

Syllabus Coursus Master Ingénierie, spécialité mécanique Sorbonne Université

3^e année CMI

Intitulé Unité d'Enseignement		Code	CM	TD	TP	AMS	Heures Présence	Travail Perso	ECTS
3A L3 S5	Équations aux dérivées partielles 1	LU3ME002	14	16			30	40-50	3
	Bases de la mécanique des milieux continus	LU3ME004	22	26	12		60	60-90	6
	Méthodes numériques pour la mécanique	LU3ME005	20	20	12	30	60	60-80	6
	Transformées linéaires pour la mécanique	LU3ME102	10	14			24	30-40	3
	Stage de recherche	LU3MES11		10			100	100-120	6
	Signaux et systèmes	LU3EE199	22	24	14		60	60-80	6
	Anglais 5	LU3XAN1		12		12	24	20-30	3 *
	Marketing	LU3GSG51	24	12			36	40-50	6 *
3A L3 S6	Programme suivi dans le cadre de la mobilité internationale	Équations aux dérivées partielles 2	LU3ME003	14	16		30	40-50	3
		Structures élastiques	LU3ME006	24	30	6	60	60-90	6
		Mécanique des fluides	LU3ME007	26	26	6	58	60-90	6
		Thermodynamique et thermique	LU3ME001	26	26	6	58	60-80	6
		Projet en ingénierie	LU3MEM04				120	100-120	6
		Anglais ou autre langue (pratique à l'international)							3
		Ouverture Culturelle (expérience de mobilité)							3 *
Semestre S5 : 30 ECTS + 9* - Semestre S6 : 30 ECTS + 3* - Total année L3 60 ECTS + 12*									

* Unités hors contrat (ne rentrant pas dans le calcul de la moyenne du semestre (figurent au supplément au diplôme)

Équations aux dérivées partielles de la mécanique 1

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 3 ECTS - Code LU3ME002 – Mention Licence mécanique

Présentation pédagogique.

L'objectif de cet enseignement est de présenter une introduction à la théorie des équations aux dérivées partielles (EDP) et de l'illustrer par des applications à la mécanique. On enseigne à la fois les aspects fondamentaux liés à la classification et les propriétés des solutions, ainsi que les aspects méthodologiques de résolution des EDP.

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Équations de premier ordre, caractéristiques.
- Équations d'ordre 2, classification, forme standard.
- Équation des ondes, solution de d'Alembert.
- Équation de la chaleur, solution fondamentale.
- Séparation des variables, séries de Fourier.
- Équation de Laplace, fonctions harmoniques.
- Solutions par transformées de Fourier et Laplace.

Pré-requis minimum. Les concepts de base enseignés dans les unités de mathématiques de niveau L1 et L2 : fonctions de plusieurs variables, calcul différentiel et intégral, séries de fonctions, équations différentielles.

Références bibliographiques.

- A. Martin, Equations aux dérivées partielles : exercices résolus, Dunod, Paris, 1992.
- H. Reinhard. Equations aux dérivées partielles : cours et exercices corrigés. Dunod, Paris, 2001.
- W.A. Strauss, Partial Differential Equations. Wiley, New York 2007.
- Y. Pinchover and J. Rubinstein, An Introduction to Partial Differential Equations, Cambridge, UK, 2005.

Ressources mises à disposition des étudiants.

Polycopié de cours et supports de présentation, sujet de Travaux Dirigés et annales corrigées, quizz / QCM pour auto-évaluation.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Concepts de base de l'analyse mathématique des équations aux dérivées partielles : classification, méthodes de résolutions classiques, propriétés des solutions.

Compétences développées dans l'unité.

- Savoir analyser une équation aux dérivées partielles : type d'équation, forme standard, propriétés des solutions, problème bien posé.
- Savoir résoudre des EDP par différentes méthodes : solution de type d'Alembert, solutions fondamentales, séparation des variables, transformations intégrales.
- Savoir identifier dans des problèmes simples de mécanique les équations aux dérivées partielles mises en jeu et associer les connaissances mathématiques pour leur résolution.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures totales présentiels : 30 h réparties en 14 h de cours et 16 h de travaux dirigés.

Travail personnel attendu : 40 h – 50 h.

Évaluation. Évaluation sur la base de deux examens écrits de deux heures, (écrit 1 /40, écrit 2 / 60).

Responsables. Mme A. Belme

Bases de la mécanique des milieux continus

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 6 ECTS - Code LU3M3004 - Mention Licence mécanique

Présentation pédagogique.

Cet enseignement a pour objectif de fournir les concepts de base de la mécanique des milieux continus (indispensables pour la poursuite d'études en mécanique) et de les illustrer sur des exemples de comportements simples de milieux fluides et solides.

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Introduction au calcul tensoriel ; utilisation du calcul indiciel.
- Représentation des milieux continus : échelles, descriptions lagrangienne et eulérienne.
- Tenseurs des déformations, des taux de déformation.
- Équations de conservation : conservation de la masse, conservation de la quantité de mouvement et introduction du tenseur des contraintes.
- Élasticité linéaire : loi de comportement, équation de Navier et résolution de problèmes élémentaires.
- Fluides newtoniens : loi de comportement, équation de Navier-Stokes, applications à des exemples d'écoulements incompressibles parallèles.
- Travaux pratiques expérimentaux fluide : Viscosimètre à écoulement, Viscosimètre à bille et Rhéométrie.
- Travaux pratiques expérimentaux solide : Caractérisation ultrasonore des constantes d'élasticité. Mesure de modules d'élasticité par essais de traction et de torsion. Essais de flexion trois points.

Pré-requis minimum. Principes fondamentaux de la statique et de la dynamique des fluides et des solides. Fonctions de plusieurs variables et opérateurs vectoriels (gradient, divergence, rotationnel).

Références bibliographiques.

- G. Duvaut, Mécanique des Milieux Continus, Dunod, 1989.
- H. Dumontet & al., Exercices corrigés de Mécanique des Milieux Continus, Dunod, 1989.
- P. Germain, P. Muller, Introduction à la Mécanique des Milieux Continus, Masson, 1994.
- J. Coirier, Mécanique des Milieux Continus : cours et exercices corrigés, Dunod, 2001.
- J. Salençon, Cours de Mécanique des milieux Continus, Edition Ellipse, École Polytechnique, 1995.

Ressources mises à disposition des étudiants.

Polycopiés de cours et supports de présentation. Travaux dirigés, annales corrigées, tests de pré-requis, guide de rédaction de compte-rendus de travaux pratiques.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Concepts de base en mécanique des milieux continus : modélisation des déformations, des efforts, lois de comportement simples et méthodes de résolution, solutions classiques

Compétences développées dans l'unité.

- Capacité à mobiliser les concepts et connaissances théoriques pour comprendre un problème simple de mécanique des milieux continus solides (élasticité linéaire) et fluides (newtonien) et le mettre en équations.
- Capacité à mettre en œuvre des méthodes de résolution analytiques de problèmes simples de mécanique des milieux continus.
- Capacité à analyser et interpréter les solutions en termes de déplacement, déformations, contraintes (milieu solide) ou vitesses, taux de déformation et contraintes (milieu fluide).

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 60 h réparties en 22 h de CM, 26 h de TD, 12 h de TP expérimentaux.

Travail personnel attendu : 60 – 90 h.

Évaluation. Évaluation sur la base de deux examens écrits de deux heures (écrit 1 /20, écrit 2 / 50) et des Travaux pratiques (/30, compte-rendu, implication).

Responsable. D. Kondo

Méthodes numériques pour la mécanique

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 6 ECTS - Code LU3ME005 – Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

Le but est de former les étudiants aux techniques numériques utilisées en sciences de l'ingénierie mécanique. Les méthodes numériques de base sont présentées, ainsi que leur fondement mathématique (précision, consistance, stabilité, convergence, ...). Cet enseignement comporte aussi une partie importante de mise en œuvre pour la résolution de problèmes de mécanique. L'objectif est de permettre aux étudiants d'associer à la résolution d'un problème donné la méthode numérique appropriée et de réaliser le programme correspondant (langages de programmation utilisés : Fortran 90 ou C++).

Contenu de l'Unité d'Enseignement

- Racines d'équations non-linéaires (méthodes de point fixe, de Newton).
- Résolution des systèmes linéaires : méthodes directes (élimination de Gauss, factorisations) et itératives (méthodes de relaxation, des gradients conjugués).
- Extraction de valeurs et vecteurs propres (puissance itérée et inverse, Jacobi).
- Interpolation polynomiale (Lagrange, Hermite), formules de quadrature (Newton-Cotes, Gauss), dérivation (développement de Taylor, différences divisées).
- Résolution des équations différentielles ordinaires (méthodes d'Euler, de Runge-Kutta).

Pré-requis minimum. Les bases de programmation en C ou fortran développées dans les unités d'informatique de L1 et L2, ainsi que des bases de mathématiques de niveau L1 et L2 (systèmes linéaires, problèmes aux valeurs propres, équations différentielles ...).

Références bibliographiques.

- P Nougier, Méthode de calcul numérique, Masson S.A, 1989.
- G.H. Gollub, G.A. Meurant, Résolution numérique des grands systèmes linéaires, Eyrolles, 1983.
- R. Théodor, Initiation à l'analyse numérique, Masson S.A, 1989.
- P. Lascaux et R. Théodor, Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur, tomes 1&2, Masson S.A, 1986.
- P. Ciarlet, Introduction à l'analyse matricielle et à l'optimisation, Masson S.A, 1990.

Ressources mises à disposition des étudiants. Notes de cours et supports de présentation, sujets de travaux dirigés et annales corrigées, sujets et corrigés des travaux pratiques, programmes à trous, tutoriaux en programmation.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité

- Connaissances des méthodes numériques classiques pour la résolution de problèmes de mécanique (systèmes linéaires, équations différentielles, calcul de valeurs et vecteurs propres, interpolation, dérivation).

Compétences développées dans l'unité.

- Savoir identifier dans un problème de mécanique les connaissances d'analyse numérique nécessaires à sa résolution.
- Savoir programmer les méthodes de base de l'analyse numérique, tester et valider la programmation.
- Se constituer une boîte à outils numériques et savoir choisir l'outil adapté.
- Travailler en binôme sur un projet numérique modélisant un problème de mécanique.
- Rédiger un rapport scientifique.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 60 h réparties en 20 h de cours, 20 h de travaux dirigés, 12 h travaux pratiques et 8 h de projet. Travail personnel attendu : 60 h – 80 h.

Évaluation.

Évaluation sur la base de deux examens écrits de deux heures, (écrit 1 / 30, écrit 2 / 40), un projet sur machine (/30) réalisé en partie en autonomie et binôme.

Responsables. Mme C. Weisman et H. Zhao

Transformées linéaires pour la mécanique

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 3 ECTS - Code LU3ME102 – Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

Ce cours a pour objectif de présenter différents outils mathématiques basés sur le principe de "transformée" ou de "décomposition" (transformées linéaires Fourier et Laplace) qui permettent de résoudre de nombreux problèmes classiques de mécanique. Les problèmes abordés seront des problèmes linéaires, i.e. on pourra toujours leur appliquer le principe de superposition, issus de différentes branches de la mécanique (thermique, acoustique, mécanique des fluides, solides, ...). Ce cours vient compléter l'enseignement de mathématiques du semestre S5, équations aux dérivées partielles (LU3ME002).

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Introduction aux équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles.
- Séries de Fourier : Définition, propriétés, résolution d'équations différentielles ordinaires par séries de Fourier.
- Transformées de Fourier : les intégrales de Fourier, la transformée de Fourier, propriétés, résolution d'équations différentielles ordinaires par transformées de Fourier, résolution d'équations aux dérivées partielles par transformées de Fourier.
- Transformées de Laplace : propriétés, résolution d'équations différentielles ordinaires et d'équations aux dérivées partielles par transformées de Laplace, décomposition en éléments simples.

Pré-requis minimum. Bases de mathématiques développées dans les enseignements de L1, L2 et équations aux dérivées partielles (L3) : séries, intégrales, nombres complexes, résolution d'équations différentielles ordinaires à coefficients constants.

Références bibliographiques.

- Donald McQuarrie, Mathematical Methods for Scientists and Engineers, University Science Books, 2003.
- Gilbert Demengel, Distributions et applications - Séries de Fourier, Transformations de Fourier et de Laplace - Outils pour l'ingénieur, Ellipses, mai 1996

Ressources mises à disposition des étudiants.

Polycopié de cours et supports de présentation. Sujets de travaux dirigés. Annales avec corrigés.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité

- Connaissances des concepts de base sur les transformées linéaires Fourier, Laplace

Compétences développées dans l'unité.

- Capacité à mettre en œuvre les connaissances pour la résolution de problèmes linéaires classiques de mécanique en thermique, acoustique, mécanique des fluides, solides.
- Comprendre la notion de transformée.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heuresérielles totales : 24 heures réparties en 10 h de cours, 14 h de travaux dirigés.

Travail personnel attendu : 30 – 40 h.

Évaluation. Évaluation sur la base de deux examens écrits de 1/2 heure (chacun / 20) et un examen final (/60).

Responsable. R. Marchiano

Stage en laboratoire de recherche

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 6 ECTS - Code LU3MES11- Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique. L'objectif de cette unité est d'initier l'étudiant au travail de recherche, le sensibiliser à l'innovation et lui faire découvrir la vie et les activités d'un laboratoire de recherche. Il a également pour objectifs d'initier à la recherche bibliographique, la démarche d'investigation, apprentissage par l'erreur, la production de documents scientifiques et la valorisation des résultats.

Ce stage est proposé aux étudiants par des enseignants chercheurs et des chercheurs CNRS des laboratoires partenaires. Les sujets correspondent le plus souvent à des thématiques de recherche en cours pour lesquelles des thèses se déroulent. Le stage se déroule pendant trois mois à raison d'une journée par semaine a minima soit dans la salle projet, soit directement dans les laboratoires (ou dans la plateforme pédagogique si le matériel l'impose). Les étudiants sont en binôme le plus souvent mais parfois en trinôme ou seul. Une recherche bibliographique doit être menée – elle sera évaluée par des professionnels des bibliothèques. Les étudiants sont mis en situation de début de thèse afin de comprendre l'importance de la recherche bibliographique, ils effectuent ensuite des développements analytiques, numériques ou expérimentaux afin de découvrir un sujet spécifique et de procéder à des comparaisons.

Contenu de l'Unité d'Enseignement

- Découverte du fonctionnement d'un laboratoire de recherche. Identification des différentes fonctions et de l'organigramme fonctionnel.
- Réalisation d'une étude bibliographique.
- Développements de travaux scientifiques sous forme expérimentale, numérique ou de modélisation selon les sujets.
- Apprentissage de la tenue d'un cahier de laboratoire dans le cas de travaux de recherche expérimentaux.
- Rédaction d'un rapport de stage d'une vingtaine de pages sous Latex.
- Présentation orale.
- Bilan des compétences acquises et révélées.

Pré-requis minimum. L'ensemble des connaissances et compétences acquises sur les deux premières années

Références bibliographiques. Point d'entrée donné par les tuteurs puis travail bibliographique effectué par les étudiants.

Ressources mises à disposition des étudiants. Tous les articles scientifiques, ouvrages et documents techniques permettant la réalisation du projet. Selon les cas, matériel pour la réalisation des prototypes.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Relatives au sujet proposé.

Compétences développées dans l'unité.

- Savoir effectuer une recherche bibliographique. Respecter les règles de citation.
- Savoir lire, analyser des documents scientifiques et techniques.
- Savoir analyser des résultats expérimentaux ou numériques avec esprit critique.
- Relation avec le tuteur pédagogique.
- Le cas échéant achat de matériel spécifique avec respect des procédures administratives.
- Rédaction et présentation orale dans un contexte scientifique.
- Travail en mode projet en binôme ou trinôme ou autonomie. Répartition des tâches.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 1 journée par semaine a minima sur 3 mois. 10 h d'encadrement pour la recherche bibliographique. Travail personnel attendu : 100 -120 h.

Évaluation. L'évaluation comporte une note sur le rapport écrit (/ 25, 30-40 pages(hors annexes)), la recherche bibliographique et sa restitution (/20), une note de soutenance orale (/ 25, soutenance de 25 minutes, suivie de 15 minutes de questions, une note d'implication (/ 30).

Responsables. M. Y. Berthaud et Mme H. Dumontet

Signaux et systèmes

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 6 ECTS - Code L3EE199 - Mention Licence Électronique Énergie Électrique

Présentation pédagogique.

Cet enseignement permet d'acquérir les connaissances théoriques et pratiques pour l'étude des signaux et des systèmes, indispensables pour aborder par la suite les techniques de traitement de signal, de filtrage analogique et la modélisation de systèmes. Les différents modes de représentation, temporel et fréquentiel, sont abordés pour les systèmes électroniques analogiques.

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Définition des systèmes et des signaux : Invariance, causalité, linéarité, continu/discret, signaux tests.
- Analyse fréquentielle des signaux : Rappels sur les séries de Fourier et la transformée de Fourier. Dualité temps/fréquence ; Énergie et puissance d'un signal, Fenêtres temporelles.
- Introduction au traitement du signal : convolution, Théorème de Plancherel, corrélation, Théorème de Wiener-Khintchine (densité spectrale de puissance), application à la modulation d'amplitude.
- Introduction au traitement de signaux discrets : Échantillonnage, Transformée de Fourier de signaux discrets.
- Modélisation d'un système : Rappels sur la transformée de Laplace, Outils de modélisation : équation différentielle, produit de convolution, fonction de transfert. Représentation fréquentielle d'une fonction complexe (module et argument) dans le diagramme de Bode.
- Systèmes d'ordre 1 et 2 : Réponse temporelle (réponse impulsionnelle, réponse indicielle), Fonction de transfert. Réponse fréquentielle dans le diagramme de Bode.
- Filtre parfait et causalité, gabarit d'un filtre, normalisation des impédances, transposition de fréquence.
- Stabilité d'un système linéaire. Calcul de la fonction de transfert $H(p)$ stable à partir du gain d'un système $|H(f)|$.
- Prototypes de filtres. Construction et propriétés (distorsion, capacité de coupure ...).
- Synthèse de filtres passifs (application HF) et actifs (Sallen-key, Rauch, Filtres universels). Sensibilité.

Pré-requis. Outils mathématiques: séries de Fourier, Transformée de Fourier, Transformée de Laplace, Fonctions de la variable complexe, ainsi que des connaissances de base en électronique : éléments d'électronique (R,L,C, Amplificateurs opérationnels parfaits).

Références bibliographiques.

- Y. Granjon, Automatique, systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, discret », Dunod 2003.

Ressources mises à disposition des étudiants.

Documents de cours (poly, planches de cours, vidéos), sujets de travaux dirigés et éléments de correction.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Connaissances théoriques en analyse temporelle et fréquentielle de signaux

Compétences développées dans l'unité.

- Savoir modéliser un système simple.
- Savoir identifier et utiliser les outils adaptés pour analyser et traiter un signal en temps et en fréquence.
- Savoir étudier les propriétés temporelles et fréquentielles de signaux et systèmes à temps continu.
- Savoir rédiger des comptes rendus de Travaux Pratiques et les présenter.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 60 heures réparties en 22 h CM, 24 h de TD et 14 de TP.

Travail personnel attendu : 60 h - 80 h.

Évaluation. Deux examens de 2 heures (/ 70) et un examen de TP (/ 30).

Responsables. M. Chetouani, T. Ditchi

Anglais 1, 2, 3, 4, 5 (Cycle Licence)

Niveau L1, L2, L3 - **Semestres** S1, S2, S3, S4, S5 - **Crédits** 3 ECTS (chaque semestre)

Code 1XAN5 (S1) - 1XAN6 (S2) - LU2XAN2 (S3), LU2XAN3 (S4), LU3XAN1 (S5) – **Département de langues**

Présentation pédagogique.

L'apprentissage de l'anglais est un élément central de la formation de ingénieur CMI. Le diplômé doit pouvoir communiquer, comprendre et s'exprimer avec aisance en anglais en situation d'interactions professionnelles et sociales. Ce prérequis est indispensable, y compris pour des carrières françaises, auquel s'ajoute la maîtrise d'une seconde langue dans la plupart des parcours à l'international. L'apprentissage de l'anglais a également un objectif d'ouverture à différentes cultures et enjeux sociétaux.

Des enseignements d'anglais sont dispensés ainsi sur les 5 semestres de Licence avec l'objectif de préparer le départ en mobilité internationale obligatoire au semestre S6. A minima, le niveau B2 certifié (référence européen en langue, CLES utilisateur indépendant-avancé) est visé avant le départ en échange. La pratique de la langue anglaise est entretenue au retour de mobilité au niveau master (4^e et 5^e année) à travers des enseignements dispensés en langue anglaise, la pratique de lecture de documents dans le cadre des stages, projets, ainsi que les enseignements d'ouverture. Le niveau en anglais en fin de cursus est attesté par l'obtention du TOIC (Test of English for International Communication (TOEIC) avec un score supérieur à 785, ou certification TOEFL.

Contenu de l'Unité d'Enseignement

Les étudiants sont répartis en deux à trois groupes de niveau différents pour leur permettre de progresser en anglais avec des modes d'apprentissage diversifiés en face à face, en autonomie (tutoriels, lectures, visionnage de films et séries) et en activités collectives par groupes de niveaux (réalisation de films, joutes oratoires, ...).

Ces pratiques visent à consolider les compétences en langue telles qu'elles sont définies par le Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : compréhension orale, compréhension écrite, interaction orale, expression orale, expression écrite. La progression dans les exigences de l'apprentissage au fil des semestres est assurée par la coordination d'un enseignant responsable.

Pré-requis. Avoir au minimum le niveau B1 (défini par le CECRL).

Ressources mises à disposition des étudiants. Laboratoire de langues, tests de préparation, documents divers articles tirés de la presse anglophone, notamment autour des thèmes 'Science in Society' et 'Controversies in Science'.

Compétences développées dans l'unité

- Compréhension écrite : textes rédigés, description d'événements, de sentiments et de souhaits dans des écrits.
- Production écrite : texte cohérent sur des sujets d'intérêt, description d'expériences et impressions.
- Compréhension orale : émissions de radio ou de télévision sur l'actualité.
- Prise de parole en continu : exprimer des expériences, des événements, rêves, espoirs ou ses buts, l'intrigue d'un livre ou d'un film, donner l'idée essentielle d'un article de presse et exprimer ses réactions.
- Prise de parole en interaction : sans préparation à une conversation sur des sujets familiers ou d'intérêt personnel.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel. 1

Heures présentielles totales : 24 heures réparties en 2 séances de TD de 2 heures. La charge de travail attendue peut varier en fonction du niveau de l'étudiant, 1 h par semaine pour un étudiant ayant le niveau attendu et jusqu'à 3 h pour un étudiant ayant un niveau peu avancé).

Évaluation. Une note de contrôle continu sur 40 points et un examen écrit sur 60 points.

Responsable. M. D. Babel, coordinateur de l'enseignement de l'anglais sur les 5 semestres de Licence.

Marketing

Niveau L3 - **Semestre** S5 - **Crédits** 6 ECTS - **Code** LU3GSG51 – **Mention** Mineure transthématique Gestion

Présentation pédagogique.

Le cours a pour objectif de permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances de base du marketing. Les éléments de théories du marketing seront présentés et illustrés par des exemples d'entreprises et d'organisations. Les principaux thèmes seront repris et donneront lieu à des exercices pratiques et exposés de la part des étudiants, en classe et à la maison.

Contenu de l'Unité d'Enseignement

- Nature, rôle et transversalité du marketing dans les organisations.
- Sphères d'activités du marketing et des marketings sectoriels.
- Notions de marketing stratégique.
- Comportement du consommateur.
- Segmentation, ciblage, positionnement.
- Le produit.
- Le prix, la distribution.
- La communication.
- Présentation en 180 secondes par groupes d'un produit innovant sur un domaine scientifique au choix en respectant le cahier des charges : Analyse stratégique de l'environnement, Comportement du consommateur Segmentation, ciblage, positionnement, 4 P, Recommandations

Pré-requis. Les connaissances acquises dans le cadre du cours d'histoire des entreprises en 2e année, ainsi que celles développées dans le cadre de l'unité d'expression écrite et orale en 1re année.

Références bibliographiques. Articles de presse, supports visuels.

Ressources mises à disposition des étudiants. Supports de présentation, articles de presse.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Connaissances de base en marketing.
- Connaissances des enjeux économiques et commerciaux de l'entreprise dans son environnement.
- Méthodes de communication.

Compétences développées dans l'unité.

- Capacité à analyser des documents.
- Capacité à communiquer.
- Développer des valeurs d'éthique, de réflexion.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielle : 36 h réparties en 24 h CM et 12 h TD.

Travail personnel attendu : 40 – 50 h.

Évaluation.

L'évaluation se fait sur la base d'une note de contrôle continu (/50) qui évalue le rapport écrit (8 à 10 pages) et la soutenance en 180 secondes et d'un examen écrit (/ 50).

Responsable. Mme D. Wallet-Wodka

Équations aux dérivées partielles de la mécanique 2

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 3 ECTS - Code LU3ME003 – Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

L'objectif de cet enseignement est d'étudier sur un plan mathématique les équations aux dérivées partielles qui régissent les problèmes classiques de la mécanique : équation de la chaleur, advection- convection-diffusion, ondes, élasticité statique et dynamique, Navier-Stokes. L'accent sera mis sur les formulations variationnelles des équations pour lesquelles on présentera des résultats d'existence et unicité des solutions, avec des applications sur des problèmes de la mécanique, en dimension 1 d'espace. Sur ces bases, la notion de solution approchée sera abordée et des méthodes d'approximation numérique seront introduites.

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Cadre fonctionnel : espaces de Sobolev en dimension $n=1, 2$ ou 3 . Notions de dérivée faible et de trace.
- Formulation variationnelle des problèmes aux limites elliptiques. Exemple type : conduction de la chaleur stationnaire, Théorème de Lax-Milgram. Conditions aux limites de type Dirichlet, Neumann et Robin (ou Fourier).
- Approximation variationnelle : solutions approchées, estimation d'erreur, principe de la méthode des éléments finis.

Pré-requis minimum. Les bases mathématiques développées dans les unités de niveau L1 et L2, et dans le module du semestre S5 équations aux dérivées partielles 1 et en particulier : fonctions de plusieurs variables - Intégrales multiples - Éléments de topologie : convergence de fonctions, espaces de Hilbert, applications linéaires et continues.

Références bibliographiques.

- H. Brezis, Analyse fonctionnelle, Masson 1983.
- P. A. Raviart et J. M. Thomas, Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Masson, 1992.
- G. Allaire, Analyse numérique et optimisation, Édition Ecole Polytechnique, 2005.

Ressources mises à disposition des étudiants.

Polycopié de cours, sujets de travaux dirigés et d'Annales corrigés.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité

- Concepts de base pour l'analyse des équations aux dérivées partielles par approche variationnelle.

Compétences développées dans l'unité.

- Savoir identifier dans des problèmes simples de mécanique les équations aux dérivées partielles mises en jeu et associer les connaissances mathématiques pour leur résolution.
- Savoir établir, par des raisonnements mathématiques dans un cadre abstrait, une formulation équivalente (faible), permettant de construire ensuite des solutions approchées.
- Savoir analyser un problème mathématique modélisant un problème de mécanique et vérifier s'il est bien posé (existence et unicité de la solution).

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heuresérielles totales : 30 h réparties en 14 h de cours et 16 h de travaux dirigés.

Travail personnel attendu : 40 – 50 h.

Évaluation. Évaluation sur la base de deux examens écrits de deux heures, (écrit 1 / 40, écrit 2 / 60).

Responsables. Mme D. Baltéan-Carlès

Structures élastiques

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 6 ECTS - Code LU3ME006 – Mention : Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

Cette unité d'enseignement a pour objectif de compléter, approfondir et mettre en application les concepts de la Mécanique des Milieux Continus (dans la continuité de l'unité de bases des milieux continus du semestre S5) pour des milieux solides. Les méthodes de résolutions de problèmes d'élasticité tridimensionnelle seront en particulier détaillées (approche déplacement, approche contrainte, déformations planes, contraintes planes) et leurs solutions analysées (traction, torsion, flexion). L'accent sera mis sur la formulation des équations et conditions aux limites (solutions exactes, approchées, principe de Saint-Venant, unicité, en lien avec le cours d'équations aux dérivées partielles). La seconde partie du cours sera consacrée à une introduction à la théorie des poutres. Les équations statiques et cinématiques qui régissent les structures poutres droites élastiques linéaires seront établies et illustrées par différentes applications. Les méthodes énergétiques (théorèmes de Castigliano, Ménabréa) seront présentées et appliquées à la résolution de structures hyperélastiques.

Contenu de l'Unité d'Enseignement

- Élasticité tridimensionnelle : Formulation et méthodes de résolution de problèmes d'élasticité linéarisée tridimensionnels. Contrainte et déformation planes. Problèmes classiques traction, flexion, torsion.
- Statique des Poutres : Modèle géométrique, modélisation des efforts extérieurs et intérieurs, équations locales d'équilibre
- Cinématique des poutres et Lois de comportement : Cinématique, déformation, Théorie naturelle (Timoshenko) - Hypothèse de Bernoulli, Relations de comportement, contraintes.
- Méthodes d'énergétique - Structures hyperstatiques : Energie de déformation élastique, théorème de Castigliano et application au calcul de déplacements, Théorème de Ménabréa et applications aux structures hyperstatiques.
- Travaux pratiques expérimentaux : Étude d'un tube cylindrique sous pression, Essais de flexion trois points, Mesure de photoélasticité, Analyse des résultats et confrontation aux solutions théoriques tridimensionnelles et poutres.

Pré-requis minimum. Les connaissances et compétences développées dans l'unité de bases de mécanique des milieux continus, niveau L3, semestre S5, ainsi que des connaissances mathématiques en analyse vectorielle et équations aux dérivées partielles (unités de mathématiques des semestres S5 et S6, niveau L3).

Références bibliographiques.

- G. Duvaut, Mécanique des Milieux Continus, Dunod 1990.
- H. Dumontet, et al. , Exercices corrigés de mécanique des milieux continus, Dunod 1998.
- S. Forest et al., Cours de Mécanique des Milieux Continus, École des Mines de Paris, (polycopié en ligne sur le net).
- S.P. Timoshenko, Résistance des matériaux, Tomes 1 et 2. Dunod, Paris, 1990.
- J. Salençon, Mécanique des Milieux Continus, Tomes 1 et 2, Collection Ellipse, 2005, (polycopié de cours en ligne).

Ressources mises à disposition des étudiants.

Polycopié et supports de cours, sujets de travaux dirigés et annales corrigées. Supports matériels des travaux pratiques.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité

- Connaissances avancées dans la formulation et la résolution de problèmes d'élasticité linéaire tridimensionnelle.
- Connaissances de base en théorie des poutres.

Compétences développées dans l'unité (parfois dénommées compétences techniques ou savoir faire)

- Savoir formuler les équations et conditions aux limites de problèmes classiques de structures élastiques linéaires tridimensionnelles et élancées (poutres droites, portiques).
- Savoir mettre en place une méthode de résolution de ces problèmes.
- Capacité à analyser les solutions de ces problèmes.
- Connaître les limites des modélisations proposées et la qualité des solutions construites.
- Savoir effectuer des mesures avec différents capteurs lors des Travaux Pratiques expérimentaux, analyser des images.
- Savoir analyser les sources d'incertitudes et interpréter les résultats de façon critique au regard de la théorie.
- Savoir rédiger un rapport d'essai.
- Respecter une procédure expérimentale.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 56 heures réparties en 24 h de cours, 30 h de travaux dirigés et 6 h de travaux pratiques expérimentaux. Travail personnel attendu : 60 h – 80 h.

Évaluation. L'évaluation se fait sur la base de deux épreuves écrites de deux heures (écrit1 / 20, écrit 2 /60) et un rapport de TP (/20).

Responsables. Mme H. Dumontet et A. Fernandes.

Mécanique des fluides

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 6 ECTS - Code LU3ME007 – Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

Cet enseignement s'inscrit dans la continuité de l'enseignement de Mécanique des Milieux Continus (MMC) du Semestre S5. Il vise à approfondir et appliquer les connaissances acquises en MMC à l'étude plus particulière des écoulements de fluides. L'objectif est de donner aux étudiants des bases solides sur les lois de conservation générales applicables à l'étude des écoulements de fluides. Le contexte est volontairement limité aux écoulements monophasiques d'une substance pure et étudie les différentes approximations rencontrées (incompressible, anélastique, compressible).

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Introduction à la mécanique des fluides (exemples d'applications, problèmes rencontrés). Lois de conservation (masse, quantité de mouvement, énergie) et de comportement (viscosité et conductivité thermique). Equations de Transport Dérivées (énergie cinétique, température statique, entropie – Lois intégrales de conservation (poussée, traînée, moment). Vitesse du son et nombre de Mach.
- Écoulements incompressibles : Simplification des équations de Navier-Stokes - équation de la température en écoulements incompressibles et approximation anélastique– Exemples de Solutions Exactes – Similitude (Nombres de Reynolds, Strouhal, Froude, ...) - Couche limite sur plaque plane (Approximation de Prandtl, solution de Blasius, épaisseurs intégrales et leur relation au coefficient de frottement)
- Écoulements compressibles : Rappels de thermodynamique et hypothèse d'équilibre local - Grandeurs thermodynamiques statiques et totales - Échauffement aérodynamique - Exemples de Solutions Exactes (Couette compressible, structure interne d'une onde-de-choc) – Écoulements compressibles quasi-1D.
- Travaux pratiques numériques : illustrations et analyses de problèmes par des solutions numériques d'écoulements réels.

Pré-requis minimum. Les connaissances et compétences développées dans le cours de bases de mécanique des milieux continus (semestre S5, niveau L3) et dans le cours de mécanique des fluides de niveau L2, ainsi que celles en mathématiques (analyse vectorielle, fonctions de plusieurs variables, équations aux dérivées partielles).

Références bibliographiques.

- S. Candel : Dynamique des Fluides, Masson, Paris, 1990.

Ressources mises à disposition des étudiants. Sujets de travaux dirigés et de travaux pratiques numériques.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Connaissances des lois et des équations générales de la mécanique des fluides ; lien avec les connaissances acquises en mécanique des milieux continus.
- Notions de similitude ; opérateurs vectoriels et notation indicielle.

Compétences développées dans l'unité.

- Savoir modéliser un problème simple de mécanique des fluides (hypothèses, équations et conditions aux limites).
- Savoir mettre en œuvre les connaissances pour la résolution de problèmes simples de mécanique des fluides.
- Savoir analyser les solutions (théoriques et numériques), interpréter les résultats de façon critique et les hypothèses formulées.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 58 h réparties en 26 h de cours, 26 h de travaux dirigés et 6 h de travaux numériques.
Travail personnel attendu : 60 h – 80 h.

Évaluation. Évaluation sur la base de deux examens écrits de deux heures (écrit 1/30, écrit 2 / 50) et compte-rendu de travaux pratiques numériques (/20).

Responsables. Mme I. Vallet et G. Gérolymos

Thermodynamique et thermique

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 6 ECTS - Code LU3ME001 - Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique. Cette unité vise à consolider les connaissances de thermodynamique et thermique acquises en L2. Dans un premier volet, le concept d'énergie et des propriétés internes des fluides sera développé, ainsi que les méthodes d'analyse, de comportement et d'évolution de systèmes en équilibres et réels. Le premier principe et le deuxième principe de la thermodynamique seront généralisés à un système quelconque (gaz, solution, solide, milieu paramagnétique) et à des systèmes ouverts et aux mélanges à espèces multiples. L'accent sera mis sur le passage de ces concepts aux modèles utilisables par les ingénieurs pour des applications diverses (échangeurs, compresseurs, turbines, liquéfacteurs, moteurs à combustion interne, machines frigorifiques, turbopropulseurs et turboréacteurs, centrales thermiques ...), phénomènes liés aux changements de phases de corps purs ou de mélanges, et aux mélanges réactifs (thermochimie, combustion, propulsion, plasma, ...). Le deuxième volet de l'unité s'intéresse au domaine des échanges thermiques avec la diffusion de chaleur en régime transitoire. Il aborde les différents modes de transferts de chaleur, les propriétés thermo-physiques principales lois d'échange thermique. Des solutions exactes et approchées de l'équation de la chaleur en régime transitoire sont étudiées (théorie des solutions affines, séparation des variables, transformée de Laplace) et illustrées par des exemples d'applications (réponse d'un thermocouple, estimation de l'âge de la terre à partir du modèle de Kelvin, variations de température nocturnes au niveau de la mer, échanges thermiques au travers de parois d'épaisseurs fines ou dans des ailettes, étude d'échangeurs, climatisation, centrale thermique, thermique de l'habitat, ...).

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- 1^{er} et 2^e principes: bilan d'énergie, d'entropie et d'exergie. Transformations thermodynamiques d'un système, transferts d'énergie, irréversibilités ; phénomènes irréversibles et production d'entropie ; coefficients calorimétriques.
- Généralisation des fonctions thermodynamiques. Changement de phase - caractérisation d'un mélange. Équilibre
- Énergie et conversion de l'énergie, analyse de systèmes. Études des principaux cycles thermodynamiques.
- Oxydo réduction et électro-chimie, équilibre des réactions - application systèmes de stockage (pile à combustible).
- Notion de potentiel chimique, pression osmotique. Thermodynamique chimique, équation de Gibbs généralisée, loi de déplacement d'équilibre, température adiabatique de combustion, notions de cinétique chimique.
- Thermique instationnaire unidirectionnelle. Modèle du bloc isotherme. Nombre de Biot, nombre de Fourier.
- Milieu conducteur dans un liquide avec effets convectifs à la surface. Applications : Chauffage, refroidissement, rayonnement ...
- Variations d'entropie. Production d'entropie.
- Résolution de l'équation de la chaleur transformée de Laplace et de Fourier. Applications.
- Travaux pratiques : Turbine à réaction (2nd principe), Conditionnement d'air (changement de phase, machine thermique, air humide)

Pré-requis minimum. Notions de base en thermodynamique générale, mécanique des fluides, transferts thermiques acquises dans les unités de L2 et L3, ainsi que des connaissances de mathématiques (différentielles notamment).

Références bibliographiques.

- J.P. Perez « Thermodynamique, Fondements et applications », Enseignement de la physique, 1997, Masson.
- M. Hulin, N. Hulin et M. Veyssié, Thermodynamique, 1996, Dunod.
- L. Borel, D. Favrat, Thermodynamique et énergétique, Tomes 1 et 2, 2011, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- J.F. Sacadura « Initiation aux Transferts Thermiques » Ed Technique et documentation Lavoisier, 1980.

Ressources mises à disposition des étudiants. Polycopié de cours et supports de présentation, sujets de travaux dirigés, travaux pratiques, modes opératoires.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Connaissances théoriques en thermodynamique macroscopique et conduction thermique en régime transitoire.
- Connaissances scientifiques sur l'utilisation de l'énergie et les nouvelles solutions énergétiques.

Compétences développées dans l'unité

- Savoir appliquer les connaissances pour réaliser un bilan énergétique dans des systèmes ouverts, bilan d'entropie
- Savoir appliquer les connaissances pour analyser des changements de phase, comprendre le fonctionnement de machines thermiques, de phénomènes liés aux changements de phases et aux mélanges réactifs (thermochimie).
- Compétences expérimentales de base en thermodynamique : caractériser une transformation, quantifier l'énergie, fonctionnement d'une turbine, mesures de pression d'air, température, puissance.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentiels totales : 58 h réparties en 26 h de cours, 26 h de travaux dirigés, 6 h de travaux pratiques expérimentaux.

Travail personnel attendu : 60 – 80 h.

Évaluation. L'évaluation se fait sur la base de deux examens écrits de deux heures (écrit 1/30, écrit 2/40) et compte-rendu de travaux pratiques (/30).

Responsables. M. P. Da Costa, J.F. Krawczynski, F. Jebali.

Mise à jour 01/03/2020

Projet en ingénierie 2

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 6 ECTS - Code LU3MEM04– Mention Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

Ce projet de fin de 3^e année est qualifié de projet "intégrateur". Il a pour objectif de conduire l'étudiant à utiliser l'ensemble des connaissances qu'il a acquises dans les diverses unités d'enseignement. Ce projet permet en particulier de faire prendre conscience à l'étudiant de la complémentarité des disciplines, la cohérence du cursus et contribue à développer une vision systémique de la spécialité. Il apprend également à gérer un projet, surmonter les contraintes (organisation, délais, satisfaction du «client»), s'attaquer à du concret et travailler en équipe. Ce projet est généralement effectué dans le cadre de la mobilité internationale au sein de laboratoires de l'université d'accueil, ou structures de type Fablab, plate-forme technologique.

Contenu de l'Unité d'Enseignement.

Dépendant de la forme du projet

Pré-requis minimum. Les connaissances acquises dans l'ensemble des unités d'enseignement depuis le L1.

Références bibliographiques. Fonction du sujet de projet.

Ressources mises à disposition des étudiants. Fonction du sujet de projet et de son environnement.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

- Fonction du sujet de projet.

Compétences développées dans l'unité.

- Travail d'équipe dans un contexte international.
- Gestion de projet, respect d'un cahier des charges, organisation, délais, efficacité.
- Savoir déléguer, se positionner au sein d'une équipe, travailler en autonomie.
- Savoir mettre en oeuvre des connaissances scientifiques pour la réalisation d'un projet concret de recherche scientifique et technique
- Savoir communiquer, présenter les résultats, une démarche, valoriser un travail.
- Confiance en soi.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Travail personnel attendu : 60 - 100 h environ (et souvent plus).

Évaluation. Évaluation généralement sous la forme d'une note du rapport écrit, de soutenance orale et d'implication.

Responsables. Les tuteurs du projet, Y. Berthaud, H. Dumontet et Angela Vincenti (responsable de la mobilité internationale du CMI)