

ANALYSE DYNAMIQUE II

ONDES ET

VIBRATIONS



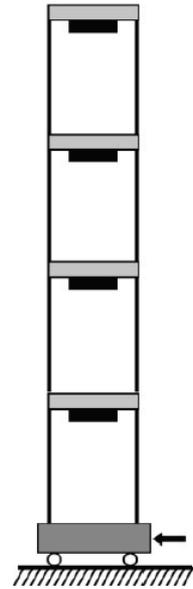
DOCUMENT PEDAGOGIQUE

# TP Modèle de bâtiment 4 étages

PLATEFORME D'INGENIERIE EXPERIMENTALE  
CAMPUS DE ST CYR L'ECOLE – BATIMENT 10

## A. Etude préparatoire – Modélisation (partie à rédiger avant la séance)

On se propose d'étudier un modèle de bâtiment à étages comme représenté par la figure ci-contre. Le système monté sur un bâti mobile sera étudié en mouvement forcé harmonique ou large bande. Les masses mobiles sont supposées de masse identique  $M$ . Chaque masse est reliée à l'étage inférieur (masse ou bâti) par quatre lames parallèles dont on négligera la masse devant  $M$  et que l'on suppose de raideur  $k$  identique pour toutes les lames.



- A.1.** Donner l'expression de la raideur équivalente  $k_{eq}$  reliant deux étages successifs en fonction de  $k$ .
- A.2.** Déterminer les matrices de masse  $[M]$  et de raideur  $[K]$  du système en fonction de  $M$  et de  $k_{eq}$ .
- A.3.** Expliquer comment les modes propres (fréquences et vecteurs propres) pourront être déterminés numériquement à partir de la connaissance des matrices de masse et de raideur du système.

## B. Etude expérimentale et numérique (à lire avant la séance, à réaliser sur place)

### 1. Etude numérique

- B.1.1.** Mesurer les dimensions des éléments du modèle et en déduire les caractéristiques élémentaires approchées de masse ( $M$ ) et de raideur ( $k_{eq}$ ).

Les éléments mobiles sont en Dural ( $\rho = 2500\text{kg/m}^3$ ).

Les accéléromètres équipés de leur connecteur ont une masse de 80g environ.

Les tiges sont en acier ( $E = 220\text{GPa}$ ).

La raideur en flexion d'une poutre encastree est donnée par :

$$k = Ebh^3/L^3$$

avec : Longueur :  $L$ , Largeur :  $b$ , Epaisseur :  $h$ .

On considère ce modèle pour la raideur des montants du bâtiment, corrigé d'un facteur de qualité noté  $a$ .

- B.1.2.** Déterminer numériquement, à l'aide du programme fourni, les modes propres du système en prenant  $a = 1$ .

### 2. Etude expérimentale

Le système monté sur un bâti mobile sera étudié en mouvement forcé harmonique ou large bande. Il est excité sur sa base par un pot vibrant. Chaque masse mobile est équipée d'un accéléromètre, on relève également le signal délivré par le pot vibrant.

#### **Excitation large bande**

Pour cette partie on utilise un analyseur de spectre, qui délivre au pot vibrant un bruit blanc dont on veillera à limiter l'amplitude. L'analyseur de spectres est également utilisé pour relever et analyser les signaux délivrés par les accéléromètres et le pot vibrant.

**B.2.1.** Relever successivement les fonctions de transfert entre les 4 accéléromètres et le signal délivré au pot. Tracer l'allure de ces fonctions en amplitude et en phase. Commentez ces tracés.

Sur chaque fonction de transfert relever la fréquence, le niveau (et l'allure de la phase) aux résonances.

**B.2.2.** En déduire les modes propres expérimentaux

**B.2.3.** En comparant les fréquences propres théoriques et expérimentales, en déduire des valeurs pour le facteur de qualité  $\alpha$ .

### **Excitation harmonique**

Dans cette partie, on utilise un générateur de fonctions qui délivre au pot vibrant un signal harmonique.

Les accélérations des mobiles sont relevées à l'oscilloscope et on se place successivement sur les fréquences de résonance.

**On veillera à limiter l'amplitude des signaux envoyés au pot vibrant par l'amplificateur.**

**B.2.4.** Pour chaque fréquence de résonance, relever les amplitudes et phases relatives de 4 étages.

**B.2.5.** Vérifier les modes propres obtenus en excitation large bande.

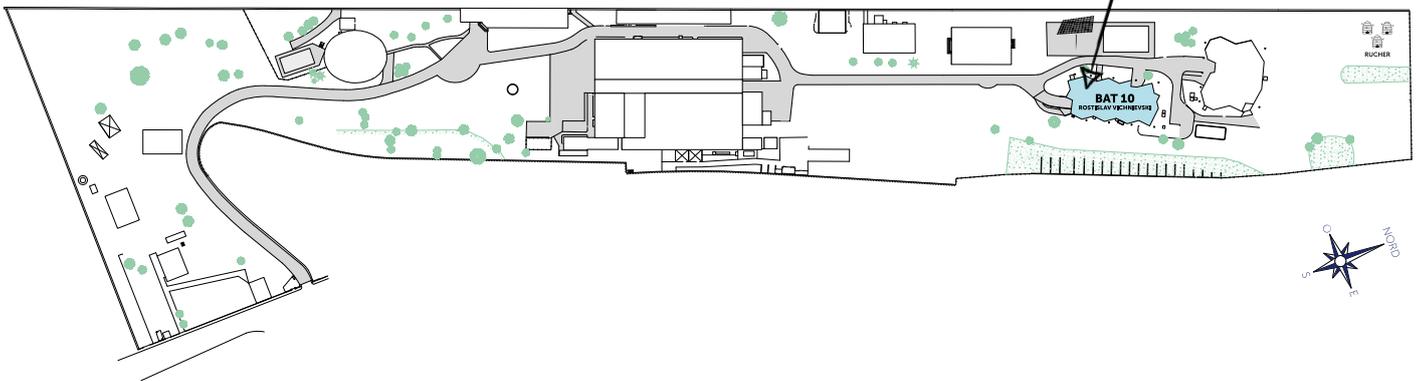
**B.2.6.** Comparez les vecteurs propres expérimentaux et numériques. Commentez.



# SORBONNE UNIVERSITE

Faculté des Sciences et Ingénierie  
Plateforme d'Ingénierie Expérimentale  
Campus de Saint-Cyr-l'Ecole  
2 Place de la Gare de Ceinture  
78210 SAINT CYR L'ECOLE

## TP Modèle de bâtiment à 4 étages



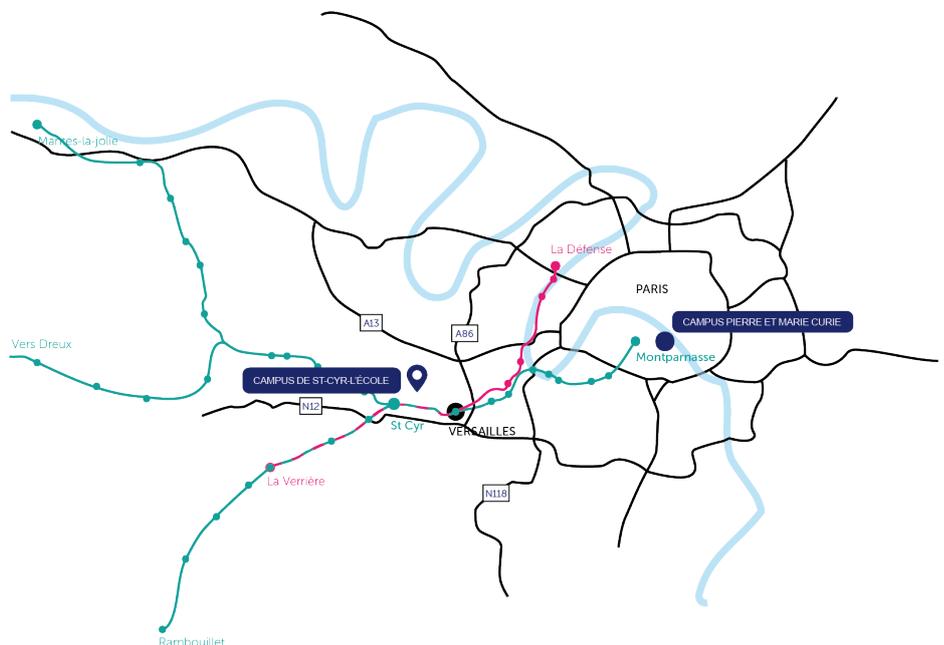
Campus de St Cyr - Sorbonne Université

## REJOINDRE LA PLATEFORME

Accès en **train**, arrêt Saint Cyr :  
Depuis Montparnasse, ligne N  
Depuis La Défense, ligne U  
Depuis Saint Michel ND, RER C  
Prévoir ensuite 10 mn de **marche**

Accès en **voiture** :  
Coordonnées GPS  
N 48.80217°  
E 2.07639

Accueil campus  
01.44.27.95.64  
Informations et réservations TP  
01.44.27.95.22



→ [www.sorbonne-plateforme-ingenierie-experimentale.fr](http://www.sorbonne-plateforme-ingenierie-experimentale.fr)