

Objectifs de l'ECUE en termes de compétences et d'acquis d'apprentissage visés**A l'issue de cette UE, l'apprenant aura progressé sur les compétences suivantes du référentiel de la formation :**

- BC1.3 : Identifier les éléments de contexte d'un projet et les formaliser : besoins exprimés par un client, politique de l'entreprise, aspects règlementaires...
- BC1.6 : Structurer un discours et/ou un support en faisant preuve de clarté, de pédagogie et de concision.
- BC2.1 : Analyser et résoudre des problèmes scientifiques et techniques relevant de la mécanique.
- BC2.3 : Concevoir des modèles pluridisciplinaires et multiphysiques pour la simulation de systèmes mécaniques.
- BC3.1 : Maîtriser les méthodes de conception multidisciplinaires pour les systèmes mécaniques.
- BC3.3 : Maîtriser des logiciels de Conception et de Dessin Assisté par Ordinateur (CAO/DAO).
- BC4.4 : Optimiser la performance énergétique et la fiabilité des systèmes mécaniques.

Plus précisément, il sera capable de :

- Formaliser les besoins exprimés par un client pour faire la bonne sélection des hypothèses de calcul (conditions aux limites, choix d'élément, type de calcul...).
- Structurer une étude sous forme de note technique en faisant preuve de clarté, de pédagogie et de concision.
- Simuler la tenue (mécanique, thermique, vibratoire) des systèmes mécaniques.
- Simuler le comportement thermomécanique des systèmes mécaniques.
- Développer une analyse critique sur un modèle éléments finis et sur les résultats obtenus.
- Optimiser le dimensionnement d'un système mécanique par calcul éléments finis en utilisant un logiciel industriel.

Description de l'ECUE

Ce cours présente la description mathématique des problèmes de l'ingénieur et leur modélisation numérique par la méthode des éléments finis ainsi que sa mise en œuvre à travers l'utilisation d'un logiciel industriel de référence. Les applications traitent de problèmes stationnaires appliqués aux domaines de la thermique, mécanique, acoustique, fluide et phénomènes de transport.

Motivations :

De nos jours, le développement de la puissance et la vulgarisation des moyens informatiques et le coût exorbitant des expérimentations, font que la résolution d'un problème d'ingénieur se fait de plus en plus par une approche numérique. Les entreprises sont équipées à un niveau plus au moins élevé de moyens de calcul qui les aident à une prédiction fiable de leurs problèmes d'ingénierie. De nombreux logiciels de simulation sont mis sur le marché, pour la résolution de ces problèmes. Ils utilisent principalement la méthode des éléments finis.

Ce cours donne une initiation sur le principe et l'utilisation de la méthode des éléments finis. On part de la définition simplifiée d'un problème de l'ingénieur, qu'il soit mécanique de solide (élasticité plane ou 3D), thermique (conduction, convection) ou mécanique des fluides (diffusion de masse, écoulement incompressible). On établit ensuite les équations et les formulations qui traduisent le modèle mathématique associé au problème. On s'attachera, chaque fois que possible, à donner l'interprétation et la justification physique du modèle retenu. Enfin, on présente l'application de cette méthode pour la résolution du modèle. On traitera, plus particulièrement, les problèmes linéaires, stationnaires. Cette formation théorique est complétée par une application sous la forme d'un projet utilisant un logiciel industriel de calcul éléments finis.

Contenu* :

- Formulation variationnelle forte et faible des problèmes de l'ingénieur.
- Formulation d'élément fini de barre (en thermique, élasticité).
- Formulation d'éléments finis 2D triangle (en thermique, élasticité, fluide, acoustique).
- Formulation d'éléments finis 3D tétraèdre (en thermique, élasticité, fluide, acoustique).
- Travaux pratiques de la méthode des éléments finis, en utilisant un logiciel industriel.
- Résolution d'un problème concret par un logiciel industriel, dans le cadre d'un projet fait en groupes.

** Ce cours est dispensé en anglais.*

Prérequis

Calcul matriciel, équations aux dérivées partielles.

Références

K.L. Bathe, "Finite Element Procedures", 2nd edition, Seventh Printing, 1037 pages, ISBN 978-0-9790049-5-7, 2016

J.N. Reddy, "An Introduction to the Finite Element Method", 3rd Edition, McGraw Hill, 896 pages, ISBN 978-0070607415, 2006

E. Madenci, I. Guven, "The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS", 2nd edition, Springer-Verlag, 657 pages, ISBN 978-1489975492, 2015