
Guide pédagogique

Module « Spécialisation élective (b) : Construction en bois »

GCBD be 9.4(b) (6 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Ce module est dédié à la spécialisation de construction bois. A travers cinq cours : « Calcul des constructions en bois », « Conception des bâtiments en bois », « Conception parasismique des bâtiments en bois », « Méthodes et mise en œuvre des structures en bois », et « Mini projet bois », ce module propose une étude approfondie des principaux systèmes constructifs utilisant le matériau bois ou ses dérivés en structure. Les cours s'appuieront sur une description des règles et normes en vigueur, de la conception structurelle et du fonctionnement des ouvrages bois, des solutions techniques, du dimensionnement, de la mise en œuvre et des problématiques chantier. Un accent particulier sera porté sur la bonne utilisation du bois pour des constructions durables et performantes.

Teaching guide and syllabus

Module “Specialization (b) : Wood construction”

GCBD be 9.4(b) (6 ECTS crédits)

Subject matter importance and associated issues

Responsable : Clément LACOSTE
Téléphone : 04 66 78 56 55
Courriel : clement.lacoste@mines-ales.fr

UNITE D'ENSEIGNEMENT	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Spécialisation élective (b) : Construction en bois	120		
○ Calcul des constructions en bois	24	1	6
○ Conception des bâtiments en bois	30	1	
○ Conception parasismique des bâtiments en bois	17	1	
○ Méthodes et mise en œuvre des structures en bois	24	1	
○ Mini projet construction bois	25	1	

Titre de la Conférence introductive présentant les enjeux et l'encrage du module dans les problématiques technologiques et sociétales.	Intervenant (nom/ statuts/ expertise)
Architecture bois et stabilité générale	Caroline Lecomte, architecte ingénieure bois

Matière 1 :

Titre de la matière : Calcul des constructions en bois	
Code :	Titre du module : Spécialisation élective (b) : Construction en bois
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
26	34	10	6		6	2	10	20%	6

Titre	Calcul des constructions en bois
Résumé	Sans objet

Responsable	Clément LACOSTE - C2MA
Equipe enseignante	François BRILLARD, Anne PSAROMMATIS- Intervenants extérieurs

Mots-clés	Dimensionnement, stabilité des ouvrages, eurocode 5, calculs
Prérequis	Le bois pour construire - Dimensionnement des structures en bois Bases de conception et de calculs - Mécanique des structures hyperstatiques Résistance des matériaux

Contexte et objectif général :

Depuis dix ans, la construction bois est en forte progression au niveau du territoire national et a engendré une évolution significative des métiers du secteur. L'arrivée du numérique, la robotisation en atelier, et le développement de nouveaux matériaux bois structuraux ont modernisés les entreprises qui accordent une place de plus en plus importante à la conception des structures bois. En plus de maîtriser les éléments de calcul structurel, le futur ingénieur devra garantir que ses prescriptions remplissent les fonctions des éléments qu'il conçoit.

En lien avec le cours général sur le matériau et le dimensionnement des structures en bois de deuxième année, les objectifs du cours consistent à :

- présenter les problématiques à prendre en compte dès la conception pour anticiper une mise en œuvre adéquate des éléments en bois dans des projets de construction => apporter des réflexes à avoir avant même de commencer tout dimensionnement
- présenter les principes de base permettant de calculer des structures en bois suivant une approche générale et en conformité avec l'eurocode 5 à froid et à chaud

Programme et contenu :

Révision des bases de l'Eurocode 5 :

- combinaisons de charges eurocodes appliquées au bois ; en lien avec cours BCC où la sécurité, les coefficients partiels, les actions de vent, de neige, etc... sont développés
- détermination de la combinaison de charge la plus défavorable ; idem ci-dessus
- dimensionnement des éléments structurels simples à froid (EC5-1) aux états limites ultimes et de service

Dimensionnement des assemblages par organes métalliques :

- méthode simplifiée de calcul des assemblages de type tige à froid (EC5-1) :

Approfondissement des points singuliers de l'Eurocode 5 :

- vérification d'une compression oblique sur un élément en bois
- vérification d'une entaille dans un élément en bois
- calcul d'une raideur des assemblages
- vérification des éléments à inertie variable ou/et courbe
- vérification d'éléments composés
- contreventements

Outil numérique pour les structures bois :

- utilisation du logiciel ACORD-BAT (en projet)

Calcul au feu des structures :

- évolution du matériau bois sous incendie
- dimensionnement des éléments structurels simple au feu (EC5-2) ;
- méthode de dimensionnement des assemblages par tiges au feu (EC5-2)

Méthode et organisation pédagogique : Cours, TD, Projet tutoré

Acquis d'apprentissage visés :

Mettre en cohérence les différentes exigences réglementaires et constructives à appliquer dans un projet bois donné ; de les compiler pour concevoir une solution satisfaisante et justifier les choix des éléments d'ouvrage construit en bois au regard de leurs fonctions

Etablir des notes de calcul d'ouvrages en bois suivant les recommandations des Eurocodes. Il sera en mesure de justifier les sections d'ouvrage construit en bois : poteaux, poutres, plancher, ainsi que les assemblages

Savoir dimensionner à froid et à chaud en prenant en compte les spécifications matériaux – structures conformément à l'EC5

Evaluation : contrôle écrit final + 1 projet tutoré

Retour sur l'évaluation fait à l'élève : l'élève peut consulter son évaluation et la correction sur RDV auprès du secrétariat du département

Support pédagogique et références : 1 polycopié - support numérique de cours

Matière 2:

Titre de la matière : Conception des bâtiments en bois	
Code :	Titre du module : Spécialisation élective (b) : Construction en bois
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
40	30	17			8	5	10	20%	6

Titre	Conception des bâtiments en bois
Résumé	Sans objet

Responsable	Clément LACOSTE - C2MA
Equipe enseignante	Pierre BREGEON, Jean GERARD, Marie-France THEVENON-BRILLARD - Intervenants extérieurs

Mots-clés	Conception d'ouvrages, construction durable
Prérequis	Le bois pour construire Dimensionnement des structures en bois Bases de conception et de calculs Mécanique des structures hyperstatiques Résistance des matériaux

Contexte et objectif général :

L'évolution des techniques de fabrication et de construction notamment par l'arrivée du numérique, ainsi que la robotisation en atelier, ont permis de moderniser significativement les entreprises de construction bois. De plus, le récent développement de nouveaux matériaux structuraux dérivés du bois et de nouveaux systèmes d'assemblages étendent les possibilités de conception pour l'ingénieur(e). Cependant, une bonne maîtrise de l'utilisation du bois et des solutions techniques sont essentielles pour la pérennité des structures bois.

En lien avec le cours général « le bois pour construire » de deuxième année, les objectifs du cours consistent à :

- traiter les notions de base de conception d'ouvrage en bois soumis à des sollicitations, les aspects réglementaires, les choix architecturaux.
- présenter les problématiques de conception et de mise en œuvre de structures mixtes, notamment la gestion des interfaces, liaisons et assemblages entre matériaux

Programme et contenu :

Conception des bâtiments en bois :

- cadre et contexte réglementaire et normatif de la construction bois (DTU, normes, règles de l'art, ...)
- Stabilité des ouvrages et contreventement
- Confort thermique et acoustique
- Choix des essences et bois tropicaux
- Durabilité et sinistralité

Structures mixtes en bois :

- conception des structures mixtes bois-béton et bois-métal : objectifs, contraintes, réalisation
- Gestion de l'interface bois-métal et bois-béton : structure, assemblage, durabilité

Méthode et organisation pédagogique : Cours et projet tutoré

Acquis d'apprentissage visés :

- Etre capable de proposer des solutions constructives mixtes afin de permettre « l'utilisation du bon matériau pour le bon emploi »,
- Etre capable de justifier les choix des éléments d'ouvrage mixtes au regard de leurs fonctions

Evaluation : Contrôle écrit final (1h) + projet tutoré + une soutenance orale (4h)

Retour sur l'évaluation fait à l'élève : l'élève peut consulter son évaluation et la correction sur RDV auprès du secrétariat du département

Support pédagogique et références : Polycopiés supports numériques de cours

Matière 3:

Titre de la matière : Conception parasismique des bâtiments en bois	
Code :	Titre du module : Spécialisation élective (b) : Construction en bois
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
17	31	7			10		14	20%	6

Titre	Conception parasismique des bâtiments en bois
Résumé	Sans objet

Responsable	Clément LACOSTE - C2MA
Equipe enseignante	Elsa FOUGEROUSE – Romain LONGO - Intervenants extérieurs

Mots-clés	Conception parasismique, réglementation, calculs, séisme
Prérequis	Dimensionnement des structures en bois Calcul des constructions en bois Bases de conception et de calculs Dynamique des structures Génie parasismique

Contexte et objectif général :

Le bois est un matériau de construction reconnu pour ses bonnes performances spécifiques résistance-légèreté et c'est également un matériau résilient - qui résiste bien aux chocs. Le comportement sismique des structures bois peut être un attribut recherché. Alors que les constructions bois de moyenne et grande hauteur sont de plus en plus nombreuses, une conception sismique adaptée devient particulièrement importante. En plus de maîtriser les éléments de calcul structurel, le (la) futur(e) ingénieur(e) devra garantir que ses prescriptions remplissent les fonctions des éléments qu'il conçoit.

En lien avec les cours de dimensionnement et de calcul des constructions en bois, les objectifs du cours consistent à aborder les spécificités de la construction bois sous actions sismiques.

Programme et contenu :

La réglementation parasismique et le respect des règles de construction

Le comportement des structures en situation de séisme :

- lien entre dynamique et parasismique : Oscillateur, ductilité des assemblages

Les structures en bois en situation sismique :

- Référentiel normatif (EC8) et règles de calcul
- Stratégies de conception et solutions techniques
- Retours d'expériences

Méthode et organisation pédagogique : Cours, projet tutoré**Acquis d'apprentissage visés :**

- Acquérir les bases en comportement des bâtiments en bois soumis à l'action de séismes
- Etre capable de proposer et calculer des solutions de conception parasismique

Evaluation : 1 projet tutoré

Retour sur l'évaluation fait à l'élève : l'élève peut consulter son évaluation et la correction sur RDV auprès du secrétariat du département.

Support pédagogique et références : 1 support numérique de cours

Matière 4:

Titre de la matière : Méthodes et mise en œuvre des structures en bois	
Code :	Titre du module : Spécialisation élective (b) : Construction en bois
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
24	34	10	4		10		10	20%	6

Titre	Méthodes et mise en œuvre des structures en bois
Résumé	Sans objet

Responsable	Clément LACOSTE - C2MA
Equipe enseignante	Jérôme POIROT - Intervenant extérieur

Mots-clés	Méthodes, préfabrication, mise en œuvre, chantier
Prérequis	Le bois pour construire Dimensionnement des structures en bois Conception des bâtiments en bois Calcul des constructions en bois Méthodes de construction

Contexte et objectif général :

La construction bois est en forte progression au niveau du territoire national et a su se moderniser grâce au développement d'outils numériques pour la conception et la fabrication. L'une des forces de la construction bois réside notamment dans la possibilité de préfabrication en atelier permettant un gain de temps sur chantier mais impliquant un haut niveau de conception.

Les objectifs de ce cours consistent à :

- présenter les problématiques de conception et de mise en œuvre de structures bois ou mixtes
- développer le sujet de la réalisation de structures en bois, souvent préfabriquées sous le triple aspect de la fabrication, du transport et de la pose. Cette partie est en lien avec l'entreprise qui fabrique en usine puis qui installe sur chantier.

Programme et contenu :

Méthodes et mise en œuvre des structures : fabrication, transport et pose

- une partie méthodologie :
 - fabrication et usinage (mur ossature bois)
 - transport / levage / problématique de chargement
 - montage
 - planification et utilisation des ressources
 - rentabilité et suivi financier du chantier
 - le BIM dans le chantier en pratique
- une partie réalisation :
 - réponse aux appels d'offres
 - choix de fabrication (sur site, 2D : préfabrication de panneaux en atelier, 3D : préfabrication de modules tridimensionnels en atelier)
 - choix du niveau de finition (paroi vide, pleine, finie) selon les contraintes du projet
 - organisation du chantier, transport, montage

Méthode et organisation pédagogique : Cours, TD et projet tutoré

Acquis d'apprentissage visés :

Savoir choisir une solution constructive, préparer le chantier, définir les méthodes et proposer un phasage et une organisation cohérente

Evaluation : 1 projet tutoré

Retour sur l'évaluation fait à l'élève : l'élève peut consulter son évaluation et la correction sur RDV auprès du secrétariat du département.

Support pédagogique et références : 1 Polycopié et/ou support numérique de cours

Matière 5:

Titre de la matière : Etude d'un bâtiment en bois	
Code :	Titre du module : Spécialisation élective (b) : Construction en bois
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
25	37	14			7	4	12	20%	6

Titre	Etude d'un bâtiment en bois
Résumé	Sans objet

Responsable	Clément LACOSTE - C2MA
Equipe enseignante	Clément LACOSTE - C2MA, Agnès BURGERS, Caroline LECOMTE - Intervenantes extérieures

Mots-clés	Construction bois, étude de cas, maquette numérique
Prérequis	Le bois pour construire Dimensionnement des structures en bois Bases de conception et de calculs

Contexte et objectif général :

L'objectif de ce projet pour le (la) futur(e) ingénieur(e) est de participer activement à l'étude d'un bâtiment en bois existant en mettant directement en application les notions fondamentales et techniques étudiées en cours. Ce bâtiment ainsi étudié (architecture, conception, structure, dimensionnement, stabilité, matériaux, mise en œuvre, coût) constituera une référence pour le (la) futur(e) ingénieur(e).

Programme et contenu :

- La stabilité des structures bois (rappels)
- Les fondations en construction bois
- Réalisation de maquette numérique via le logiciel CADWORK
- Dans chaque matière du module « UE projet de spécialisation : Construction en bois », à l'appréciation de chaque intervenant, le mini projet bois pourra être l'objet d'étude en lien avec les notions abordées en cours

Méthode et organisation pédagogique : Projet tutoré**Acquis d'apprentissage visés :**

- Mettre en cohérence les différentes exigences réglementaires et constructives à appliquer dans un projet bois donné ; de les compiler pour concevoir une solution satisfaisante et justifier les choix des éléments d'ouvrage construit en bois au regard de leurs fonctions
- Etablir des notes de calcul d'ouvrages en bois suivant les recommandations des Eurocodes. Il sera en mesure de justifier les sections d'ouvrage construit en bois : poteaux, poutres, plancher, ainsi que les assemblages.
- Savoir dimensionner à froid et à chaud en prenant en compte les spécifications matériaux – structures conformément à l'EC5
- Proposer des solutions constructives alternatives éventuellement mixtes afin de permettre « l'utilisation du bon matériau pour le bon emploi », il sera en mesure de justifier les choix des éléments d'ouvrage mixtes au regard de leurs fonctions
- Acquérir les bases en comportement des bâtiments en bois soumis à l'action de séismes
- Etre capable de proposer et calculer des solutions de conception parasismique
- Savoir choisir une solution constructive, préparer le chantier, définir les méthodes et proposer un phasage et une organisation cohérente
- Etre capable de fournir une maquette numérique et des plans du bâtiment via CADWORK
- Etre capable d'évaluer ses acquis et sa progression tout au long du projet

Evaluation : 1 projet tutoré + soutenance (4h)

Retour sur l'évaluation fait à l'élève : l'élève peut consulter son évaluation et la correction sur RDV auprès du secrétariat du département.

Support pédagogique et références : Polycopiés et/ou supports numériques de cours

Méthode et organisation pédagogique :

Cf. détails par matière ci-dessus

Modalité d'évaluation

Rappel : Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

UNITE D'ENSEIGNEMENT	Niveau d'acquisition
o Calcul des constructions en bois	3
o Conception des bâtiments en bois	3
o Conception parasismique des bâtiments en bois	3
o Méthodes et mise en œuvre des structures en bois	3
o Etude d'un bâtiment en bois	3

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

D'une manière générale, il appartient aux élèves de s'assurer du bon déroulement de leur cours, de leur nécessaire présence à ceux-ci, et de vérifier que leurs projets sont faits dans les temps et déposés au bon endroit.

Obligation des cours : *la présence en cours est obligatoire. Les évaluations font appel à du contrôle continu comprenant des évaluations surprises et/ou à des évaluations programmées dans l'emploi du temps.*

Rendu des projets : *le rendu des projets doit atteindre un standard de qualité minimal : projet avec page de garde (noms des élèves, année, promotion, nom de la matière, titre du projet), sommaire, numéros de pages, structuration du rapport en chapitres et sous chapitres, lisibilité intégrale du document, soin apporté à la présentation, fautes de frappes, d'orthographe et de grammaire corrigées.*

Le choix de rédiger selon un format totalement ou partiellement manuscrit, dactylographié, numérisé, rédigé sur la tablette, ou toute association de ces typographies sont laissées à la libre appréciation des élèves tant que le standard ci-dessus est respecté.

Ce standard permettra de se prononcer sur l'éligibilité du projet à être corrigé sur le fond. A défaut, si le standard minimal n'est pas atteint, le projet ne sera pas corrigé et se verra attribuer la note de 0.

Nombre d'heures estimées de travail : cf. détails par matière ci-avant

Pénalité pour retard : (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable (la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé selon les modalités définies par l'enseignant au démarrage du cours.

Équipe enseignante

Cf. détails par matière ci-dessus