associés au Module "énergétique"

PRÉ-REQUIS

Enseignement du module énergétique

MOTS-CLÉS

Travaux pratiques , Energétique

UE	MODÉLISATION ENERGÉTIQUE	MÉCANIQUE	ET	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Mécanique des solides				
EDMKM4P3	Cours : 12h , TD : 12h				

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SAINTLOS-BRILLAC Sylvie
Email : sylvie.saintlos@imft.fr

Téléphone : 0561556375

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cet enseignement de Modélisation en mécanique et énergétique est d'approfondir les notions de cinématique et de dynamique de systèmes matériels constitués de plusieurs solides indéformables ainsi que d'appréhender la nature des transferts de chaleur et maîtriser les systèmes thermodynamiques simples. Les théorèmes généraux (principe fondamental de la dynamique, statique, théorème de l'énergie cinétique, mécanique) seront approfondis pour établir les équations du mouvement de systèmes de solides.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu :

Rappels de cinématique et cinétique : (torseurs cinématique, moment d'inertie, matrice d'inertie - théorème de Koenig-Huygens - torseur cinétique)

Descriptions des systèmes matériels et liaisons (liaisons - liaisons parfaites - liaisons dissipatives - paramétrage - degré de liberté et de liaison - schématisation des efforts)

Principe fondamental de la dynamique - Théorèmes généraux, (principe des actions mutuelles, principe fondamental de la dynamique, de la statique, théorème de l'énergie cinétique, théorème de l'énergie mécanique)

Compétences :

A l'issue du module, les étudiants devront être aptes à paramétrer un système simple de solides et appliquer les théorèmes généraux pour déterminer les équations du mouvement et/ou d'équilibre.

PRÉ-REQUIS

Mécanique du point et mécanique des systèmes de solides indéformables (Principe fondamental de la dynamique - Théorème de l'énergie mécanique)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Mécanique du solide : Applications industrielles P. Agati, Y. Brémont, G. Delville. Sciences Sup Ed Dunod Cours et exercices corrigés.

Mécanique Générale : Cours et exos corrigés S. Pommier et Y. Berthaud Ed Dunod

MOTS-CLÉS

Solides indéformables, cinématique, cinétique, dynamique, lois de frottement, liaison parfaite, théorèmes généraux, énergie, équilibre

UE	ANGLAIS	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4UM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

YASSINE DIAB Nadia

Email : nadia.yassine-diab@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 85 90

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Consolider et approfondir les connaissances grammaticales et lexicales
- Acquérir une aisance écrite et orale dans la langue de communication
- Défendre un point de vue, argumenter
- Atteindre au minimum le niveau B1 du CECRL en fin de L2

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Pratique de la langue générale
- Pratique de la langue pour les sciences
- Pratique de la langue pour la communication

PRÉ-REQUIS

Les débutants dans la langue cible sont invités à suivre le cours « grands débutants » en complément du cours classique.

MOTS-CLÉS

Questions éthiques- débattre -argumenter - défendre un point de vue

UE	ALLEMAND	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4VM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : diego.santamarina@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 64 27

PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

UE	ESPAGNOL	3 ECTS	2nd semestre
EDMKM4WM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : diego.santamarina@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 64 27

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

DÉPARTEMENT

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

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

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

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

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

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

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

MENTION

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

PARCOURS

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

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

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

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

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

TP : TRAVAUX PRATIQUES

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

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

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

TERRAIN

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

STAGE

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

