

5.00 crédits

30.0 h + 30.0 h

Q1

Enseignants	Saraiva Esteves Pacheco De Alm João ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Ce cours suppose acquises les notions en mécanique des structures, résistance des matériaux et calcul des structures isostatiques telles qu'enseignées dans les cours LGCIV1031 et LGCIV1022
Thèmes abordés	Diagrammes d'efforts internes pour des structures isostatiques de toutes typologies et composées de plusieurs éléments : dessin de manière intuitive et spontanée privilégiée par rapport à l'approche de calcul; Calcul des efforts internes dans les structures hyperstatiques (poutres, portiques, éléments courbes, arcs non funiculaires, structures avec appuis élastiques, structures soumises à actions thermiques) ; Introduction au calcul plastique ; Introduction à la méthode des éléments finis pour des structures à barres (treillis, poutres, structures 2D) Introduction à la dynamique des structures ; Notions spécifiques : flambement global des ouvrages ; Utilisation d'un logiciel de calcul commercial (type SCIA)
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p>Acquis d'apprentissage spécifiques au cours Le cours participe à développer les AA du programme : A1.1, AA1.2, AA1.3 Plus spécifiquement, au terme du cours, l'étudiant sera capable de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracer rapidement, intuitivement et sans calcul les diagrammes d'efforts internes de structures isostatiques de toutes typologies en notant les valeurs caractéristiques associées ;</li> <li>• Lever l'hyperstaticité, par la méthode des forces, de structures de types poutres, treillis, arcs non funiculaires, etc., soumises éventuellement à des actions thermiques ou des tassements d'appuis ;</li> <li>• Tracer intuitivement la déformée des structures, connaissant les diagrammes des efforts internes (ou inversement) ;</li> <li>• Programmer lui-même un code de calcul par éléments finis pour des structures à barres de types poutres ou treillis ;</li> <li>• Utiliser un logiciel de calcul pour calculer les efforts internes dans des structures de types ossatures hyperstatiques, pouvoir modéliser correctement ces ossatures dans le logiciel (détermination des actions, des types d'appuis, des types de dispositifs de libération d'efforts, etc) et interpréter correctement les résultats fournis.</li> </ul>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Examen final écrit. Il y aura également une évaluation écrite facultative pendant le quadrimestre, qui portera sur le même sujet (méthode des forces) qu'un problème de l'examen final : les étudiant.e.s pourront conserver la meilleure note entre cette évaluation écrite et le problème d'examen correspondant. L'usage des intelligences artificielles génératives (telles que ChatGPT, Consensus, Perplexity, Bard...) est interdit pour le cours.
Méthodes d'enseignement	Alternance entre enseignement ex-cathedra sur base de slides et exercices résolus au tableau en faisant participer les étudiants.
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappel des bases de la mécanique des structures.</li> <li>• Structures isostatiques : calcul des déplacements avec le théorème de la force unité (tables de Mohr) et par intégration des équations différentielles.</li> <li>• Isostaticité et hyperstaticité : notions d'hyperstaticité externe / globale / interne.</li> <li>• Calcul du degré d'hyperstaticité : procédure intuitive et systématique.</li> <li>• Méthode des forces : système de référence, inconnue(s) hyperstatique(s), procédure générale de résolution, équation de compatibilité, détermination des efforts internes, calcul de déplacements (théorème de Pasternak).</li> <li>• Simplifications de symétrie.</li> <li>• Treillis hyperstatiques.</li> <li>• Appuis élastiques : méthode de substitution et méthode d'adaptation.</li> <li>• Variations de température.</li> <li>• Déplacements imposés et obtention des coefficients de la matrice de rigidité locale.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode des déplacements (version manuelle) : degré d'indétermination cinématique, degrés de liberté libres et bloqués, système de référence, inconnue(s) cinématique(s), procédure générale de résolution, équation d'équilibre, détermination des efforts internes.</li> <li>• Méthode des déplacements <i>versus</i> Méthode des forces.</li> <li>• Méthode des déplacements (version matricielle) : systèmes global et local ; éléments poutre et barre ; découpage et localisation ; assemblage, résolution, et réactions d'appui ; propriétés de la matrice de rigidité ; condensation et élément poutre avec articulation.</li> <li>• Introduction à la méthode des éléments finis : maillage, élément fini, nœuds, et types d'éléments finis ; conditions aux limites (essentiels et naturelles) ; formes différentielle et intégrale ; méthode de Galerkin, champs de déplacements et champ de déplacements virtuels, fonctions d'interpolation ; application au cas de la poutre en flexion ; exemples d'application pratique.</li> <li>• Lignes d'influence : structures isostatiques et hyperstatiques.</li> </ul>
Ressources en ligne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparents du cours (Disponibles sur Moodle) et autres fichiers.</li> </ul>
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides (Moodle).</li> <li>• « Calculer une structure, de la théorie à l'exemple », P. Latteur, Editions L'Harmattan/Academia.</li> <li>• « Analyse des structures et milieux continus », Volume 4 : Structures en barres et poutres, Pierino Lestuzzi et Léopold Pflug, Presses polytechniques et universitaires romandes.</li> <li>• « Méthode des éléments finis », Volume 6 : Analyse des structures et milieux continus, François Frey et Jaroslav Jirousek, Presses polytechniques et universitaires romandes.</li> </ul>
Autres infos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour la version matricielle de la méthode des déplacements, le langage de programmation Python sera utilisé.</li> <li>• Le logiciel didactique de calcul des structures « issd » (<a href="http://www.issd.be">www.issd.be</a>) est un complément conseillé et son utilisation pendant les TP aidera à la compréhension du contenu du cours.</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
Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil architecte	ARCH1BA	5		
Filière en Construction	FILGCE	5		
Mineure en Construction	LMINOGCE	5		
Mineure Polytechnique	MINPOLY	5		