

## TD 2-3 : Dynamique des structures : Oscillateur simple (SDOF)

### Exercice 1 : Oscillateur libre non-amorti

Un ascenseur de masse  $M$  est suspendu par un câble d'acier de longueur  $L$ , section  $A$  et module de Young  $E$

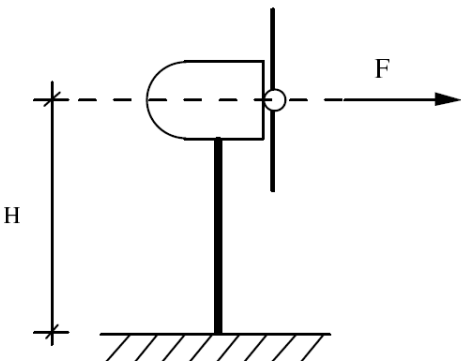
- Quelle sera la contrainte maximale dans le câble si son extrémité supérieure se coince soudainement en stoppant l'ascenseur lorsqu'il est en train de descendre avec une vitesse constante  $V$ .
- Quelle doit être la rigidité d'un ressort placé en parallèle avec le câble pour que dans les mêmes conditions de l'exercice a, le facteur d'amplification des efforts ( $F_{AC}$ ) soit inférieure à 3 ?

Le facteur d'amplification des charges est défini telle que  $\sigma_{max} = \frac{K \cdot \delta_{st}}{A} \cdot F_{AC}$

Numerical application :  $M=5\text{tons}$ ,  $L=10\text{m}$ ,  $V=1\text{m/s}$ ,  $A= 10^3 \text{ mm}^2$   $E = 115 \text{ GPa}$

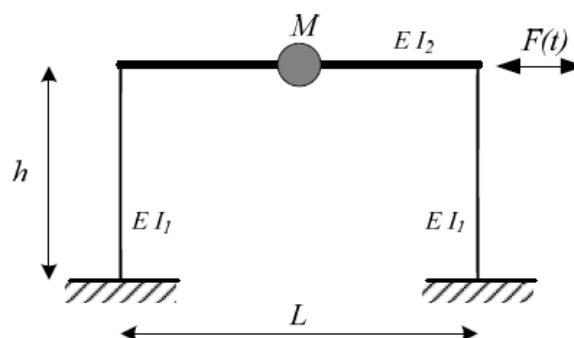
### Exercice 2. Oscillateur libre amorti

Un éolien est schématiquement présenté sur la figure ci-joint. Massa e colonnes est négligeable en comparaison avec la masse de la turbine.

	<p>)</p> <p>Une force latérale <math>F</math> est appliquée selon l'axe de la turbine via un câble. Le déplacement horizontal dû à cette force statique est <math>\delta_{st}</math>.</p> <p>Dans un moment donné le câble est coupe instantanément et les vibrations induites ont été enregistrées. A la fin de la deuxième cycle de vibrations le temps est <math>t_2</math> et l'amplitude des déplacements <math>\delta_2</math></p> <p>Définir :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La pulsation naturelle de l'éolien <math>\omega_n</math></li> <li>La rigidité <math>K</math> et la masse effective <math>M</math></li> <li>L'amortissement <math>C</math></li> </ol> <p>Application : <math>F= 890\text{N}</math>, <math>t_2=1,25\text{s}</math>, <math>\delta_s=2.54\text{cm}</math> <math>\delta_2=1.63\text{cm}</math></p>
--	--

### Exercice 3 Oscillateur forcé, amorti, force harmonique

On considère le portique simple de la figure ci-dessous. Le portique est initialement au repos, c-à-d,  $x(0)=x'(0)=0$  quand une force  $F(t)$  est appliquée en tête de l'un des poteaux du portique. On donne également  $h=4\text{m}$ ,  $L=12\text{m}$ ,  $M=2000\text{kg}$ ,  $I_1=1150 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$ ,  $I_2=\text{infini}$   $E= 210\text{GPa}$ ,  $F(t)=F_0\sin(\omega t)$   $F_0= 10 \text{ kN}$  et  $\omega = 10 \text{ rad/s}$



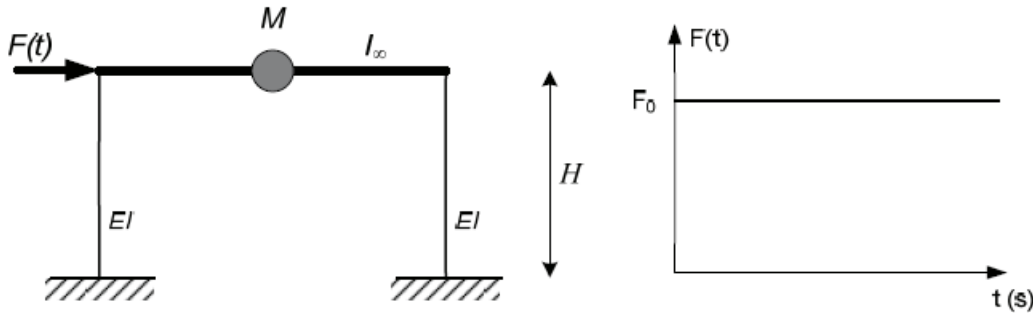
Déterminer l'expression du mouvement résultant dans les deux cas suivants (on négligera la masse du portique) :  $\xi=0$  et  $\xi=0.05$

**Exercice 4 :** Le portique ci dessous est chargé instantanément par une force  $F$  dans la direction. Déterminer le déplacement de la tête du portique en fonction du temps ainsi que le facteur d'amplification pour  $\xi=0$  et  $\xi=0.05$ . On considère deux cas particulier A) lorsque la force après

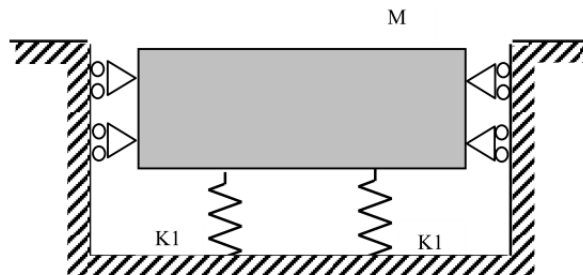
l'application instantanément est maintenu constante b) lorsque la force après l'application varie

$$\text{comme } F(t) = \begin{cases} F_0 \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) & \text{pour } t < t_1 \\ 0 & \text{pour } t > t_1 \end{cases} \quad \text{avec } t_1=1$$

Numerical applications  $F=100\text{kN}$ ,  $I = 5.10^7\text{mm}^4$ ,  $E = 210\text{GPa}$   $M=5000\text{kg}$   $H=5\text{m}$



**Exercice 5 :** Une fondation antivibratoire est installée dans un hall dont les perturbations ambiantes induisent des vibrations d'une fréquence de 24 Hz et d'amplitude de 0.25 mm. Nous voulons que l'amplitude des vibrations (verticales) du bloc isolé, d'une masse  $M=1\text{tonne}$ , ne dépasse pas 0.05 mm.



- Déterminer la fréquence propre du dispositif d'appuis en considérant que les appuis soient parfaits et sans amortissement.
- Quelle doit être la rigidité  $K_1$  des ressorts pour respecter les limites en déplacements ?
- On ajoute un amortisseur à ce dispositif. Quelle doit être la nouvelle rigidité des ressorts  $K_1$  si  $\xi=20\%$  pour les mêmes limites en déplacement

**Exercice 6 :** Une machine doit être déplacée à l'étage du nouvel hall Darcy. Le planché de l'étage est dimensionné pour un charge règlementaire industriel (soit  $4.5\text{kN/m}^2$ ). La machine a une masse  $M$  et une empreise au sol  $A$ . Au cours du travail la machine génère une force harmonique d'amplitude  $F_0$  et de fréquence  $f$  50Hz. La rigidité du socle sur laquelle la machine est installée rigidement est estimé  $K$ .

- Déterminer l'amplitude des déplacements de la machine due à la force harmonique
- Déterminer la force transmise au plancher et vérifier si la machine peut être installée à l'étage du bâtiment.

Application numérique :  $F_0=10\text{kN}$ ,  $M=450\text{kg}$ ,  $A=1,5\text{m}^2$ , épaisseur de la dalle en béton 30 cm