

Code	A003
Intitulé	Dynamique des structures
Responsable	L. Marracci
Équipe enseignante	J.F. Douroux / L. Marracci / G. Sayer / A. Scaramozzino / D. Vié
Durée	CM : 12 séances de 3 h + TD : 4 séances de 3h
Évaluation	-

PRÉSENTATION

Les calculs dynamiques permettent d'évaluer les efforts développés dans une structure par des forces extérieures variables dans le temps. Les efforts internes dépendent bien sûr de la valeur des forces appliquées, mais aussi des propriétés dynamiques de la structure : périodes de vibration propre, forme des modes propres.

La méthode de calcul la plus répandue, pour évaluer les efforts maximums, consiste à déterminer des forces supposées statiques et à en déduire les efforts internes par un calcul statique usuel, comme pour les cas de chargement statiques les calculs dynamiques utilisent donc les résultats de la résistance des matériaux.

L'application la plus répandue du calcul dynamique est le calcul sismique, qui sera donc particulièrement développé. Toutefois les autres cas rencontrés : vent et excitation piétonne seront évoqués.

Dans le cas du séisme un comportement non élastique est accepté et une théorie dite des rotules plastiques a été développée. Elle s'applique avec des dispositions constructives spécifiques qui seront exposées.

OBJECTIFS

L'objet du cours est de détailler les bases théoriques en les reliant à la physique des phénomènes, de manière à ce que l'étudiant ait un bagage suffisamment solide pour définir une stratégie optimale de conception et de calcul. Une attention particulière est portée sur la bonne maîtrise des grandeurs physiques intrinsèques à la dynamique, avec lesquelles l'étudiant en GC est généralement peu à l'aise.

CONTENU

Le programme comporte 8 séances de cours et 4 séances d'application. Voir le programme en annexe.

PLUS-VALUE PAR RAPPORT À L'ENSEIGNEMENT D'UNE ÉCOLE D'INGÉNIEUR (évidemment différente selon qu'il s'agit d'une école généraliste ou ayant une spécialité GC)

- Le nombre d'heures allouées permet de développer une approche suffisamment détaillée, que ce soit dans les développements théoriques, dans la présentation d'exemples physiques (modes propres, liquéfaction, essais en soufflerie, instabilité aéroélastique, excitation piétonne de passerelles) ou d'exemples de projets,
- Des problématiques spécifiques sont présentées comme les dispositifs parasismiques, l'interaction sol/structures, les calculs de vent turbulent, l'excitation piétonne des passerelles.
- Des exemples réels de structures/de projets traités en entreprise/ingénierie sont exposés : ponts de grande portée, à câbles, sur protection parasismique, mais aussi réservoirs de GNL ou ouvrages maritimes, qui sortent du cadre généralement traité en école d'ingénieur.
- Les points les plus délicats de l'EC8 sont abordés en détail.

CONTENU

1) Généralités

- Généralités sur la dynamique des structures, présentation du cours
- Généralités sur les séismes

2) L'oscillateur simple

- Rappels de mécanique du solide
- Oscillateur simple
- Oscillations libres
- Oscillations forcées
- Détermination du coefficient d'amortissement
- Oscillations forcées par déplacement d'appui (séisme)
- Application : méthode monomodale appliquée aux ponts

3) L'oscillateur multiple (2 séances)

- Équation du mouvement
- Oscillations libres non amorties
- Oscillations forcées
- Oscillations forcées par déplacement d'appui

4) L'Eurocode 8 : Définition de l'action sismique

- Généralités sur les Eurocodes
- Présentation générale de l'Eurocode 8 et des autres textes réglementaires
- NF EN 1998-1 : Exigences de performance et critères de conformité
- NF EN 1998-1 : Conditions de sol et actions sismiques
- NF EN 1998-1 : Application à la France
- NF EN 1998-2 : Action sismique

5) Exemple traité : Analyse multimodale spectrale - Comparaison avec un calcul temporel

6) L'Eurocode 8 : Méthodes élastoplastiques - Dispositifs parasismiques

- Nécessité d'un ajustement des calculs théoriques
- Comportement non linéaire : principe
- Comportement non linéaire : bases théoriques
- Comportement non linéaire : traduction dans l'EC8
- Dispositions constructives

7) Interaction sol - structures (1/2 séance)

- Position du problème
- EC8-5
- Formulation
- Méthodes de prise en compte :
- Exemple de calcul d'ISS par la méthode globale

8) Autres aspects de la dynamique des structures (1/2 séance)

- Comportement au vent des ponts
- Dynamique des passerelles piétonnes

Applications

4 séances de trois heures, exemple de contenu :

- Oscillateur simple en rotation – Moment d’inertie massique
- Oscillateur double
- Structure rigide sur sol élastique
- Bâtiments à soubassement rigide
- Mode local de vibration
- Calcul d’un portique par la méthode du spectre de réponse
- Superposition quadratique des efforts
- Étude d’un réfrigérant
- Étude d’un pylône métallique
- Étude d’un bâtiment de grande hauteur

COMPÉTENCES VISÉES

Bloc 3 : Calculer, modéliser et déterminer les sollicitations dans une structure

Donner les bases théoriques fondamentales pour la bonne appréhension des phénomènes et le bon choix des stratégies de conception et de calcul en dynamique et en particulier en calcul sismique.

PRÉREQUIS :

- Connaissances mathématiques attendues d'un ingénieur notamment en calcul matriciel et résolution équations différentielles
- Connaissances de RdM acquises en début d'année