

Problématique

Consulter la vidéo : pont_de_Tacoma.flv

Les faits :

Le pont suspendu de Tacoma a été inauguré le 1er juillet 1940.

Le 7 novembre 1940, il entre en résonance sous l'action d'un vent à seulement 70km/H.

L'amplitude de ses déformations devient excessive et le pont s'écroule.

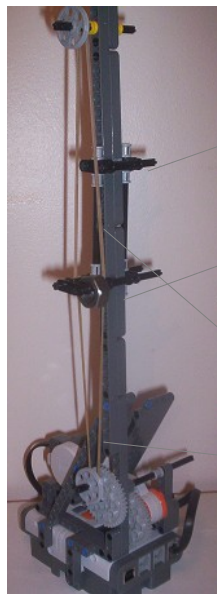


L'objectif de l'étude est d'identifier les paramètres de structure, qui ont influencé l'entrée en résonance du pont et de ce fait provoqué sa ruine.

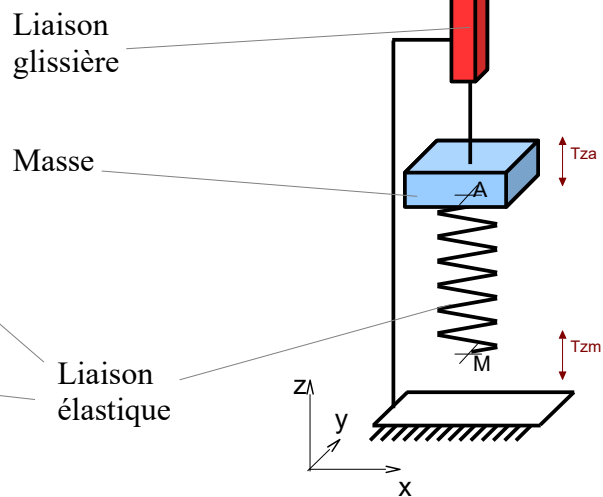
Observation du phénomène de résonance

Description de l'essai

Maquette



Modèle équivalent



Observations :

L'amplitude de la sollicitation au point M est-elle constante ? _____

Comment évolue la fréquence de la sollicitation en M ?

Comment évolue l'amplitude de l'oscillation résultante en A ?

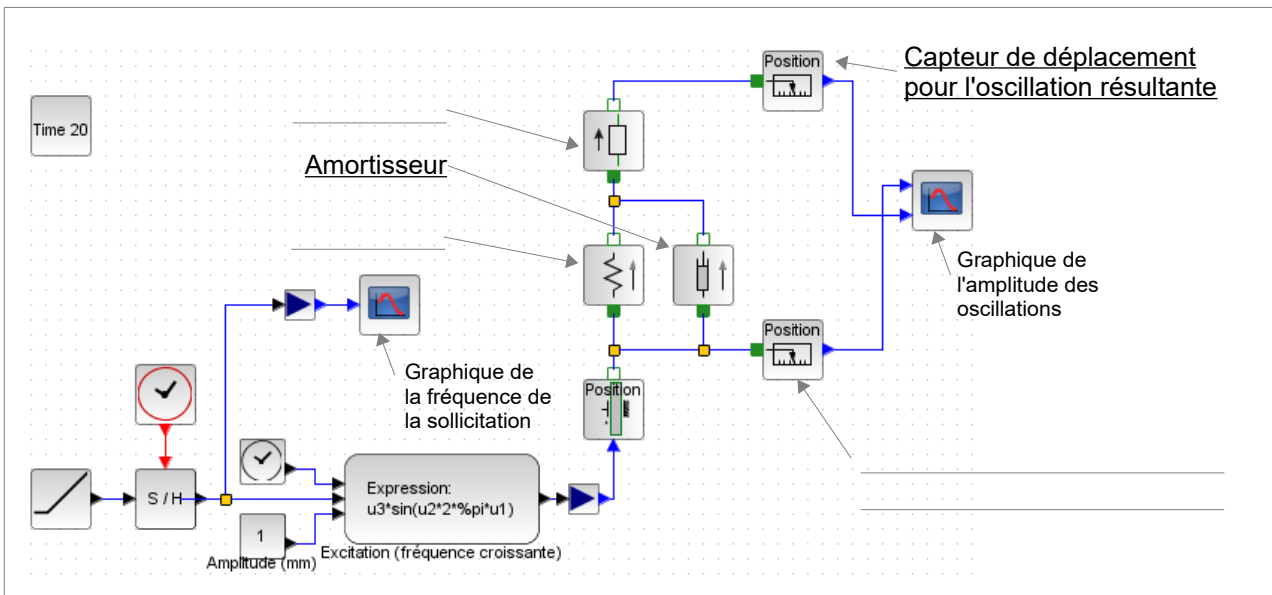
Comment évolue la fréquence de l'oscillation résultante en A ?

Interprétations :

Identification des paramètres influents

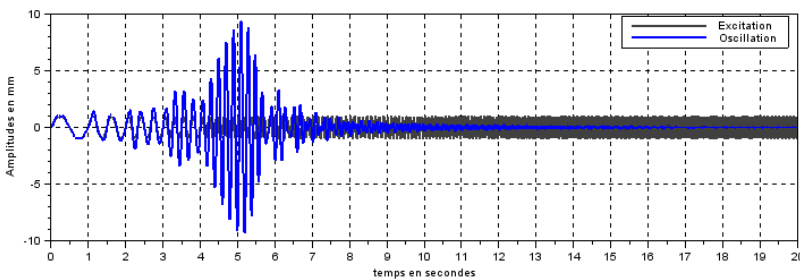
Le modèle comportemental ci-dessous simule un balayage en fréquence comme observé sur la maquette LEGO.

Compléter la légende sur le modèle comportemental ci-dessous (à faire vérifier par votre professeur)

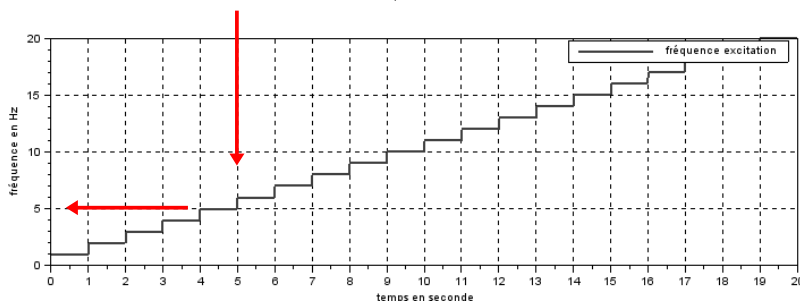


Remarque : L'amortisseur freine l'élongation du ressort. Dans la réalité cela peut correspondre aux frottements qui sont inévitables. L'amortisseur peut aussi être un composant à part entière.

Interprétations des résultats :



Sur le graphique ci-contre, on observe que l'amplitude de l'oscillation est maximum à 5 s.



Sur le graphique ci-contre, on observe que de la 4^{ème} à la 5^{ème} seconde, la fréquence est de 5Hz.

On en déduit que la fréquence propre est voisine de 5Hz.

En utilisant le modèle comportemental « Balayage Frequence.zcos », compléter le tableau de synthèse ci-dessous :

N° essai	Amplitude de l'excitation (mm)	Raideur du ressort :k (N/m)	Masse : m (kg)	Amortissement (N/(m/s))	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	Fréquence de résonance (Hz)	Amplitude max de l'oscillation (mm)
1	0,5	1000	1	10			
2	0,5	4000	1	10			
3	0,5	4000	4	10			
4	0,5	4000	4	1			
5	1	4000	4	10			

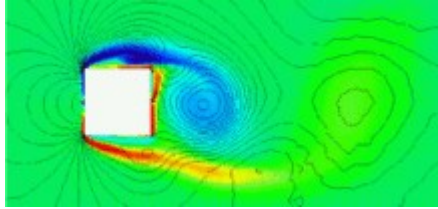
Interpréter les résultats de la modélisation précédente en complétant le tableau ci-dessous :

Paramètre influent et essais à analyser	Fréquence de résonance	Amplitude max de l'oscillation
Quand l'amplitude de l'excitation ↗ (essais 3 - 5)	→	↗
Quand la raideur ↗ (essais 1 - 2)		
Quand la masse ↗ (essais 2 - 3)		
Quand l'amortissement ↗ (essais 3 - 4)		

D'après le tableau de synthèse des résultats de modélisation, en particulier en comparant la 6^{ième} et la 7^{ième} colonne , quelle relation existe-il entre la fréquence de résonance F_0 , la raideur k et la masse m ?

Conclusion

La figure ci-dessous montre que l'air en s'écoulant autour d'un obstacle peut subir des turbulences.



Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9ro%C3%A9lasticit%C3%A9>

Sachant que les turbulences liées au vent ont provoqué sur le pont une excitation à fréquence constante.

Expliquer ce qui s'est produit sur le pont de Tacoma.

Quels sont donc les paramètres de structure qui sont intervenus dans l'écroulement du pont ?

Pour aller plus loin

Comment peut-on éviter que cela ne se reproduise hormis le travail sur l'aérodynamique des ponts ?
