

ONDES ET
VIBRATIONS

DOCUMENT PEDAGOGIQUE

TP Modèle d'une poutre suspendue à 1 DDL

PLATEFORME D'INGENIERIE EXPERIMENTALE
CAMPUS DE ST CYR L'ECOLE – BATIMENT 4

On étudie un modèle de poutre encastree à ses deux extrémités pour déterminer ses caractéristiques vibratoires. On limite l'étude au mode de vibration fondamental en flexion.

A. Etude théorique préliminaire : Méthode de Rayleigh

Pour évaluer la fréquence propre de la poutre, on considère les caractéristiques du matériau constitutif (acier : masse volumique ρ , module d'Young E), la géométrie (longueur L , largeur b , épaisseur e , moment quadratique I) et les conditions d'encastrement aux extrémités.

Données : $L = 905\text{mm}$, $b = 20\text{mm}$, $e = 3\text{mm}$

On utilise une fonction qui décrit la déformation de la poutre sous son propre poids pour évaluer des énergies cinétique et potentielle élastique et en déduire une équation du mouvement.

1. Calculer une expression de l'énergie cinétique.
2. Calculer une expression de l'énergie potentielle élastique.
3. Ecrire une équation du mouvement et en déduire finalement l'expression de la pulsation propre ω_0 , et une valeur approchée de la fréquence propre f_0 de vibration de la poutre.

B. Etude expérimentale

On installe un accéléromètre au centre de la poutre.

4. Mesurer la fréquence propre f_0 et comparer à la valeur théorique.
5. Evaluer l'amortissement ξ_0 par la méthode du décrément logarithmique.

Pour exciter la poutre avec une force d'inertie, on dispose au centre un système constitué d'un haut-parleur équipé d'une masselotte pour augmenter l'inertie de la membrane. Le HP a une masse $m_{HP} = 660\text{g}$ et la masselotte une masse $m_m = 150\text{g}$. La masselotte est elle aussi équipée d'un accéléromètre pour mesurer la force d'inertie appliquée au système.

6. Donner la nouvelle valeur théorique f_1 de la fréquence propre du nouveau système.
7. En vibration libre, mesurer la nouvelle fréquence propre f_1 et l'amortissement ξ_1 .
8. En faisant varier la fréquence d'excitation du HP, mesurer et tracer la réponse forcée du système en fonction de la fréquence en amplitude et en phase.

A partir des courbes de réponse en fréquence :

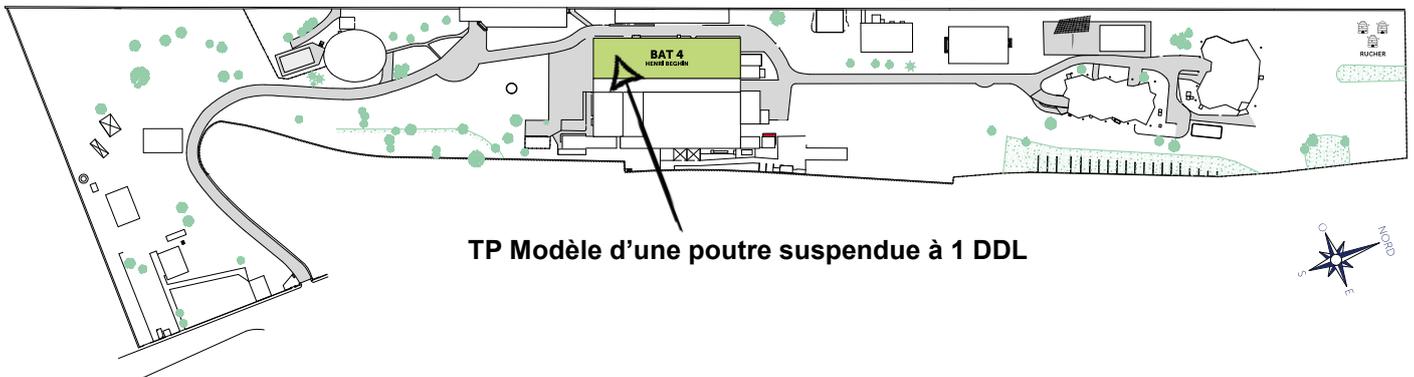
9. Déterminer la fréquence propre f_1 par deux méthodes.
10. Mesurer l'amortissement ξ_1 par 2 méthodes.

Déplacer le HP et recommencer les mesures pour déterminer la nouvelle fréquence propre.

11. Commenter les observations.

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



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°

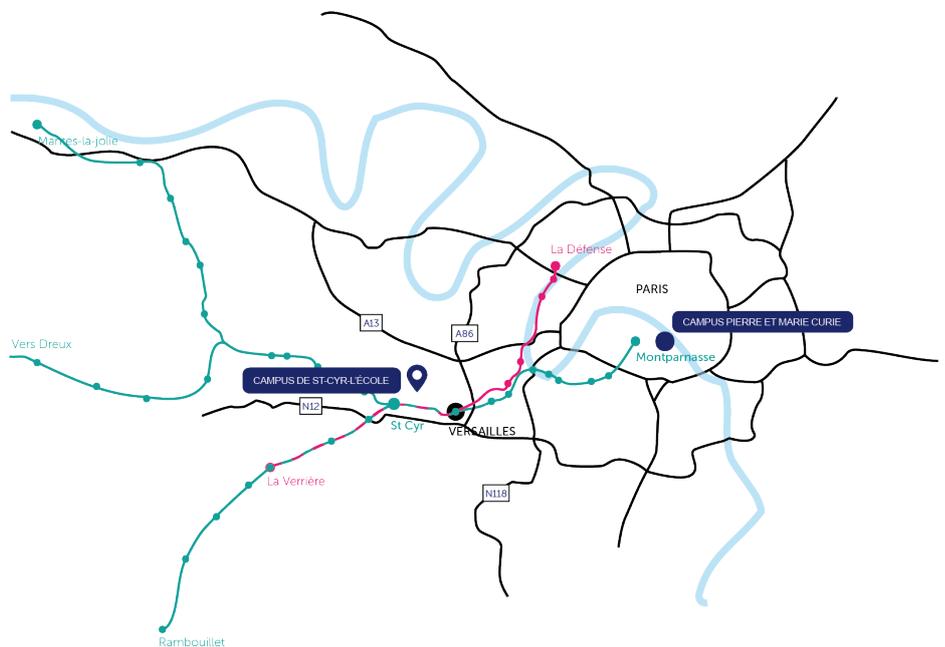
E 2.07639

Accueil campus

01.44.27.95.64

Informations et réservations TP

01.44.27.95.22



→ www.sorbonne-plateforme-ingenierie-experimentale.fr