USBA04 - Sciences et techniques de l'ingénieur BTP 2

Mis à jour le 22-03-2024

Code : USBA04

Unité spécifique de type cours

9 crédits

Responsabilité nationale :
EPN01 - Bâtiment et énergie / Jean-Sébastien VILLEFORT

Présentation

Prérequis

Avoir validé l'UE sciences et techniques de l'ingénieur BTP 1

Objectifs pédagogiques

Public concerné : Ingénieur BTP en apprentissage (Tronc commun)

Semestre universitaire : 6

L'Unité d'Enseignement (UE) vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie et pratique des principes fondamentaux et des outils avancés utilisés dans les domaines de l'analyse numérique, de la mécanique des structures, du calcul de structure assisté par ordinateur, du béton armé, de la construction métallique et mixte, ainsi que du management de projet BIM.

L'UE est composée des unités constitutives (UCUE) :

- Analyse numérique : 20h
- Mécanique des structures : 40h
- Calcul de structure assisté par ordinateur : 30h
- Béton armé : 30h
- Construction métallique et mixte : 30h
- Management de projet BIM : 30h

Les objectifs pédagogiques particuliers de cette UE sont :

- d'acquérir des compétences avancées en analyse numérique pour résoudre efficacement des problèmes complexes en génie civil ;
- de maîtriser les principes théoriques et pratiques de la mécanique des structures, du calcul de structure assisté par ordinateur, du béton armé, et de la construction métallique et mixte ;
- de comprendre le rôle et les avantages du management de projet BIM dans le processus de conception et de construction des ouvrages.

Programme

Contenu

Analyse numérique

Erreurs en analyse numérique.
Les différents types d'erreurs. La propagation des erreurs. Notion de conditionnement et de stabilité.

Interpolation et approximation des fonctions

Interpolation de Lagrange, formules de Newton (différences divisées). Formules d'erreur. Approximation uniforme et au sens des moindres carrés, fonctions Splines cubiques.

Intégration et dérivation numérique.
Méthodes composites du type Newton-Cotes et méthodes de Gauss. Analyse de l'erreur. Dérivation numérique et formule d'erreur. Application à la résolution d'équations aux dérivées partielles par des méthodes de différences finies.

Équations différentielles
Quelques rappels théoriques. Résolution numérique des équations différentielles : méthodes à un pas, explicites et implicites (Euler, Crank-Nicholson, Runge-Kutta). Méthodes multi-pas. Notion de stabilité et convergence.

Résolution de systèmes linéaires
Méthodes directes : pivot de Gauss, factorisation LU et Choleski. Factorisation QR. Conditionnement d'une matrice et effet sur l'erreur. Méthodes itératives (Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, Gradient). Convergence et comparaison des différentes méthodes.

Résolution d'équations non linéaires et optimisation.
Les algorithmes classiques (dichotomie, sécante, Newton, point fixe) en dimension 1 et leur adaptation en dimension supérieure. L'étude de la convergence et la comparaison des algorithmes. Méthodes d'accélération de la convergence (Aitken, Steffensen). Optimisation sans contraintes, méthodes de gradient et gradient conjugué.

Mécanique des structures

Statique des systèmes de poutres.
Sollicitations dans les poutres pleine et les poutres treillis.
Caractéristiques géométriques des poutres.
Contraintes normales dans les poutres.
Contraintes tangentielles dans les poutres.
Méthode des forces et application au calcul des poutres, des portiques et des treillis hyperstatiques.
Méthode des trois moments et application au calcul des poutres continues.
Méthode des déplacements et application au calcul des portiques et des treillis hyperstatiques.
Plasticité des sections et des structures.
Instabilités élastiques.

Calcul de structure assisté par ordinateur

Partant de pré-requis en mathématiques et mécanique du solide, le principe d'approximation élémentaire utilisé par cette méthode est tout d'abord appliqué en statique aux structures filaires en barres et poutres La problématique du maillage et de la validation des modèles de calcul est ensuite abordée lors de l'étude des modélisations surfaciques avec des éléments membranes, plaques ou coques. Afin de bien décrire la méthodologie utilisée, la grande majorité des exemples est traitée pas à pas par des calculs manuels ou semi automatiques dont les résultats sont recoupés avec le code de calcul Advance Design ou équivalent. Le cours est divisé en deux grandes sections relatives aux éléments filaires de types barres, poutres et ressorts et surfaciques membranes, plaques et coques.

Béton armé

Principe de la méthode des bielles et des tirants

Poutres

- Flexion et tranchant ELU
- Flexion ELS de contrainte, ELS d'ouverture de fissures, ELS de flèche

Poutres continues

- -méthode de redistribution

Flexion composée

Flambement

- méthode des rigidités nominales
- méthode des courbures nominales
- méthode générale

Fondations superficielles

Travaux pratiques sur logiciels professionnels

Constructions métalliques

Eurocodes :
Principes de justification
Effets pris en compte
Méthodes de justification
Contraintes caractéristiques

Réalisation et calcul des assemblages :
Rivetage
Boulonnage par boulons ordinaires et boulon HR
Rivelonnage
Soudage
Assemblages par platines d'about
Assemblages tubulaires

Poutres pleines et triangulées

Flambement, déversement, voilement :
Rappel sur les études théoriques.
Aspect réglementaire sur poutre à âme pleine, les PRS et les treillis.

Travaux pratiques sur logiciels professionnels

Management de projet BIM

Gestion d'un projet BIM :
Processus BIM
Structuration des données
Travail collaboratif
Environnement juridique.

Initiation aux transferts d'informations vers des logiciels orientés BIM, à travers différentes phases d’un projet, par exemple :
Étude architecturale
Étude de structure
Étude thermique
Études CVC
Étude quantitative et estimative.

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Projet(s)
- Mémoire
- Examen final

Description des modalités de validation

La note finale associée à cette UE est calculée par la moyenne pondérée des UCUE.

Coefficient des UCUE :

- Analyse numérique : 1
- Mécanique des structures : 2
- Calcul de structure assisté par ordinateur : 1,5
- Béton armé : 1,5
- Construction métallique et mixte : 1,5
- Management de projet BIM : 1,5

Première session : Contrôle continu, rendu de projet, soutenance orale, examen selon le choix de l’équipe pédagogique après validation par le responsable national de l’US.

Seconde session : selon règlement spécifique de la formation en alternance.