

## Analyse modale

<b>Domaine</b>	Ingénierie et Architecture
<b>Filière</b>	Systèmes industriels
<b>Orientation</b>	Conception (SIC)
<b>Mode de formation</b>	Plein temps

### Informations générales

Nom	: Analyse modale
Identifiant	: AnaMod
Années académiques	: 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022
Responsable	: Philippe Bonhôte
Charge de travail	: 60 heures d'études
Périodes encadrées	: 32 (= 24 heures)

Semestre	E1	S1	S2	E2	S3	S4	E3	S5	S6
Cours								32	

### Connaissances préalables recommandées

L'étudiant-e doit connaître et savoir utiliser les notions suivantes :

- Transformées de Laplace ;
- Algèbre linéaire.

### Objectifs

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant-e sera capable de :

- Décrire les quatre principales zones de comportement vibratoire d'une structure industrielle.
- Expliquer le principe de résolution des problèmes de dynamique linéaire par projection dans la base modale.
- Expliquer la notion de force modale.
- Définir les FRF de compliance, de mobilité et d'inertance.
- Tracer, pour un système à 1 ddl amorti, la forme d'une FRF en mobilité en compliance et en inertance, dans un diagramme de Bode, de Nyquist en « Réel-fréquence » et en « Imaginaire-fréquence ».
- Identifier sur le diagramme de Bode d'une FRF d'un système à 1 ddl, la fréquence de résonance, l'amortissement, les masses et rigidités modales ainsi que le résidu.
- Construire par superposition modale la fonction de compliance d'un système à n ddl connaissant les n rigidités modales, les n fréquences propres et les n amortissements propres.
- Prédire le déplacement d'une structure soumise à une excitation harmonique (ev. périodique) à partir de son

modèle fréquentiel.

- Utiliser la méthode des spectres de réponse pour estimer la réponse transitoire d'une système à 1ddl.
- Intégrer numériquement une équation différentielle linéaire d'ordre n par une méthode adéquate.
- Calculer numériquement la réponse temporelle d'une structure par superposition modale.
- Extraire numériquement les modes propres d'une structure simple et utiliser ces modes pour prédire la réponse temporelle de cette structure.
- Expliquer la notion de facteur de participation modale.
- Expliquer la notion de masse modale effective.
- Normaliser les modes par rapport à la matrice de masse.
- Citer et décrire quatre techniques d'extraction des paramètres modaux à partir des FRF.
- Donner le domaine d'application et comparer les techniques SDOF et MDOF.
- Donner une représentation d'un mode complexe.

### Contenu et formes d'enseignement

Répartition des périodes indiquée à titre informatif.

**Cours:** 32 périodes

- Comportement vibratoire d'une structure et base modale.	14
- Analyse et construction d'une FRF par superposition modale.	8
- Méthodes numériques d'extraction modale	4
- Superposition modale et méthodes numériques d'intégration temporelle	4
- Les méthodes expérimentales de mesure des FRF sont présentées au laboratoire de machines (MCV)	2

### Bibliographie

- Thorby D. , Structural Dynamics and Vibration in Practice, An Engineering Handbook, Elsevier, 2008
- Jimin He, Modal Analysis, Butterworth-Heinemann, 2001

### Contrôle de connaissances

**Cours :** l'acquisition des matières de cet enseignement sera contrôlée au fur et à mesure par des tests et des travaux personnels tout au long de son déroulement. Il y aura au moins 2 tests d'une durée totale d'au moins 2 périodes.

**Examen :** L'atteinte de l'ensemble des objectifs de formation sera vérifiée lors d'un contrôle final commun écrit d'une durée de 90 minutes.

Matériel autorisé :

- Information communiquée directement par l'enseignant.

**Calcul de la note finale**

Note finale = moyenne cours x 0.5 + moyenne examen x 0.5