




5.00 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2
--------------	-----------------	----

Enseignants	. SOMEBODY ;Legat Vincent ;Remacle Jean-François ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Ce cours suppose acquises les notions élémentaires en simulation numérique, notamment la maîtrise des méthodes numériques de base et de leurs principes sous-jacents (stabilité, précision, convergence, ...) ainsi qu'une initiation à la résolution d'équations aux dérivées partielles (EDP) par différences finies telles qu'enseignées dans les cours LEPL1104 .
Thèmes abordés	L'objectif général du cours est l'introduction de la méthode des éléments finis pour résoudre des problèmes qui se posent dans les différentes disciplines de l'ingénieur : électromagnétisme, mécanique des structures et des fluides, applications biomédicales... Les applications concerneront donc toutes les disciplines de l'ingénieur. Le contenu du cours comporte principalement trois aspects : - les concepts de base de la technique des éléments finis; - l'introduction au fondement mathématique des éléments finis : calcul des variations; - l'implémentation efficace et complète d'un problème dans un langage compilé : C.
Acquis d'apprentissage	A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de : A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront aptes à : - devenir ultérieurement des utilisateurs avertis des outils informatiques de simulation numérique par éléments finis dans les différentes disciplines de l'ingénierie; - prendre conscience des problèmes numériques qui peuvent se poser lors de cette utilisation. En particulier, l'accent est mis sur l'analyse des critères qui permettent de choisir la méthode la plus adaptée et d'estimer la validité des résultats produits par l'ordinateur; - choisir une méthode en tenant compte d'exigences de précision et de complexité; - comprendre la méthode des éléments finis; 1 - réaliser un petit programme C implémentant la résolution complète d'un problème par la méthode des éléments finis dans les différentes disciplines de l'ingénierie; - certifier et valider le résultat de la simulation ainsi obtenue. Eu égard au référentiel AA du programme « Bachelier en Sciences de l'Ingénieur, orientation ingénieur civil », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants : - AA 1.1, 1.2 - AA 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 2.7 - AA 3.1, 3.2, 3.3 - AA 4.1, 4.4
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	La note finale du cours sera obtenue sur base des devoirs, du projet et de l'interrogation écrite. En juin et en septembre, un examen sera organisé et permet de remplacer la note de l'interrogation. Il n'est pas possible de remettre une nouvelle version des devoirs et du projet à l'issue de la deadline : ne pas remettre le projet réduit donc de manière drastique les chances de réussir le cours lors de la seconde session Plus précisément, la note finale du cours sera obtenue à partir de l'évaluation continue et de l'évaluation certificative définies comme suit : • Evaluation continue A = Moyenne des notes obtenues pour les devoirs • Evaluation certificative B = Interrogation (obligatoire) organisée pendant l'année C = Projet, rapport et interview (obligatoire) Plus précisément, la note finale sera déduite à partir de la formule suivante : $Note = \max((A+B+C)/3, (B+C)/2)$ si $(B+C)/2 \geq 10$ $Note = (B+C)/2$ si $(B+C)/2 < 10$

<p>Contenu</p>	<p>Comment résoudre numériquement les équations aux dérivées partielles qui apparaissent dans les différentes disciplines de l'ingénieur ? Le calcul scientifique est une démarche qui permet d'obtenir une solution approchée pour ces problèmes. Ce cours a pour objet d'introduire le principe et la mise en oeuvre d'une des méthodes les plus populaires : les éléments finis.</p> <p>Le cours présente une méthodologie générale et une approche unifiée qui conduit progressivement d'exemples élémentaires jusqu'aux applications majeures de la méthode. La démarche met l'accent sur l'aspect multidisciplinaire entre le calcul algébrique, l'analyse mathématique et la mise en oeuvre informatique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpolation d'une fonction sur un maillage non structuré; - Eléments finis pour des équations elliptiques : formulations faible et discrète, structures de données fondamentales; - Théorie de la meilleure approximation : initiation à la théorie des distributions, espaces de Sobolev, théorème de Lax-Milgram, lemme de Céa, estimations d'erreur a priori et a posteriori; - Génération de maillages : triangulation de Delaunay, initiation à la géométrie numérique; - Eléments finis pour des problèmes d'advection-diffusion : méthodes de Petrov-Galerkin; - Techniques de résolution des grands systèmes linéaires générés par la méthode : solveurs bandes, technique frontale et méthode des gradients conjugués; - Analyse dynamique et modale. <p>La démarche proposée sera largement transversale pour toutes les disciplines en utilisant des exemples génériques et variés. L'intérêt de tous les étudiants sera stimulé lors de la réalisation du programme final qu'ils réaliseront. En fonction de sa sensibilité, chaque étudiant pourra développer davantage l'une ou l'autre thématique : l'accent pourra donc porter sur l'architecture générale de l'implémentation, sur l'optimisation des performances du code, sur l'analyse des propriétés numériques de la méthode implémentée, sur la visualisation graphique des résultats ou sur des applications distinctes. A titre d'exemple, l'application finale pourrait être la simulation de l'électromagnétisme, la propagation d'ondes acoustiques, la propagation d'un tsunami ou la vibration d'une structure composée de treillis métalliques...</p> <p>Une interaction éventuelle avec les projets disciplinaires donnés pendant le même quadrimestre pourrait aussi être envisagée.</p>
<p>Ressources en ligne</p>	<p>https://perso.uclouvain.be/vincent.legat/zouLab/epl1110.php</p>
<p>Faculté ou entité en charge:</p>	<p>EPL</p>

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Approfondissement en sciences mathématiques	APPMATH	5		
Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil	FSA1BA	5		
Master [120] : ingénieur civil architecte	ARCH2M	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		