

# Guide pédagogique

## Module « Dynamique des structures, génie parasismique » GCBD igo 9.2 (4 crédits ECTS)

### Place du module et enjeux

Les constructions sont exposées aux actions accidentelles naturelles telles que les cyclones et les séismes. Si les premiers sont localisés dans certaines régions du monde, les séismes sont courants avec des magnitudes différentes toutefois. Ainsi 70 % du territoire métropolitain français est sismique de même que certains DOM aux Antilles qui le sont fortement. L'ingénieur Génie Civil doit donc être capable de concevoir son ouvrage comme « parasismique » ce qui implique (i) la connaissance des fondamentaux de dynamique de structures, (ii) la conception et le calcul des ouvrages selon les règles parasismiques, (iii) le comportement des structures en plasticité dans le domaine post-élastique

### Teaching guide and syllabus

## Module "Structural dynamics and earthquake engineering" GCBD igo 9.2 (4 ECTS credits)

### Subject matter importance and associated issues

Responsable : Jean-Claude SOUCHE  
Téléphone : 04 66 78 56 54  
Courriel : [jean-claude.souche@mines-ales.fr](mailto:jean-claude.souche@mines-ales.fr)

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
<b>Dynamique des structures, génie parasismique / Structural dynamics and earthquake engineering :</b>	<b>58</b>		
○ Etude des bâtiments en plasticité / Structural plasticity for buildings	18	1	4
○ Dynamique des structures / Structural dynamics	20	1	
○ Génie Parasismique / Earthquake engineering	20	1	

Titre de la Conférence introductive présentant les enjeux et l'encrage du module dans les problématiques technologiques et sociétales.	Intervenant (nom/ statuts/ expertise)

**Matière 1 :**

<b>Titre de la matière :</b> Etude des bâtiments en plasticité	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Dynamique des structures, génie parasismique
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département génie civil et bâtiment durable - Option infrastructures et grands ouvrages

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
18	24	10	4		3	1	6	33%	

<b>Titre</b>	Etude des bâtiments en plasticité
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Jean-Claude SOUCHE - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Pascal MORARD - Intervenant extérieur

<b>Mots-clés</b>	Etude des bâtiments en plasticité
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux Notions de base en modélisation des systèmes mécaniques Mécanique des structures hyperstatiques analyse mathématique, et principes du calcul de structures par éléments finis Béton armé et charpente métallique

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année et du module mécanique des structures et matériaux. Il fait appel à des notions de plasticité indispensables à la compréhension des comportements des bâtiments et des ponts sous séismes.

Il intègre l'étude des structures par l'apparition des rotules plastiques et donc l'étude des bâtiments en plasticité ; définition du rotule plastique, modification de la structure à son apparition, redistribution des efforts, stabilités de la structure.

**Programme et contenu :**

- introduction, qu'est-ce qu'une rotule plastique ?
- résistance d'une section de poutre en élasticité, critères, rappels
- rotule plastique, critère de plasticité
- détermination de la charge limite dans une section
- méthode statique de détermination des charges limites
- méthode cinématique de détermination des charges limites
- étude de cas

**Méthode et organisation pédagogique :** cours - TD**Acquis d'apprentissage visés :**

En fin de cours, l'élève doit être capable de comprendre les phénomènes d'apparition de rotules plastiques au fur et à mesure de l'épuisement de sections résistantes. Ces compétences sont essentielles pour le l'étude parasismique des bâtiments

**Evaluation :**

contrôle continu sur la base 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 2:**

<b>Titre de la matière :</b> Dynamique des structures	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Dynamique des structures, génie parasismique
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département génie civil et bâtiment durable - Option infrastructures et grands ouvrages

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
20	26	12	6			2	6	33%	

<b>Titre</b>	Dynamique des structures
<b>Résumé</b>	Sans objet

<b>Responsable</b>	Jean-Claude SOUCHE - DeMS - Département GCBD
<b>Equipe enseignante</b>	Stéphane CORN – (DeMS)

<b>Mots-clés</b>	Dynamique des structures
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux, Notions de base en modélisation des systèmes mécaniques, Mécanique des structures hyperstatiques analyse mathématique, et principes du calcul de structures par éléments finis. Béton armé et charpente métallique

**Contexte et objectif général :**

Ce module vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année et du module mécanique des structures et matériaux. Il est axé sur la dynamique des structures.

Le cours propose les bases nécessaires à la modélisation, au calcul et à la compréhension du comportement vibratoire des systèmes mécaniques et des structures. D'une part, il permet l'analyse dynamique des modèles simplifiés de systèmes mécaniques et des modèles numériques complets de structures déformables et, d'autre part, il constitue un préalable au cours de génie parasismique.

L'objectif principal de cet enseignement est de donner aux élèves-ingénieurs les outils nécessaires à la compréhension et à l'analyse de structures soumises à des sollicitations dynamiques, stationnaires ou transitoires. Il intègre l'apprentissage de méthodologies de résolution analytique de modèles simplifiés, et l'utilisation d'un logiciel de calcul en éléments finis pour évaluer la réponse dynamique de structures.

**Programme et contenu :**

- introduction. Présentation du contexte scientifique et industriel. Problématique du dimensionnement
- étude d'un système discret à 1 ddl avec ou sans amortissement. Vibrations libres et réponse forcée. Résonance
- détermination des vitesses critiques. Isolation vibratoire par la technique des masses accordées
- étude des systèmes discrets à n ddl. Calcul des quantités modales. Propriétés de la base modale
- réponse dynamique d'un système discret par la technique de superposition modale. Facteurs de participation
- application de ces notions à la simulation de structures modélisées en éléments finis (logiciel Ansys)
- calcul EF modal et réponse harmonique. Réponse sismique simplifiée d'un modèle 3D de bâtiment

**Méthode et organisation pédagogique :** Cours magistraux, cours / TD et travaux dirigés en ½ promotion (calcul éléments finis)

**Acquis d'apprentissage visés :**

En fin de cours, l'élève doit être capable de définir, pour un système de solides ou une structure, un modèle mécanique dynamique paramétré, établir les équations du mouvement à partir des théorèmes généraux ou énergétiques, calculer les fréquences propres et déformées modales d'un système, estimer les vitesses critiques, et connaître l'influence de l'amortissement, analyser la réponse fréquentielle et spatiale d'une structure à comportement linéaire

**Evaluation :**

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 Polycopiés de cours – version numérique

**Matière 3:**

<b>Titre de la matière :</b> Génie Parasismique	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Dynamique des structures, génie parasismique
<b>Semestre :</b> S9	<b>Cursus de rattachement :</b> Département génie civil et bâtiment durable – Option infrastructures et grands ouvrages

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
20	30	10	6		4		10	33%	

<b>Titre</b>	Génie Parasismique
<b>Résumé</b>	Sans objet

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

<b>Mots-clés</b>	Génie Parasismique
<b>Prérequis</b>	Résistance des matériaux, Notions de base en modélisation des systèmes mécaniques, Mécanique des structures hyperstatiques analyse mathématique, et principes du calcul de structures par éléments finis. Béton armé et charpente métallique

**Contexte et objectif général :**

Ce cours vient en complément des modules de calculs de structures de deuxième année et du module mécanique des structures et matériaux. Il est axé sur la dynamique des structures et sur ses applications en génie parasismique. Le cours expose les principes généraux de la protection parasismique des bâtiments dans le contexte de la nouvelle réglementation française (Eurocode 8 partie 1). Le cours aborde la nature des actions sismiques sur les bâtiments, le comportement dynamique des constructions sous l'effet de ces actions et les principes de conception des bâtiments résistants aux séismes dans le cadre de la réglementation parasismique.

**Programme et contenu :**

- la réglementation française en matière de construction parasismique. Historique et situation actuelle. Organisation des acteurs (administration, maîtres d'œuvre, BET, BC, etc.)
- rudiments de sismologie (ondes, intensités, magnitude, effets du sol)
- exigences de performances et critères de conformité selon l'EC8. Différenciation des bâtiments selon l'importance
- conditions de sol et actions sismiques : les spectres de l'EC8 et ceux de l'Arrêté du 22/10/2010. Le spectre élastique et le spectre de calcul
- les méthodes de calcul utilisables
- principe de dimensionnement en capacité (Capacity design). Présentation des 4 grandes justifications selon l'EC8
  - principes de conception des bâtiments : critères de régularité en plan et en élévation, effets de la torsion, impact de l'irrégularité sur le type d'analyse à mener...
  - les calculs à proprement parler : modélisation des masses et raideurs, calcul dynamique, analyse modale spectrale, combinaison des effets des composantes de l'action sismique / de l'action sismique avec les autres actions, méthodes des forces latérales et méthode multimodale
- principes relatifs aux éléments non structuraux, les joints sismiques, les diaphragmes, les fondations
- TD consistant à calculer par deux méthodes de calculs (forces latérales et analyse modale) un exemple simple de bâtiment et sa réponse aux séismes

**Méthode et organisation pédagogique :** Démonstrations sur maquettes et vidéos d'essais sur table vibrante. Cours, TD et TP (calculs sur éléments finis)

**Acquis d'apprentissage visés :**

Connaître la réglementation parasismique des bâtiments, avoir la capacité de concevoir un bâtiment parasismique au niveau de l'avant-projet et du projet d'exécution  
Etre en mesure de mener à bien des calculs parasismiques en faisant appel aux notions vues en dynamique des structures, en plasticité des bâtiments et en génie parasismique

**Evaluation :** Contrôle continu sous forme de tests réguliers + 1 projet tutoré donnant lieu à bonification

**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 détail par matières 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
○ Etude des bâtiments en plasticité	3
○ Dynamique des structures	3
○ Génie parasismique	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 détail par matières 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 détail par matières ci-dessus