

4.00 crédits

20.0 h + 15.0 h

Q2

Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Bonne connaissance de mécanique des structures, de stabilité des constructions et de bases de la méthode des éléments finis, telles qu'enseignées dans les cours LGCIV1022 et LGCIV1023
Thèmes abordés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Révision de la méthode des éléments finis.</li> <li>• Méthode des éléments finis appliquée aux solides et plaques linéaires élastiques.</li> <li>• Dérivation des équations de la théorie des poutres en 3D à partir de la mécanique des milieux continus.</li> <li>• Méthodes de résolution des problèmes non linéaires.</li> <li>• Non-linéarités géométriques</li> <li>• Non-linéarités des matériaux</li> </ul>
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p><b>Contribution du cours au référentiel du programme :</b> AA1.1, AA1.2, AA1.3, AA2.1, AA2.2, AA2.3, AA2.4, AA3.1, AA3.2, AA4.2, AA4.4, AA5.6.</p> <p><b>Acquis d'apprentissage spécifiques au cours</b></p> <p>A l'issue de ce cours, l'étudiant doit être capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprendre les principes de la méthode des éléments finis, appliquée aux structures de génie civil les plus courantes (poutres, plaques, solides).</li> <li>Implémenter cette méthode en Python, bien connaître son fonctionnement et ses limitations, ainsi qu'utiliser un logiciel d'éléments finis polyvalent. Cela comprend aussi le traitement des données d'entrées et le post-traitement des résultats obtenus.</li> <li>Comprendre différentes approches pour modéliser les non-linéarités matérielles et géométriques, ainsi que leur implémentation.</li> <li>Connaître les avantages et limitations des différents algorithmes pour résoudre des problèmes non linéaires, ainsi que leur implémentation.</li> </ol>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>Contrôle continu et examen final oral.</p> <p>Les devoirs, qui donne lieu à la note d'évaluation continue, se font en groupes de 2/3 étudiant.e.s. et ne peuvent être refaits en seconde session; la note d'évaluation continue acquise en première session est conservée en cas de seconde session.</p> <p>Le non-respect des consignes méthodologiques, notamment en matière d'utilisation de ressources en ligne ou de collaboration entre étudiant.es, pour le devoir/projet, entraînera une note globale de 0 pour l'évaluation continue.</p> <p>L'usage des intelligences artificielles génératives (telles que ChatGPT, Consensus, Perplexity, Bard...) est interdit pour ce cours.</p>
Méthodes d'enseignement	Enseignement ex-cathedra sur base de supports et exercices dirigés
Contenu	<p>mis à jour: Novembre 2023</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Révision de la méthode des éléments finis : formulation faible du problème, méthode de Galerkin, fonctions de forme, Quadrature, matrice de rigidité, numérotation locale et globale, conditions aux limites, Système d'équations. Raffinement de maillage. Application aux poutres à comportement linéaire.</li> <li>• Méthode des éléments finis appliquée aux solides et plaques linéaires élastiques : équations de la mécanique des milieux continus, éléments, formulation faible du problème, interpolation, problèmes possibles (verrouillage en cisaillement, intégration réduite, verrouillage volumétrique, instabilités).</li> <li>• Dérivation des équations de la théorie des poutres en 3D à partir de la mécanique des milieux continus: Timoshenko, Timoshenko étendu avec distorsion et déformation, Euler-Bernoulli.</li> <li>• Méthodes de résolution des problèmes non linéaires : réponse non linéaire, application incrémentale de la charge, méthode de Newton-Raphson, critères de convergence, méthodes itératives alternatives, procédures itératives incrémentales avec des paramètres de charge variables (contrôle de la charge, contrôle du déplacement, contrôle du travail, longueur d'arc), incrémentation automatique de la charge.</li> <li>• Non-linéarités géométriques : Lagrangien total, Lagrangien actualisé, formulations co-rotatives (compatibilité totale, compatibilité incrémentale, équilibre total, relations constitutives incrémentales).</li> <li>• Non-linéarités matérielles : Élasticité vs plasticité, élastoplasticité, plasticité, critère de plasticité, écoulement plastique (règle d'écoulement associée et non associée), écrouissage, algorithme de projection plastique.</li> </ul>

Ressources en ligne	Disponible sur Moodle.
Bibliographie	Notes et supports de cours.
Autres infos	Ce cours comporte: <ul style="list-style-type: none"><li>- L'utilisation/le développement de scripts en Python</li><li>- L'utilisation d'un logiciel d'éléments finis commercial/de recherche (Abaqus).</li></ul>
Faculté ou entité en charge:	GC

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil des constructions	GCE2M	4		
Master [120] : ingénieur civil mécanicien	MECA2M	4		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	4		
Master [120] : ingénieur civil en génie de l'énergie	NRGY2M	4		