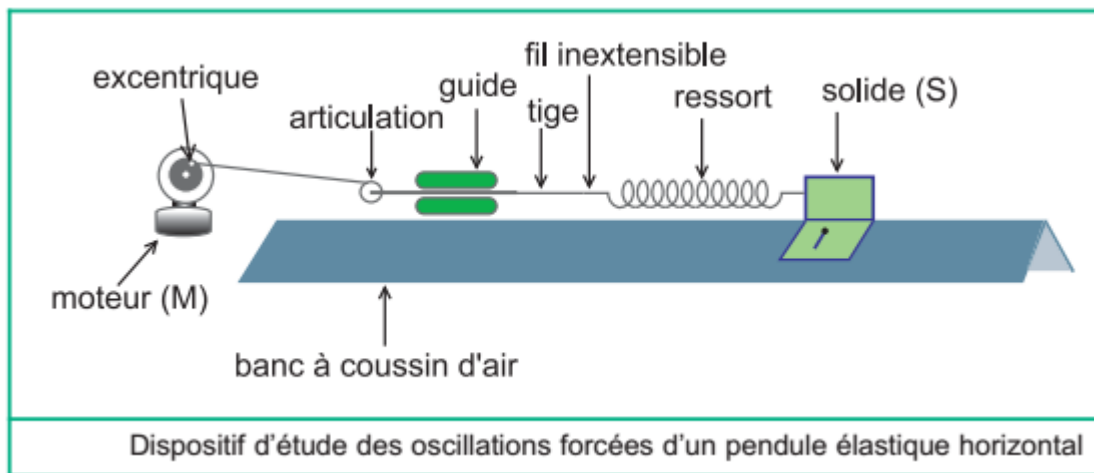


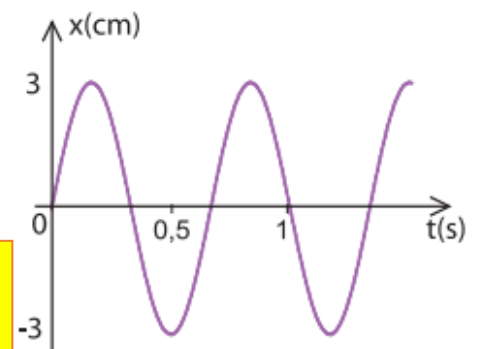
## I] ETUDE EXPERIMENTALE

### 1- PRODUCTION D'OSCILLATIONS FORCÉES

Comme dans la nature, nombreux sont les domaines où les oscillations mécaniques sont importantes. Lorsqu'elles sont recherchées, il faut penser à les entretenir. En fait, pour éviter la diminution de leur amplitude due aux frottements inévitables, on doit leur apporter de l'énergie. Comme dans le cas des oscillations électriques, lorsque l'apport de l'énergie se produit périodiquement avec un dispositif approprié appelé exciteur, les oscillations mécaniques entretenues sont dites forcées.



En faisant tourner le moteur à la fréquence  $N = 1,5 \text{ Hz}$  le palet (S) se met à osciller sur le banc de part et d'autre de sa position de repos. Une fois le régime permanent est établi, on réalise un enregistrement graphique qui donne la courbe ci-contre



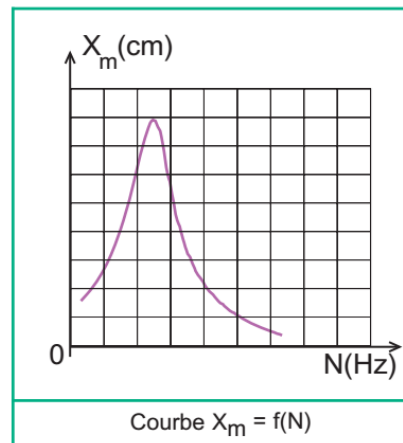
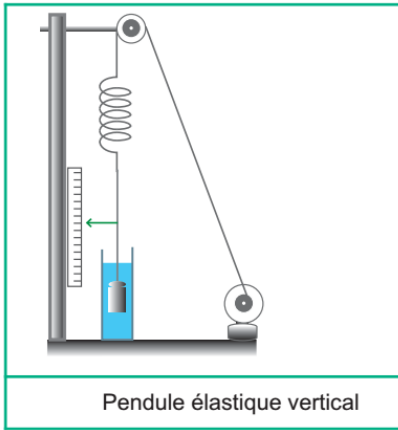
#### Conclusion

Etant soumis à des excitations périodiques, le pendule élastique effectue des oscillations forcées avec une période imposée par **l'excitateur**. L'oscillateur (pendule élastique) est appelé **résonateur**.

### 2- INFLUENCE DE LA FRÉQUENCE DE L'EXCITATEUR

#### SUR L'AMPLITUDE DES OSCILLATIONS

**On fait varier la fréquence** de rotation du moteur et on mesure à chaque fois l'amplitude des oscillations du pendule élastique. Les résultats des mesures permettent de tracer la courbe de réponse  **$X_m = f(N)$**



## Conclusion

En régime **sinusoïdal forcé**, l'amplitude  **$X_m$**  des oscillations d'un pendule élastique dépend de la fréquence  **$N$**  des excitations. Elle atteint sa valeur la plus élevée à une fréquence  **$N_r$**  ..... à la fréquence propre  **$N_0$**  du pendule : on dit qu'il y a .....  **$N_r$**  est appelée **fréquence de résonance**

## 3-INFLUENCE DE L'AMORTISSEMENT SUR L'AMPLITUDE DES OSCILLATIONS

On reprend le dispositif expérimental et On augmente l'amortissement :

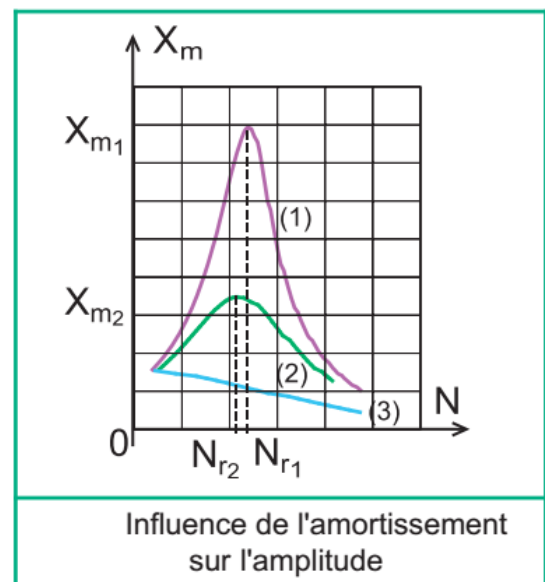
### Conclusion :

Pour une fréquence d'excitation donnée, l'**amplitude** des oscillations forcées d'un pendule élastique est d'autant **plus petite** que l'amortissement est .....

Avec un faible amortissement la résonance est .....

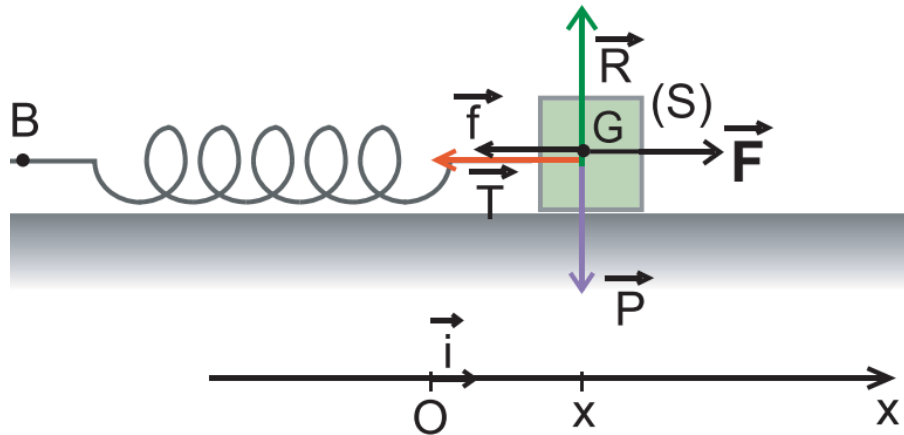
Avec un amortissement important, la résonance est .....

La fréquence de résonance  **$N_r$**  ..... la fréquence propre  **$N_0$**  du pendule élastique. Cependant, l'**écart** entre ces fréquences est d'autant **plus remarquable** que .....



## II] ETUDE THÉORIQUE :

-Equation Différentielle :



$$kx = k x_m \sin(\omega t + \varphi_x)$$

$$\rightarrow \vec{v}_1 (\dots, \dots)$$

$$h \frac{dx}{dt} = h \omega x_m \sin(\omega t + \varphi_x + \frac{\pi}{2})$$

$$\rightarrow \vec{v}_2 (\dots, \dots)$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = m \omega^2 x_m \sin(\omega t + \varphi_x + \pi)$$

$$\rightarrow \vec{v}_3 (\dots, \dots)$$

$$F_m \sin(\omega t + \varphi_F)$$

$$\rightarrow \vec{v} (\dots, \dots)$$

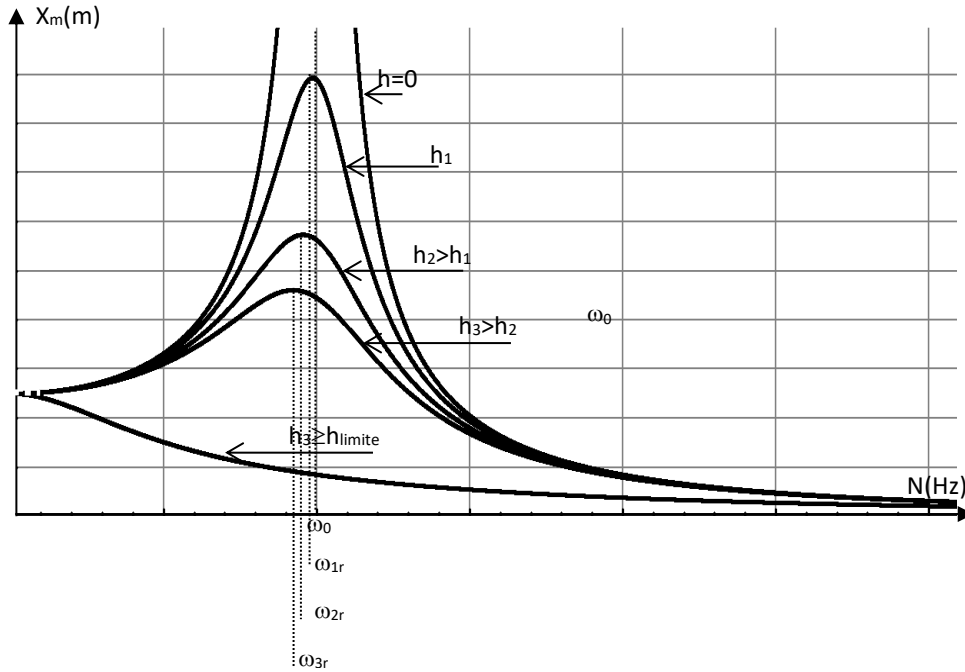
1 <sup>er</sup> cas : $m\omega^2 < k \Rightarrow \omega < \omega_0$	2 <sup>ème</sup> cas : $m\omega^2 > k \Rightarrow \omega > \omega_0$	3 <sup>ème</sup> cas : $m\omega^2 = k \Rightarrow \omega = \omega_0$

$x(t)$  est toujours en phase par rapport à  $F(t)$

Calcul de  $x_m$  :

**3- RÉSONANCE D'ÉLONGATION :**

La courbe de variation de  $X_m=f(N)$ , (Courbe de résonance délongation).



Cas particuliers :

- Absence de l'amortissement ( $h=0$ )

$\omega < \omega_0$	$\omega > \omega_0$
$F_m$ $m\omega^2 X_m$ $\varphi_F = \varphi_x$ 	$\varphi_F$ $m\omega^2 X_m$ $\varphi_x$ 
$\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x = 0$	$\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x = \pi$

- Valeur limite de  $h$  pour avoir résonance d'élongation :

Pour avoir résonance d'élongation, il faut que  $\omega_0^2 - \frac{h^2}{2m^2} > 0$

.....

.....

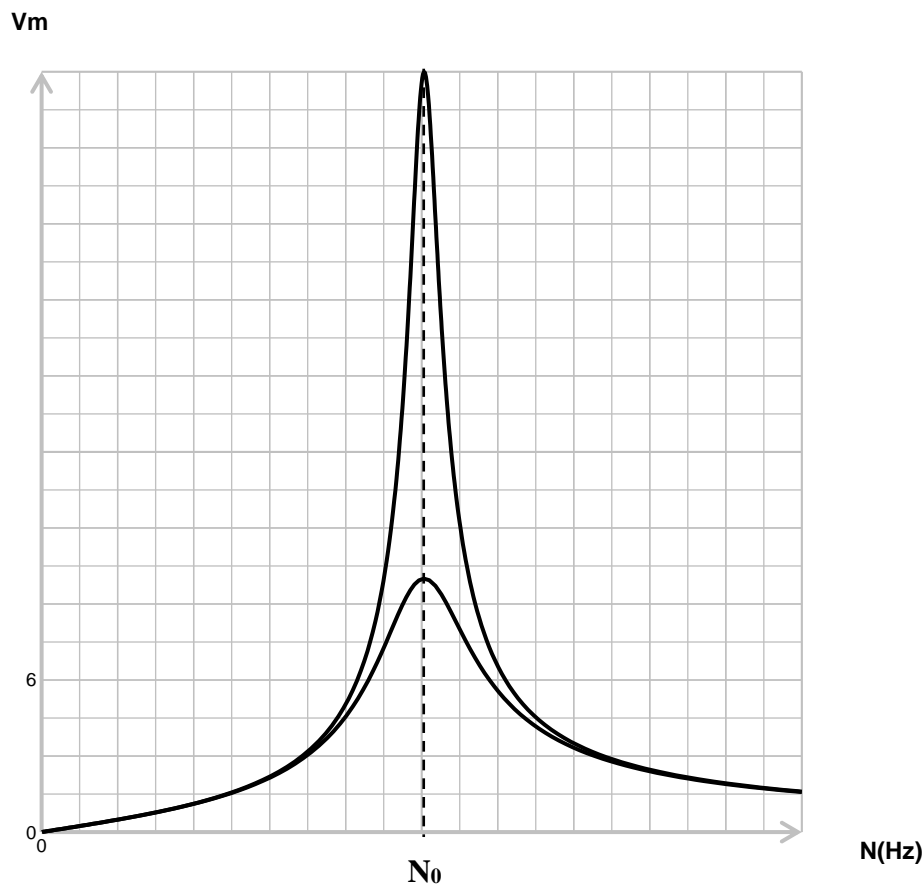
## 4- RÉSONANCE DE VITESSE :

Par analogie avec l'expression de la valeur maximale  $I_m$  de l'intensité du courant oscillant dans un circuit RLC série en régime forcé sinusoïdal

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R_T^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$$

De la même manière que pour la résonance d'élongation, on peut caractériser la résonance de vitesse par analogie avec la résonance d'intensité en électricité :

	Résonance d'intensité	Résonance vitesse
Fréquence de résonance	$N = N_0$	
Valeur maximale de la grandeur oscillante	$I_m = \frac{U_m}{R_T}$	



## 5- PUISSANCE MECANIQUE MOYENNE :

Puissance électrique moyenne	Puissance mécanique moyenne
$P = \frac{1}{2} U_m I_m \cos(\varphi_u - \varphi_i)$	
$\cos(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{R_T}{Z}$	
$U_m = Z I_m$	
$P = \frac{1}{2} R_T I_m^2$	