

TIPE: Prévision

SESSION 2012

Sujet: Phénomène de résonance
lors des séismes

Problématique : Quels sont les facteurs qui entrent en jeu sur la résonance des infrastructures lors d'un séisme, et comment les déterminer afin de diminuer les risques de destruction ?

Sommaire :

Introduction

I) Structure soumise à une excitation

- a) Modèle théorique d'un bâtiment
- b) Modélisation numérique d'une maquette

II) Mon clocher en péril

- a) La mise en vibration
- b) Les réactions et interprétations

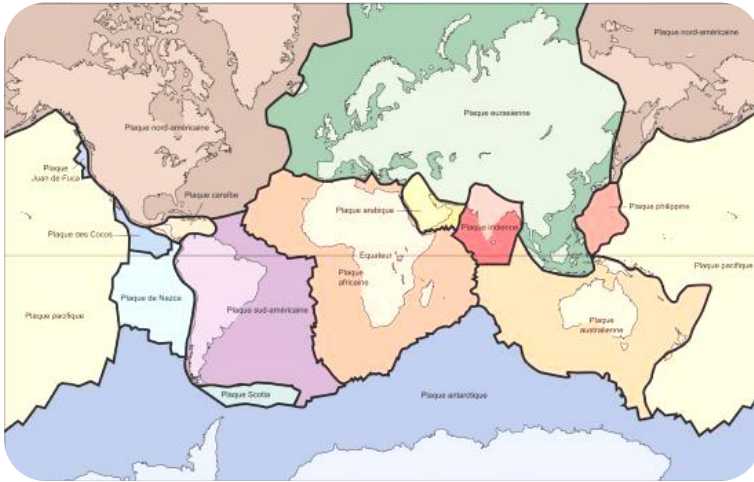
III) Résultats globaux

- a) Comparaison du modèle théorique et expérimental
- b) Critiques concernant les hypothèses

Conclusion

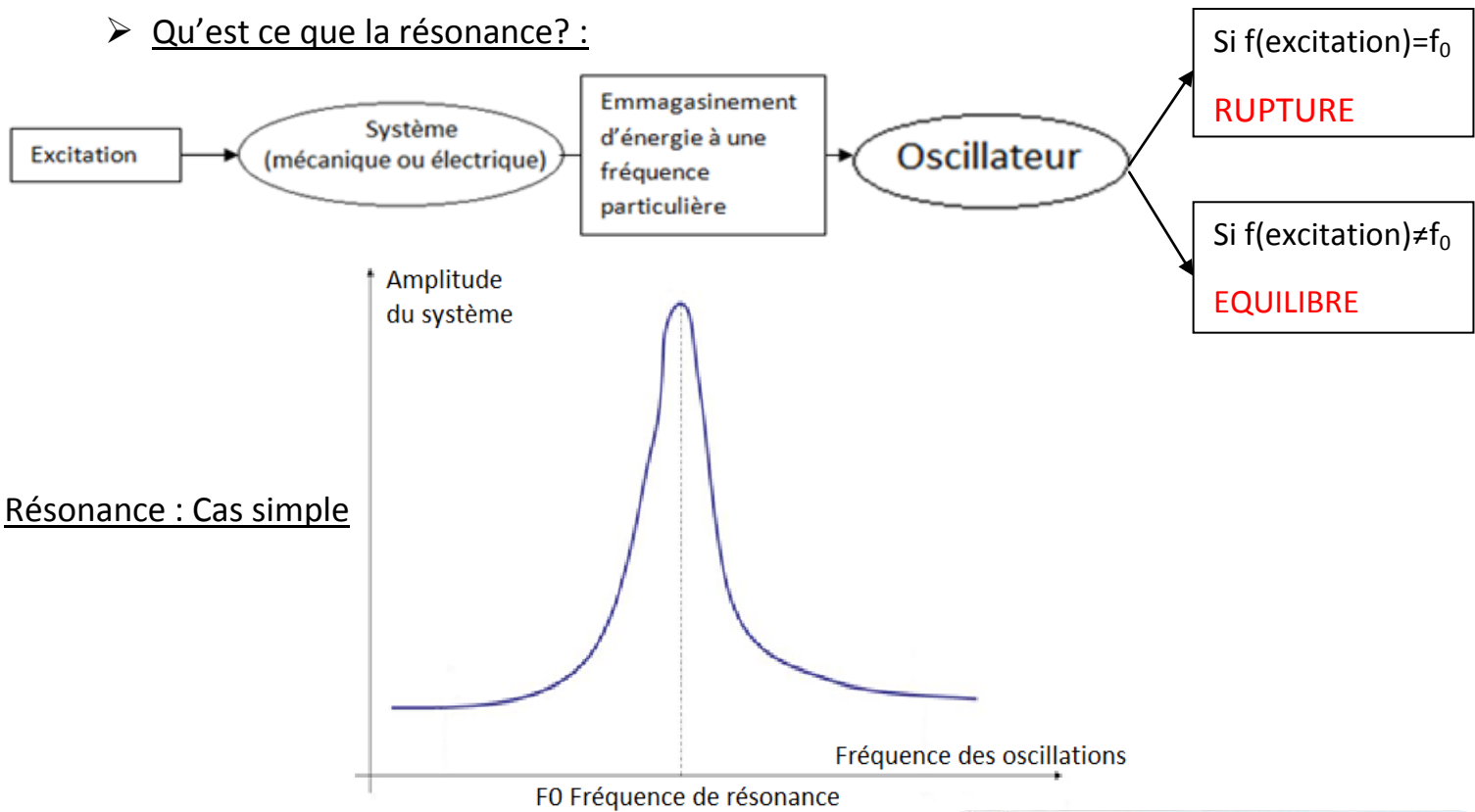
Introduction

➤ Qu'est ce qu'un séisme ? :



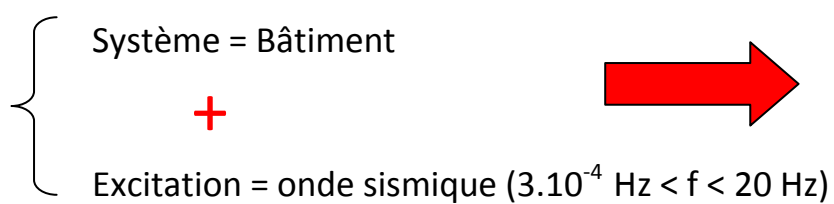
Plaques tectoniques

➤ Qu'est ce que la résonance? :



Résonance : Cas simple

Dans notre cas :



I) Structure soumise à une excitation

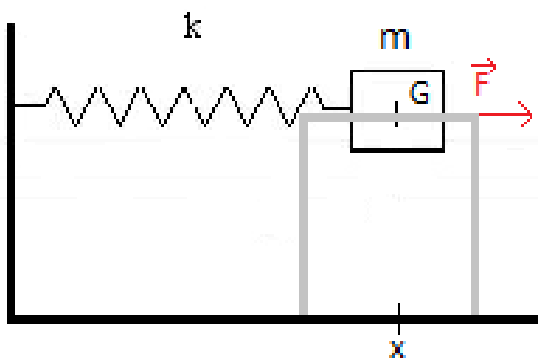
a) Modèle théorique d'un bâtiment

➤ modèle d'un bâtiment :



Maquette

➤ Modélisation du comportement d'un bâtiment:



Système masse ressort

Bilan des forces : Force de rappel du ressort $\vec{F} = -kx\vec{U}_x$

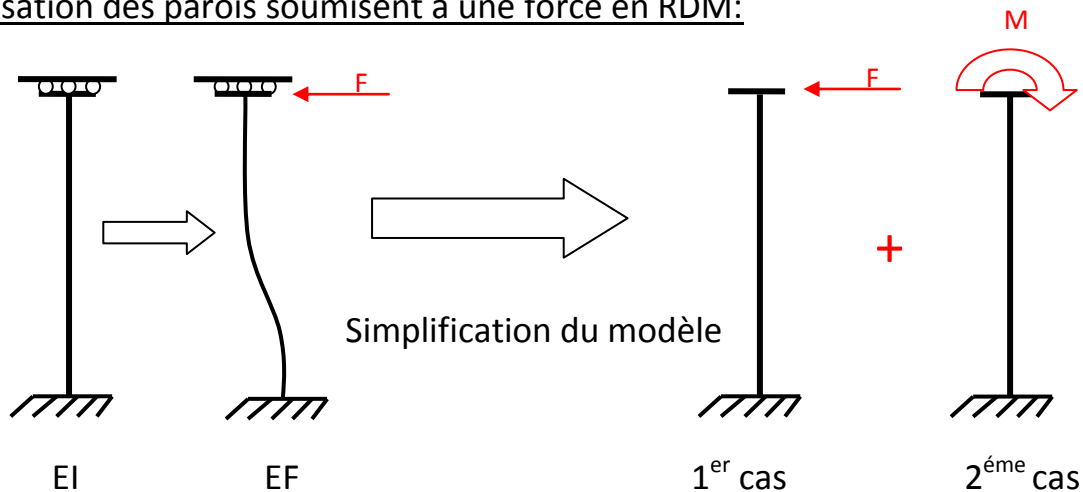
$$\text{PFD : } m\ddot{x} = -k \cdot x \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

D'où

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2 \times \pi}$$

➤ Modélisation des parois soumises à une force en RDM:



Moment quadratique I_{GZ} d'une paroi de la maquette : $I_{GZ} = \frac{b \times h^3}{12}$

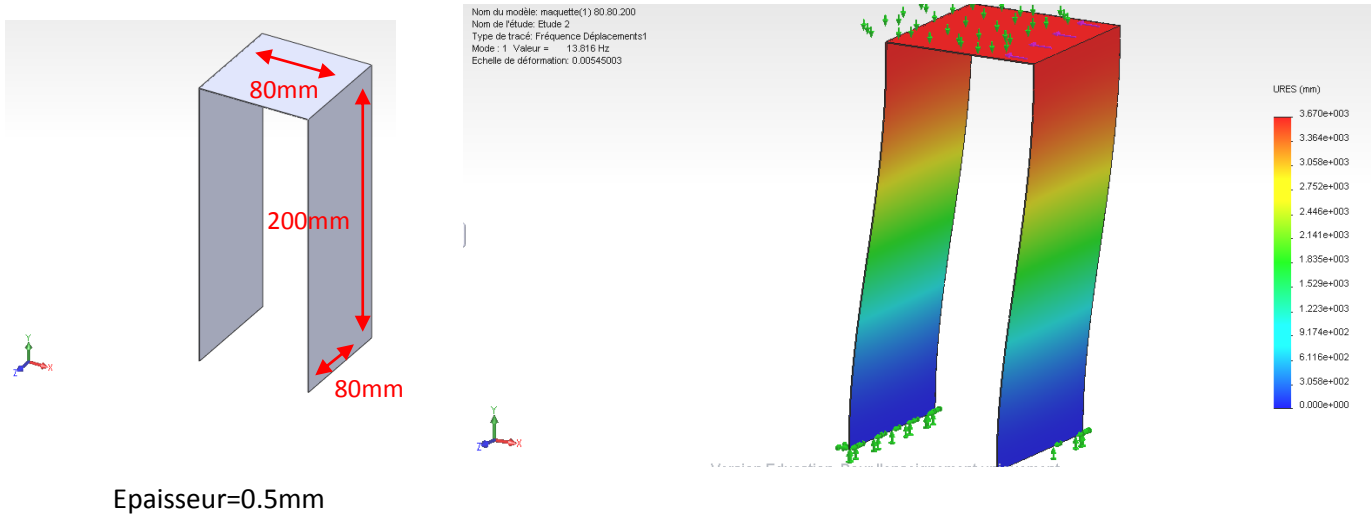
Calcul de la flèche au bout de la poutre : $V(L) = -\frac{F \times \frac{L^3}{12}}{E \times I_{GZ}}$ or $k = -\frac{F}{V(L)}$

D'où $k = E \times I_{GZ} \times \frac{12}{L}$

b) Modélisation numérique d'une maquette

Modélisation des maquettes sous solidworks :

- Intérêt : calcul de la fréquence propre de la structure
- Exemple :

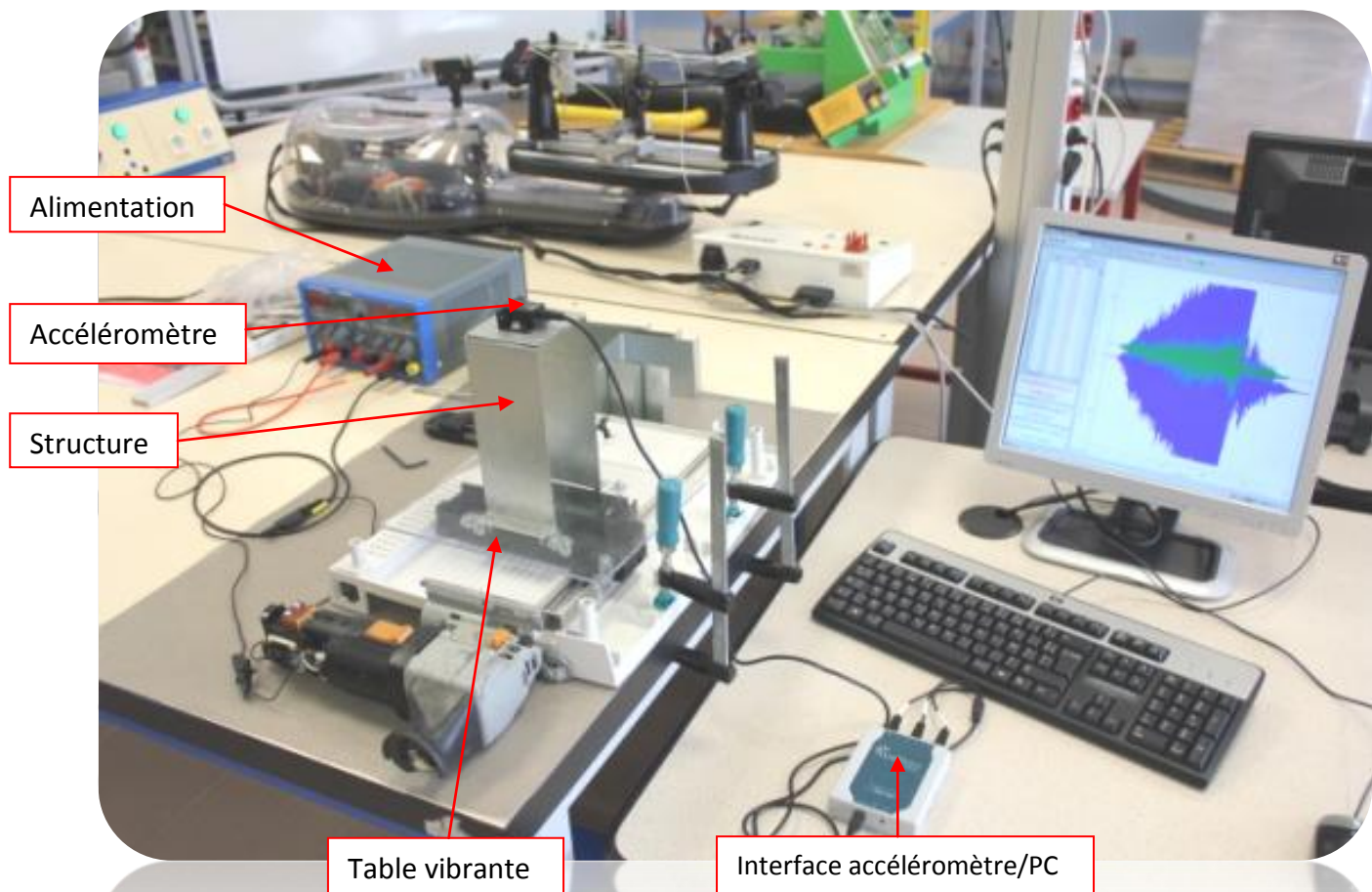


On obtient avec solidworks : $F_0=13,8\text{Hz}$

Théoriquement on obtient : $F_0=16.6\text{Hz}$

II) Mon clocher en péril

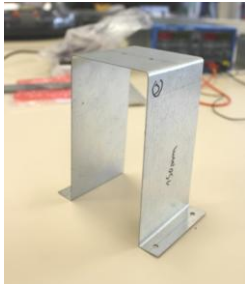
a) La mise en vibration



- But : Déterminer la fréquence propre d'une structure et observer ses variations en fonction des dimensions.
- Variables des maquettes utilisées :

<u>Hauteur de la maquette</u> :	150mm 200mm
<u>Masse située sur le toit</u> :	69g 141g

- Constantes de l'expérimentation

<u>Forme</u> :	
<u>Matériau</u> :	Acier galvanisé, 0.5mm
<u>Dimension de la base</u> :	80*80mm

b) Les réactions et interprétations

- Mesures en oscillations libres :

→ 200mm 141g :

$$F_0 = 7.13 \text{ Hz}$$

→ 150mm 141g :

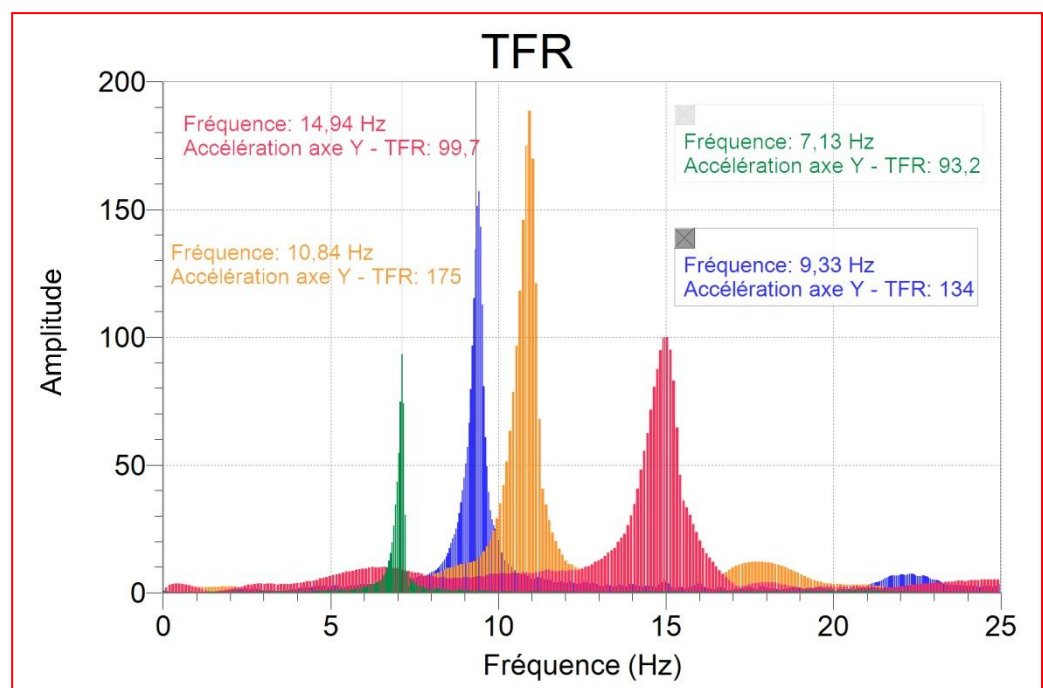
$$F_0 = 10.84 \text{ Hz}$$

→ 150mm 69g :

$$F_0 = 14.94 \text{ Hz}$$

→ 200mm 69g :

$$F_0 = 9.33 \text{ Hz}$$



➤ Mesures en oscillations forcées:

→ 200mm 141g :

$$F_0 = 6.29 \text{ Hz}$$

→ 150mm 141g :

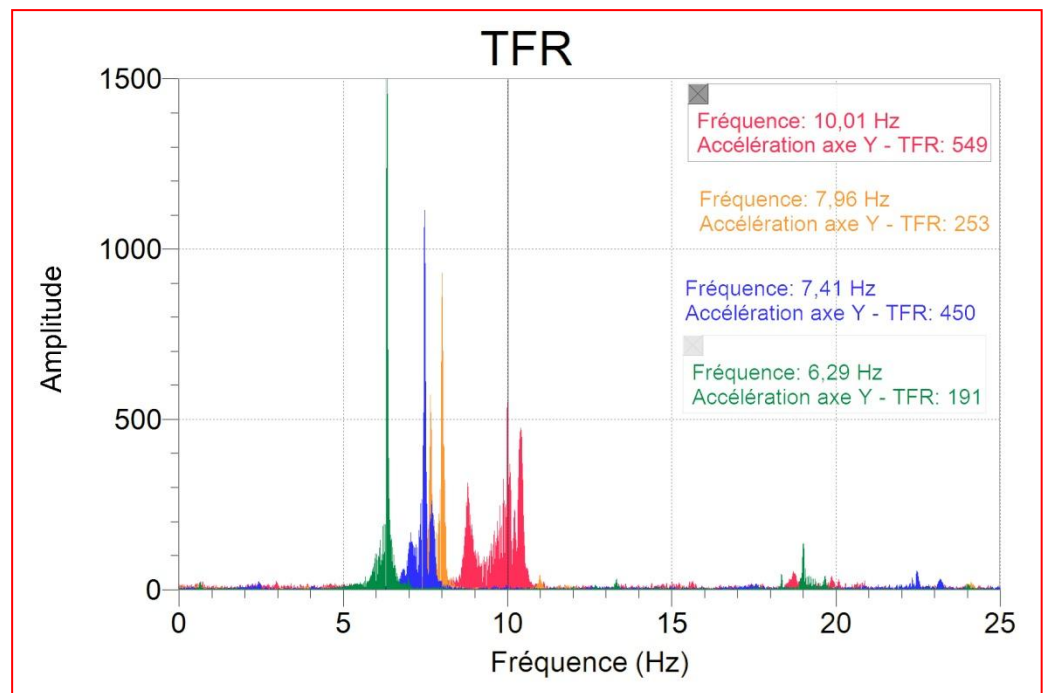
$$F_0 = 7.96 \text{ Hz}$$

→ 150mm 69g :

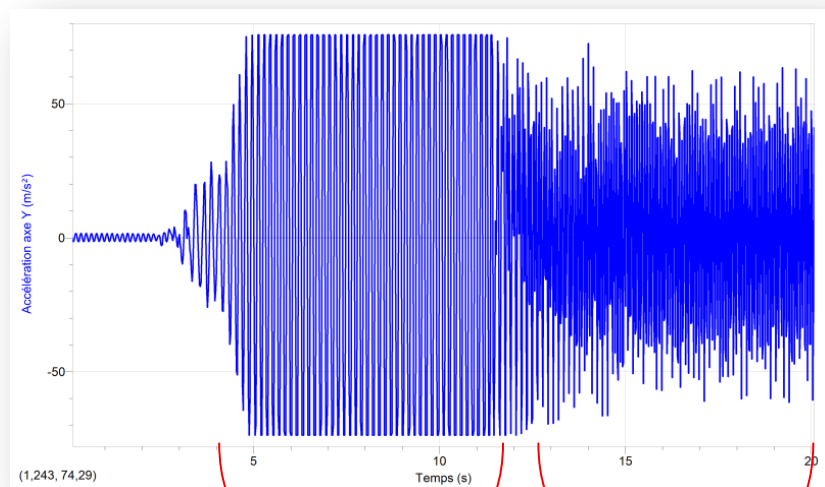
$$F_0 = 10.01 \text{ Hz}$$

→ 200mm 69g :

$$F_0 = 7.41 \text{ Hz}$$



➤ Mesure en oscillations forcées avec changement de mode de vibration de la structure:



Montée en fréquence jusqu'à la fréquence de résonance.

EXPLOSION

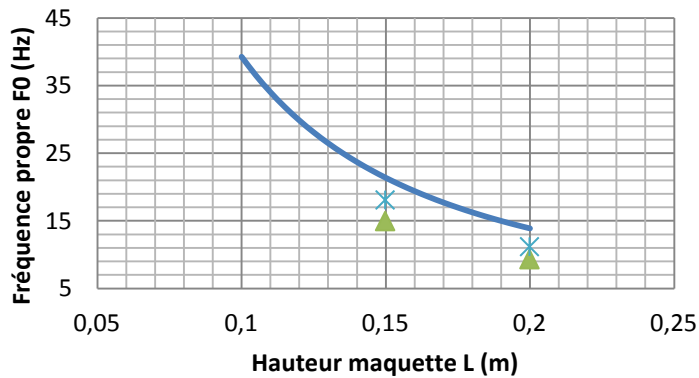
Dépassement de la fréquence de résonance.

STABLE

III) Résultats globaux

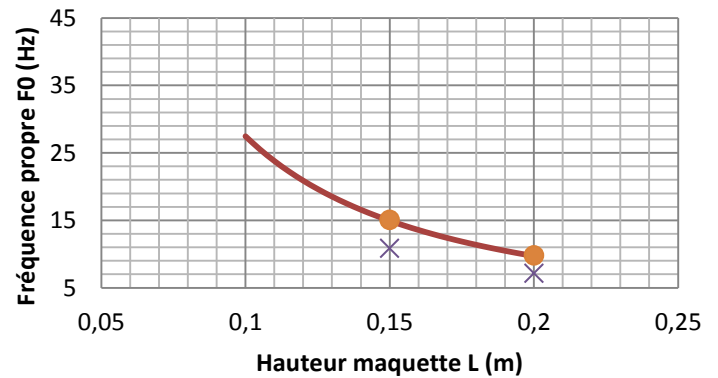
a) Comparaison du modèle théorique et expérimental

$F_0=f(L)$, $m=69g$



— $m=69g$ théorique ▲ $m=69g$ exp
 * $m=69g$ sldw

$F_0=f(L)$, $m=141g$



— $m=141g$ théorique * $m=141g$ exp
 ● $m=141g$ sldw

b) Critiques concernant les hypothèses

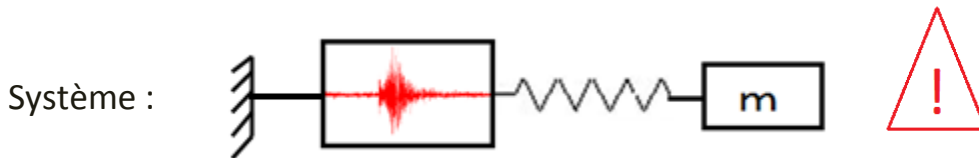
- Modélisation du bâtiment en un système masse ressort valable seulement si la masse sur le toit des maquettes est élevée devant la masse des parois.
- La forme des maquettes peut varier légèrement.
- Le fil de l'accéléromètre. Amortissement en plus.
- Les maquettes sont une représentation très simplifiée des bâtiments réels.

CONCLUSION

➤ Problématique :

Quels sont les facteurs qui entrent en jeu sur la résonance des infrastructures lors d'un séisme, et comment les déterminer afin de diminuer les risques de destructions ?

➤ Résultats :



Système qui explose si la fréquence propre des bâtiments est égal à la fréquence du séisme.

Fréquence propre qui va dépendre de :
 -masse
 -hauteur
 -...

➤ Solutions possibles :

isolateur+amortisseur



boule amortisseur

