

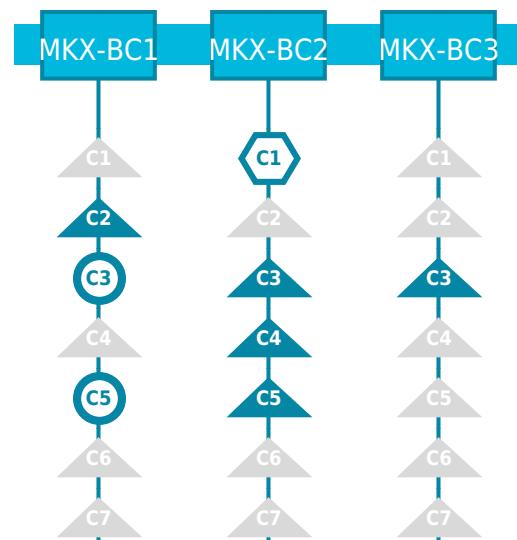
Pourquoi cette UE ?

Le module approfondit les notions de mécanique qui constituent l'un des quatre piliers techniques de la mécatronique. Il aborde les domaines de la modélisation éléments finis, du transfert thermique et des matériaux.

Eléments constitutifs de l'UE

	coefficients	
MKX_8_1-1 Eléments finis	1	
MKX_8_1-2 Procédés de fabrication et sélection des matériaux	1	
MKX_8_1-3 Transferts Thermiques	1	
Volume d'heures d'enseignement encadré	Volume d'heures de travail personnel	Nombre d'ECTS
64	12	3

Alignement curriculaire

Parmi les compétences visées par la formation, lesquelles sont développées dans cette UE ?

- BC1 L'UE ne contribue pas à ce bloc de compétences
- BC1 L'UE contribue à ce bloc de compétences
- C1 Compétence non adressée dans cette UE
- C1 Compétence mise en œuvre dans cette UE
- C1 Compétence enseignée dans cette UE
- C1 Compétence évaluée dans cette UE
- C1 Compétence enseignée et évaluée dans cette UE

Contexte et enjeux de l'enseignement

La méthode des éléments finis est une méthode d'approximation numérique particulièrement bien adaptée à la résolution des problèmes de la mécanique et de la thermique, ce qui en fait une des méthodes de simulation les plus utilisées industriellement.

Prise en compte des dimensions socio-environnementales

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure

Modalités d'enseignement et d'évaluation

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	8
TD	
TP	16
Projets	2
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	
Travail personnel	6

Prérequis

Notions sur le calcul intégral, le calcul matriciel (algèbre linéaire), sur les équations aux dérivées partielles, que des compétences en Mécanique des Milieux Continus (MMC)

Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

La partie théorique permet de donner une compréhension globale des outils théoriques utilisés dans la méthode, en particulier la mise en place de la formulation faible permettant de discréteriser le problème.

La partie application logiciel est une première approche de la pratique de la méthode en situation professionnelle. Elle permet d'appréhender le passage du problème réel au problème modélisé et à son traitement numérique en toute connaissance de cause par rapport aux simplifications opérées.

Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc.)

Le cours est divisé en trois parties : 6 heures de cours destinées à donner les bases théoriques de la méthode, 10 heures de TP pour appliquer la méthode sur des cas d'école et des cas industriels en utilisant un logiciel dédié de calcul par Eléments Finis (Ansys). Puis application à des projets industriels proposés par les élèves eux-mêmes (6h+2h de soutenance).

Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

L'évaluation d'1 heure est la synthèse d'un contrôle écrit qui vise à vérifier la compréhension globale et d'un QCM destiné à évaluer la connaissance du cours. La partie "projets" est évaluée via une "note de calcul" et, éventuellement, une soutenance orale.

En plus des modalités d'évaluation prévues, des évaluations non inscrites à l'emploi du temps pourront avoir lieu.
En cas de dysfonctionnement avéré, les évaluations de groupe pourront être individualisées.

Plan de cours

Aspects théoriques de la méthode : interpolation polynomiale par morceaux (en 1D), formulation intégrale faible, maillage et approximation nodale, éléments finis de Lagrange (en 1D) et de Hermite (en 1D).

Aspects pratiques de la méthode : discrétisation d'un problème, calcul des relations élémentaires, assemblage et post traitement (dans le cas de problèmes monodimensionnels). Quelques mots sur l'amélioration de la qualité de la solution approchée.

Applications à la mécanique et à la thermique en 1D : présentation des éléments finis "barre" et "poutre" (modèle de Bernouilli) en statique, et éléments finis "thermique". Application à la résolution d'un problème de treillis plan.

Utilisation d'un logiciel éléments finis (Ansys). Apprentissage sur des cas d'école et des cas industriels, puis mise en application sur des projets industriels.

Ressources et références

Supports de cours disponibles sur la plateforme Campus.

MKX_8_1-2 Procédés de fabrication et sélection des matériaux

S8

Contexte et enjeux de l'enseignement

Initiée en S8.1 et approfondie en S9.2, l'étude de la sélection des matériaux et des procédés s'appuie sur la méthodologie innovante d'Ashby. Cette approche rigoureuse, basée sur des critères quantifiables, nous permet de choisir de manière optimale les matériaux en fonction des contraintes de chaque application. Face à la complexité croissante des matériaux et des procédés, cette méthodologie est essentielle pour optimiser les performances des produits tout en répondant aux enjeux de durabilité.

Prise en compte des dimensions socio-environnementales

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure ODD12 - Consommation et production responsables

Prérequis

- Cours général sur les matériaux - niveau basique -
- Connaissances de base en mécanique (RDM) et en chimie (atome, molécule, macromolécules)

Modalités d'enseignement et d'évaluation

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	3
TD	
TP	8
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	

Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Cet enseignement introduit la méthodologie d'Ashby, un outil puissant pour optimiser la sélection des matériaux. En confrontant les propriétés souvent antagonistes des matériaux (par exemple, résistance et densité), cette approche permet d'identifier le meilleur compromis pour répondre à un cahier des charges précis. L'objectif est de développer une capacité à résoudre des problèmes de multi-objectivité, inhérents à la sélection des matériaux.

Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc.)

En nous appuyant sur l'étude des relations structure-propriété des matériaux, nous explorons la méthodologie d'Ashby. Cette approche rigoureuse, combinée à des exercices pratiques et à l'utilisation de logiciels spécialisés comme Ansys Granta EduPack, nous permet de maîtriser les étapes clés de l'optimisation des matériaux : définition de la fonction, identification des contraintes, sélection des variables et choix du matériau optimal.

Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

L'évaluation repose sur des QCM brefs de notions fondamentales de cours et d'un examen final pouvant se décliner également en projets de recherche.
 Retour sur l'évaluation fait à l'élève :

- Consultation des copies sur demande expresse de l'élève
- Délai de correction des examens : 3 semaines

En plus des modalités d'évaluation prévues, des évaluations non inscrites à l'emploi du temps pourront avoir lieu.
 En cas de dysfonctionnement avéré, les évaluations de groupe pourront être individualisées.

Plan de cours

- Unité 1. Le monde des Matériaux et des Procédés (Familles, Classes, Membres et Attributs)
- Unité 2. Graphiques de matériaux : Cartographier l'univers des matériaux
- Unité 3. Sélection de matériaux : Traduction, filtrage et documentation
- Unité 4. Classement des matériaux : Les indices de matériau
- Unité 5. Sélection de Procédés : Mise en forme, assemblage et traitement de surface

Ressources et références

- Logiciel Ansys Granta EduPack mis à jour annuellement
- Support de cours, d'exercices corrigés et commentés en relation avec le logiciel Ansys Granta EduPack.
- Ressources numériques sur campus.
- Formulaire de résistance des matériaux
- Glossaire Anglais/Français des principaux termes techniques sur les matériaux et procédés

Contexte et enjeux de l'enseignement

Le dimensionnement de systèmes mécatroniques fait appel à des appareils de conversion d'énergie qui génèrent d'une façon ou d'une autre de la chaleur. Celle-ci doit dans certain cas être contrôlée ou dissipée. L'objectif de cet enseignement est d'apporter les outils nécessaires à ce dimensionnement thermique.

Prise en compte des dimensions socio-environnementales

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure ODD12 - Consommation et production responsables

Modalités d'enseignement et d'évaluation

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	18
TD	
TP	7
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	6

Prérequis

Mathématiques : équations différentielles, analyse vectorielle Eléments finis Mécanique des fluides

Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Établir des hypothèses simplificatrices, raisonner sur des ordres de grandeur physique, trouver des profils de température dans des problèmes à difficultés croissantes jusqu'à la limite d'utilisation des solutions analytiques, vérifier l'exactitude physique des résultats obtenus et des hypothèses initiales.

Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc.)

Approche théorique (phénomènes et lois physiques) puis résolution analytique de problèmes simples (TD) puis résolution numérique de cas plus concrets (TP) sur le logiciel par éléments finis COMSOL Multiphysics

Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Questionnaires sur les notions de CM à disposition permanente des élèves (non évalués).
Évaluation par questionnaires sur les travaux TP et devoir écrit sur les travaux de TD.
Retours détaillés sur demande.

En plus des modalités d'évaluation prévues, des évaluations non inscrites à l'emploi du temps pourront avoir lieu.
En cas de dysfonctionnement avéré, les évaluations de groupe pourront être individualisées.

Plan de cours

- Présentation générale des différents modes de transferts – Notion de bilan d'énergie
- Transfert thermique par conduction : phénomènes physiques et équation de transfert, résistance thermique
- Transfert thermique par convection : phénomènes physiques et couches limites dynamique et thermique
- Transfert thermique par rayonnement : phénomènes physiques et rayonnement réciproque de plusieurs surfaces

Ressources et références

Page internet dédiée au cours sur Campus avec :

- questionnaires de vérification des connaissances théoriques
- énoncé des travaux dirigés
- énoncé des travaux pratiques + fichiers géométriques
- memento d'utilisation du logiciel Comsol Multiphysics
- ressources complémentaires : cours interactifs en ligne, vidéos de vulgarisation, liens de référence...