

VIBRATIONS DES STRUCTURES

Les fondamentaux de la dynamique vibratoire

Ce séminaire apporte les connaissances nécessaires pour modéliser « correctement » une structure industrielle pour laquelle les vibrations peuvent être dimensionnantes. Il rappelle les notions de base de la dynamique vibratoire, donne les clés d'une modélisation optimale et permet un jugement critique des résultats donnés par les logiciels de calcul

Éléments clés

Durée : 3 jours

Lieu : Palaiseau

Code : VBR

Objectifs

- Comprendre les principes physiques de la dynamique vibratoire
- Choisir la modélisation adaptée
- Maîtriser les méthodes de résolution numérique
- Appliquer ces méthodes à des cas pratiques industriels

Prérequis

- Bases classiques en mécanique

Compétences acquises à la fin de de la formation

- Savoir choisir la modélisation adaptée aux cas industriels rencontrés
- Maîtriser les méthodes de résolutions numériques : avantages et limites

Public visé par la formation

Ingénieurs, doctorants impliqués, architectes systèmes, chefs de projet, responsables de programme impliqués dans la sécurisation et la fiabilisation d'équipements industriels en environnement critique « soumis aux vibrations »

Méthodes pédagogiques :

Apports conceptuels et méthodologiques illustrés par des exemples (Méthodes de modélisation physique et de résolution numérique, étude de cas pratiques réels soumis par les participants).

Le programme

Jour 1

MATIN	Introduction - Tour de table	9:30 - 10:00
	Oscillateur linéaire à un degré de liberté (1-DDL)	10:00 - 11:30
	- Caractère fondamental de ces systèmes	
	- Réponse libre	
	- Réponse impulsionnelle et intégrale de Duhamel	
	- Réponse à un sinus et fonction de transfert	
	- Transformées de Fourier et Laplace	
	- Quid 1-DDL : où, quand, comment ?	
	Systèmes vibratoires linéaires conservatifs (début)	11:30 - 12:30
	- Systèmes linéaires à 2-DDL et 1 ^{ère} notion de mode	
	Laurent BORSOI	
APRES-MIDI	Systèmes vibratoires linéaires conservatifs (suite)	14 :00 - 16:00
	- Systèmes linéaires à N-DDL	

- Systèmes continus
- Passage du continu au discret, du discret au continu
- Modes propres et décomposition modale
- Ondes non dispersives et dispersives ; ondes et/ou modes
- Basses, moyennes, hautes fréquences
- Extension des fondements: coques de révolution, acoustique,...

Laurent BORSOI

Exemples traités analytiquement

16:00 - 17:30

- Poutre droite en flexion, rotulée à ses deux extrémités:
 - a) modélisation par un système discret, de masses et de ressorts, à quelques DDL
 - b) modélisation continue

Alain MILLARD

Jour 2

MATIN **Méthodes numériques** **9 :30 - 11 :30**

- Rappel sur les méthodes de discrétisation
- Calculs des modes propres

Alain MILLARD

Modélisation des phénomènes d'amortissement **11 :30 - 12 :30**

- Mécanismes physiques, quelques modèles
- Introduction dans les codes de calcul

Laurent BORSOI, Alain MILLARD

APRES-MIDI **Méthodes numériques - suite** **14 :00 - 16 :00**

- Calcul de réponse sur base modale
- Calcul de réponse par intégration temporelle

Alain MILLARD

Traitement de cas pratiques soumis par les participants **16 :00 - 17 :30**

Alain MILLARD, Laurent BORSOI

Jour 3

MATIN **Introduction aux vibrations aléatoires** **9 :30-10:30**

- Notion de processus stochastique
- Source, fonction de transfert, réponse
- Apport des vibrations aléatoires

Laurent BORSOI

Limite du linéaire et ouverture vers la dynamique non linéaire **10:30-12:30**

- Exemples d'apparition de phénomènes non linéaires
- Non-linéarités en mécanique et leurs effets sur la dynamique vibratoire: non-linéarités géométriques (grande amplitude), matérielles, cas du contact
- Exemples de cas industriels

Cyril TOUZE

APRES-MIDI **Introduction à l'analyse modale expérimentale** **14:00 - 15:00**

- Bases de l'analyse modale expérimentale
- Démonstration de figures de Chladni, autres exemples

Cyril TOUZE

Notion d'interaction Fluide-Structure (IFS) **15:00 - 16:00**

- Structure vibrant dans un fluide au repos (masse ajoutée)
- Introduction aux vibrations sous écoulement



- Éléments simples de mise en œuvre dans les codes de calcul

Laurent BORSOI, Alain MILLARD

Exemples illustrant le contenu du cours

16:00 - 17:00

- Modélisation par éléments-finis de la réponse vibratoire d'une enceinte de confinement
- Modélisation d'un tube vibrant sous écoulement, maintenu par des butées

Alain MILLARD, Laurent BORSOI

Bilan - Evaluation

17:00 - 17:30

Responsables scientifiques

René-Jean GIBERT, Conseiller scientifique au CEA - Saclay, Ingénieur conseil

Alain MILLARD, Expert senior au CEA, Maître de conférences à l'Ecole Centrale de Paris

Intervenants

Laurent BORSOI, Expert senior au CEA

Cyril TOUZE, Professeur à l'ENSTA ParisTech, Institute of Mechanical Sciences and Industrial Applications (IMSIA) UMR CNRS - ENSTA ParisTech - EDF - CEA