

---

# Guide pédagogique

## Module « Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments »

GCBD be 9.4c (6 crédits ECTS)

---

### Place du module et enjeux

Le parc de bâtiment est un parc bâti vaste qui demande une rénovation importante. Dans ce contexte, parler de rénovation ou de réhabilitation passe obligatoirement par le diagnostic de la structure et par la compréhension de son fonctionnement.

Ce module y concourt en abordant les principaux matériaux utilisés en bâtiment : béton armé, béton précontraint, charpente métallique, structures mixtes acier – béton, calculs au feu et interactions sols- structures (fondations et soutènements).

---

## Teaching guide and syllabus

### Module “Specialization (c) : Structural building rehabilitation”

GCBD be 9.4c (6 ECTS credits)

---

### Subject matter importance and associated issues

Responsable : Marie SALGUES

Téléphone : 04 66 78 53 66

Courriel : [marie.salgues@mines-ales.fr](mailto:marie.salgues@mines-ales.fr)

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
<b>Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments :</b>	<b>120</b>		
○ Bâtiments en béton armé	24	2	6
○ Structures en béton précontraint	20	2	
○ Ouvrages en charpente métallique	22	2	
○ Bâtiments à ossature mixte acier – béton	14	1	
○ Interactions sols-structures	25	2	
○ Ingénierie des structures au feu	15	1	

<b>Titre de la Conférence introductive présentant les enjeux et l’encrage du module dans les problématiques technologiques et sociétales.</b>	<b>Intervenant (nom/ statuts/ expertise)</b>
Sans objet	

**Matière 1 :**

<b>Titre de la matière :</b> Bâtiments en béton armé	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
24	32	8			16		8	20%	6

<b>Titre</b>	Bâtiments en béton armé
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Youssef ELBITOURI - DeMS, Thibaut MARCHI, Jean-Claude SOUCHE - DeMS - Département GCBD, Nicolas CARSLADE intervenant extérieur

<b>Mots-clés</b>	Calcul et conception des bâtiments en béton armé
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Mécanique des structures Bases de conception et de calculs Béton armé, charpente métallique (premier niveau)

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année. Il apprend aux élèves à se repérer dans les textes réglementaires (Eurocodes) pour justifier un ouvrage en béton armé. Pour le dimensionnement des ouvrages, les étudiants doivent faire appel à des connaissances scientifiques de base (résistance des matériaux, mécanique des structures...) et à l'utilisation de textes réglementaires. Ce cours répond à ces objectifs. Les calculs de béton armé sont menés conformément à l'Eurocode 2.

**Programme et contenu :**

- généralités, matériaux, environnement, données générales
- principes d'adhérences des barres d'acier / béton
- analyse structurale
- calculs et justifications des éléments fléchis (poutres et dalles) sous sollicitations normales : traction simple, flexion simple et composée
- calculs et justifications des poteaux sous sollicitations normales : compression simple, prise en compte des effets du second ordre
- calculs et justifications des pièces prismatiques (poutres et dalles) sous sollicitations tangentielles dues à l'effort tranchant, à la torsion, au poinçonnement
- cisaillement entre âme et membrures. justification des plans d'attaches entre éléments.
- justifications de pièces en béton armé selon la méthode des bielles et tirants
- dispositions constructives, détermination des ferraillements à mettre en place dans les éléments

**Méthode et organisation pédagogique :** Cours, TD, Projet tutoré

**Acquis d'apprentissage visés :**

A la fin du cours, l'élève doit posséder les concepts et outils de calcul réglementaires selon les Eurocodes 2, 3, 4 nécessaires à l'établissement de notes de calculs d'ouvrages courants : ouvrages en béton armé et à la détermination de dispositions constructives des armatures longitudinales et transversales d'éléments courants sous sollicitations complexes

Compétences pour justifier les sections courantes d'ouvrage construit en structures mixtes acier-béton suivant les prescriptions de l'Eurocode 4 : poteaux, poutres, plancher, liaisons entre éléments acier et béton.

**Evaluation :** Contrôle continu sous forme de tests réguliers + 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 de cours – version numérique

**Matière 2:**

<b>Titre de la matière :</b> Structures en béton précontraint	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
20	26	10	6		4		6	20%	6

<b>Titre</b>	Structures en béton précontraint
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Jean-Claude SOUCHE, Placide UWIZEYIMANA, - DeMS - Département GCBD

<b>Mots-clés</b>	Calcul et conception des structures en béton précontraint
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Mécanique des structures Bases de conception et de calculs Béton armé, charpente métallique (premier niveau)

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année. Il apprend aux élèves à se repérer dans les textes réglementaires (Eurocodes) pour justifier un ouvrage en béton précontraint isostatique. Pour le dimensionnement des ouvrages, les étudiants doivent faire appel à des connaissances scientifiques de base (résistance des matériaux, mécanique des structures...) et à l'utilisation de textes réglementaires. Ce cours répond à ces objectifs.

Les calculs de béton précontraint isostatique sont menés conformément à l'Eurocode 2.

**Programme et contenu :**

- principes du béton précontraint isostatique : fuseau de passage, force de précontrainte
- technologies de la précontrainte
- valeur de la force de précontrainte dans le temps; pertes de précontraintes
- justification de sections de béton précontraint en ELS, précontrainte partielle
- justification de sections de béton précontraint en ELU, résistance, fatigue

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

A la fin du cours, l'élève doit posséder les concepts et outils de calcul réglementaires selon les Eurocodes 2, 3, 4 nécessaires à l'établissement de notes de calculs d'ouvrages courants : ouvrages en béton précontraint isostatique et à la détermination des dispositions de principe de câblages

**Evaluation :** Contrôle continu sous forme de tests réguliers

**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 de cours – version numérique

**Matière 3:**

<b>Titre de la matière :</b> Ouvrages en charpente métallique	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
22	34	6			12	4	12	20%	6

<b>Titre</b>	Ouvrages en charpente métallique
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD, Antoine MAXIMILIEN, Bruno PERRIAU, Hugo DI FIORE - Intervenants extérieurs

<b>Mots-clés</b>	Calcul et conception des bâtiments en charpente métallique
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Mécanique des structures Bases de conception et de calculs Béton armé, charpente métallique (premier niveau)

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année. Il apprend aux élèves à se repérer dans les textes réglementaires (Eurocodes) pour justifier un ouvrage en structures mixtes acier - béton. Pour le dimensionnement des ouvrages, les étudiants doivent faire appel à des connaissances scientifiques de base (résistance des matériaux, mécanique des structures...) et à l'utilisation de textes réglementaires. Ce cours répond à ces objectifs : donner aux élèves la maîtrise des concepts et des outils de calcul normés selon l'Eurocode 3 nécessaires à l'établissement de notes de calculs d'ouvrages métalliques.

Les ouvrages mixtes acier- béton connaissent un fort potentiel de développement en ouvrages d'art comme en bâtiment. Ce cours définit les propriétés des matériaux béton et métal en lien avec les cours de charpente métallique et béton armé et les modalités conceptuelles et technologiques de leur association.

Les séances de cours permettront au futur ingénieur d'être initié au calcul de structures acier béton selon l'eurocode 4. Certaines justifications concerneront le calcul à chaud des ouvrages

**Programme et contenu :**

- généralités et description des ossatures (lisses, pannes, portiques, poteaux, contreventements,...)
- le matériau acier (rappels)
- principes de dimensionnement selon les prescriptions des Eurocodes 3
- classification des sections
- vérifications des sections (résistances) et des éléments (stabilité) sous sollicitation simple ou composée en flexion, en cisaillement, en traction ou compression
- phénomènes d'instabilités élastiques (flambement, déversement)
- assemblages
- bâtiment industriels, quelques références aux ponts métalliques ou mixtes

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

A la fin du cours, l'élève doit posséder les concepts et outils de calcul réglementaires selon les Eurocodes 2, 3, 4 nécessaires à l'établissement de notes de calculs d'ouvrages courants : ouvrages en charpente métallique et à la détermination de dispositions technologiques (assemblages) d'éléments courants sous sollicitations complexes

**Evaluation :** 1 projet tutoré+ soutenance finale

**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 de cours – version numérique

**Matière 4:**

<b>Titre de la matière :</b> Bâtiments à ossature mixte acier – béton	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
14	20	7	6			1	6	10%	6

<b>Titre</b>	Bâtiments à ossature mixte acier – béton
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Christophe PEYRE – intervenant extérieur

<b>Mots-clés</b>	Calcul et conception des bâtiments à ossature mixte acier – béton
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Mécanique des structures Bases de conception et de calculs Béton armé, charpente métallique (premier niveau)

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année. Il apprend aux élèves à se repérer dans les textes réglementaires (Eurocodes) pour justifier un ouvrage en béton armé, en béton précontraint isostatique ou en structures mixtes acier - béton.

Pour le dimensionnement des ouvrages, les étudiants doivent faire appel à des connaissances scientifiques de base (résistance des matériaux, mécanique des structures...) et à l'utilisation de textes réglementaires. Ce cours répond à ces objectifs.

Les ouvrages mixtes acier- béton connaissent un fort potentiel de développement en ouvrages d'art comme en bâtiment. Ce cours définit les propriétés des matériaux béton et métal en lien avec les cours de charpente métallique et béton armé et les modalités conceptuelles et technologiques de leur association.

Les séances de cours permettront au futur ingénieur d'être initié au calcul de structures acier béton selon l'eurocode 4. Certaines justifications concerneront le calcul à chaud des ouvrages

**Programme et contenu :**

- introduction, intérêt et avantages des constructions mixtes acier- béton
- fonctionnement et caractéristiques des constructions mixtes
- caractéristiques des matériaux et fonctionnement des sections
- dimensionnement poutre mixte
- vérifications des sections mixtes
- exemples d'applications et de justifications

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

A la fin du cours, l'élève doit posséder les concepts et outils de calcul réglementaires selon les Eurocodes 2, 3, 4 nécessaires à l'établissement de notes de calculs d'ouvrages courants : compétences pour justifier les sections courantes d'ouvrage construit en structures mixtes acier-béton suivant les prescriptions de l'Eurocode 4 : poteaux, poutres, plancher, liaisons entre éléments acier et béton.

**Evaluation :** 1 contrôle écrit final

**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 de cours

**Matière 5:**

<b>Titre de la matière :</b> Interactions sols-structures	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> 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	8	8		9		12	20%	6

<b>Titre</b>	Interactions sols-structures
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Jean-Claude SOUCHE - DeMS - Département GCBD, Bastien BLANC - Intervenant extérieur

<b>Mots-clés</b>	Interactions sols-structures – Travaux spéciaux et soutènement
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Mécanique des structures Bases de conception et de calculs Béton armé, charpente métallique (premier niveau) Géologie, mécanique des sols, interaction sol-structures 1

**Contexte et objectif général :**

Le cours s'inscrit dans la continuité du cours "interaction sol-structure 1" et de l'enseignement des Eurocodes. L'objectif est de familiariser les élèves à la nouvelle réglementation EN 1997 (Eurocode 7) qui, utilisé conjointement avec la norme EN 1990 (Eurocode 0), s'applique aux aspects géotechniques du calcul des bâtiments et des ouvrages de génie civil. Cette norme traite des exigences de résistance, de stabilité, d'aptitude au service et de durabilité des ouvrages.

**Programme et contenu :**

Le programme est articulé autour de l'EC7 et des normes "écrans" NFP 94282 et "pieux" NFP 94262.

Les chapitres abordés sont :

- l'EC7 et les spécificités du calcul géotechnique
- les calculs des écrans de soutènement: palplanches, parois moulées, parois berlinoises, rideaux mixtes
- le calcul des éléments intervenant dans la stabilité de l'écran : massif arrière, fixants, lierres, butors
- les justifications induites par l'interaction eau/écran
- le calcul des fondations profondes et semi-profondes (pieux, puits, micropieux) sous actions verticales
- le calcul des fondations profondes sous actions horizontales

**Méthode et organisation pédagogique :** Cours, TD, Projet tutoré

**Acquis d'apprentissage visés :**

Savoir dimensionner et justifier des fondations et des soutènements en fonction de critères techniques et économiques

**Evaluation :** contrôle continu sous forme de tests réguliers + 1 projet tutoré de fondations profondes

**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 de cours – version numérique

**Matière 6:**

<b>Titre de la matière :</b> Ingénierie des structures au feu	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Spécialisation élective (c) : Réhabilitation structurelle des bâtiments
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département Génie Civil Bâtiment Durable - Option Bâtiment et Energie

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
15	21	9	5			1	6	10%	6

<b>Titre</b>	Ingénierie des structures au feu
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Marie SALGUES - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Rodolphe SONNIER - C2MA

<b>Mots-clés</b>	Ingénierie des structures au feu
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Mécanique des structures Bases de conception et de calculs Béton armé, charpente métallique (premier niveau)

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année. Il apprend aux élèves à se repérer dans les textes réglementaires (Eurocodes) pour justifier un ouvrage en béton armé, en béton précontraint isostatique ou en structures mixtes acier - béton. Pour le dimensionnement des ouvrages, les étudiants doivent faire appel à des connaissances scientifiques de base (résistance des matériaux, mécanique des structures...) et à l'utilisation de textes réglementaires. Ce cours répond à ces objectifs. Certaines justifications concerneront le calcul à chaud des ouvrages.

**Programme et contenu :**

Calculs à froid et à chaud d'ouvrages métalliques ou en béton armé.

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

Savoir ce que représente l'incendie normalisé, avoir une conscience de l'incendie réel, savoir dimensionner des éléments structurels simples en béton armé ou en métal au feu.

**Evaluation :** 1 contrôle écrit final

**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 de cours – version numérique

## 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

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Niveau d'acquisition
○ Bâtiments en béton armé	3
○ Structures en béton précontraint	3
○ Bâtiments en charpente métallique	3
○ Bâtiments à ossature mixte acier - béton	3
○ Interactions sols-structures	3
○ Ingénierie des structures au feu	2

## 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