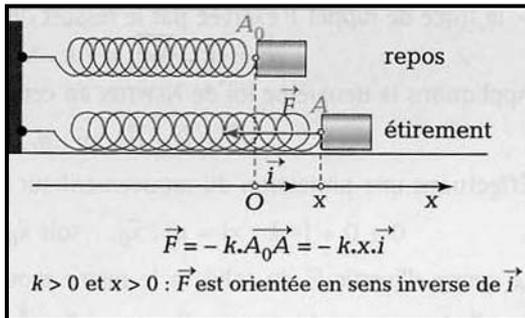
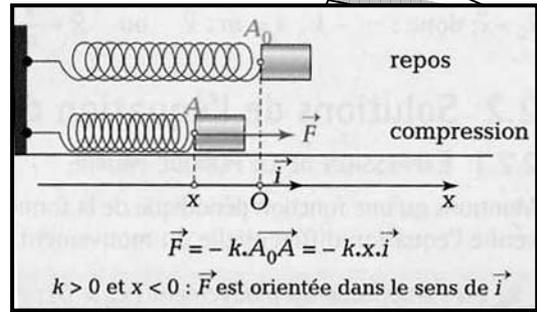


# - LE DISPOSITIF SOLIDE - RESSORT : PENDULE ELASTIQUE HORIZONTAL

## 1°) Présentation

Un solide de masse  $m$ , guidé rectilignement sur un support plan, est attaché à un ressort horizontal de raideur  $k$ . Ce ressort, de masse supposée nulle et à spires non jointives, peut travailler en extension comme en compression. Le ressort est attaché à un obstacle fixe. La position d'équilibre du centre d'inertie du solide est notée  $O$ , et une de ses positions quelconques  $M$ .



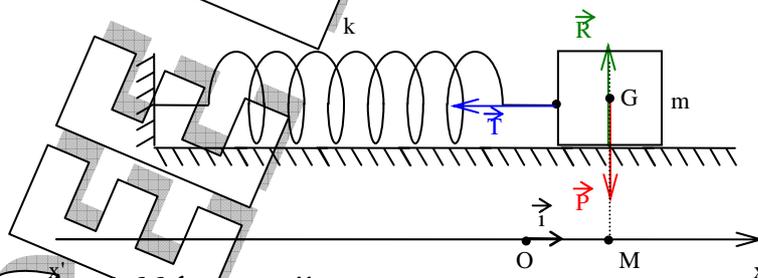
La force de rappel exercée par le ressort sur le solide fixé à son extrémité est définie par :  $\vec{F}_{\text{ressort} \rightarrow \text{solide}} = -k \cdot x \cdot \vec{i}$

où  $x$  est l'allongement du ressort, c'est-à-dire la différence entre la longueur du ressort (étiré ou comprimé)  $l$  et sa longueur à vide  $l_0$  : ( $x = l - l_0$ ) et  $\vec{i}$  le vecteur unitaire parallèle à l'axe du ressort

## 2°) Etude des oscillations mécaniques non amorties

### a) Etablissement de l'équation différentielle régissant les oscillations

- Référentiel :
- Système étudié :
- Forces extérieures appliquées au système : -



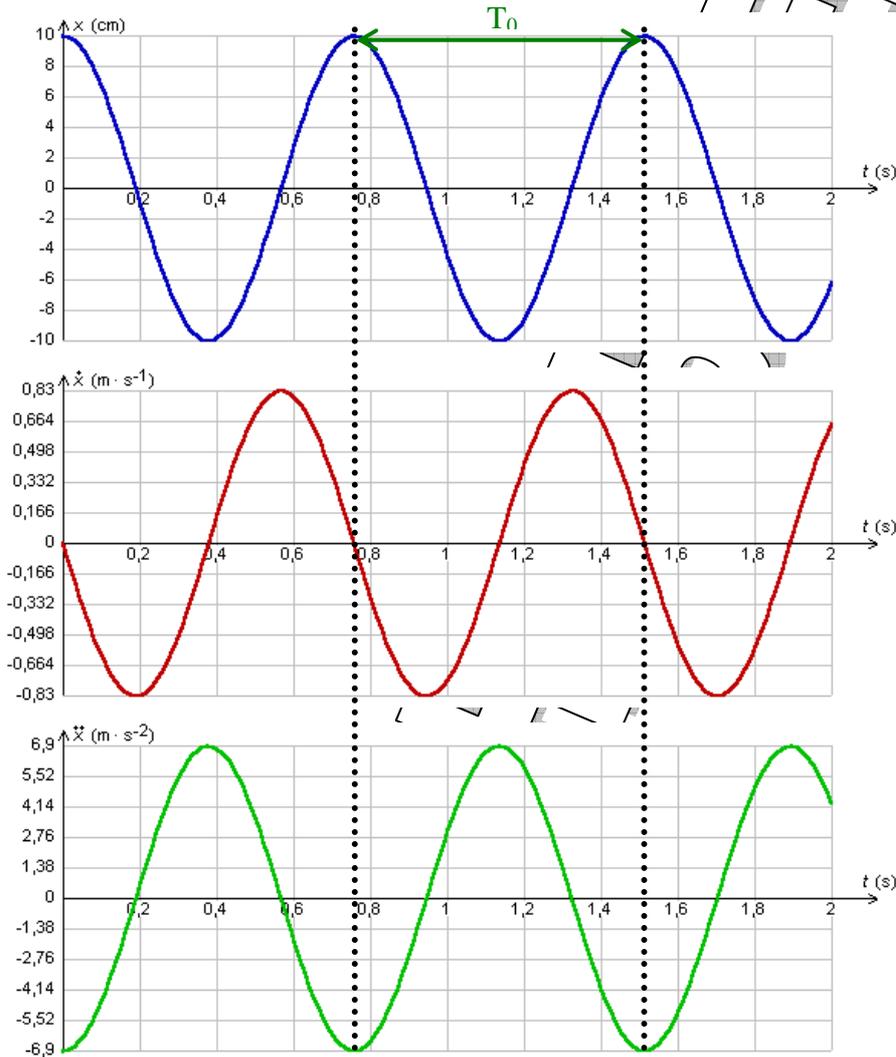
### b) Solution de l'équation différentielle

- L'équation différentielle du second ordre en  $x(t)$  à coefficients constants et sans second membre peut admettre comme solution générale :  $x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$



- Déterminons l'expression des constantes  $A$  et  $\varphi$  à l'aide des conditions expérimentales initiales : supposons le ressort étiré au départ de l'expérience : nous avons donc à  $t = 0$  s,  $x(0) = X_m$  et  $v(0) = 0$

c) Les courbes  $x = f(t)$  et  $v = f(t)$



d) Pulsation propre, période propre et fréquence des oscillations

➤ Pulsation propre  $\omega_0$

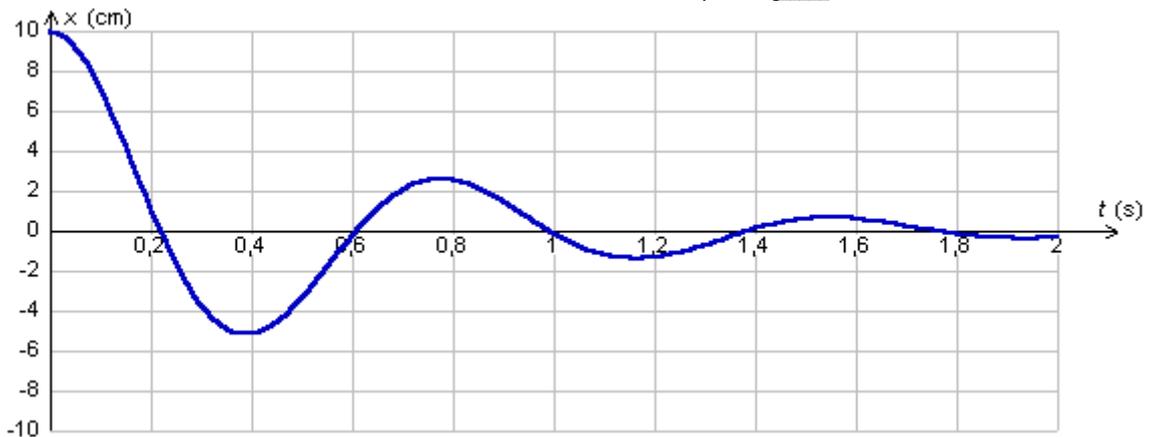
➤ Période propre  $T_0$



➤ Fréquence propre  $N_0$

### 3°) Etude des oscillations mécaniques amorties

- Référentiel
- Système étudié :
- Forces extérieures appliquées au système : -  
-  
-



Rq. : Pour un mouvement pseudo-périodique faiblement amorti, la pseudo-période  $T$  est presque égale à la période propre  $T_0$ .

## IV – LE PHENOMENE DE RESONANCE

### 1°) Notions d'excitateur et de résonateur

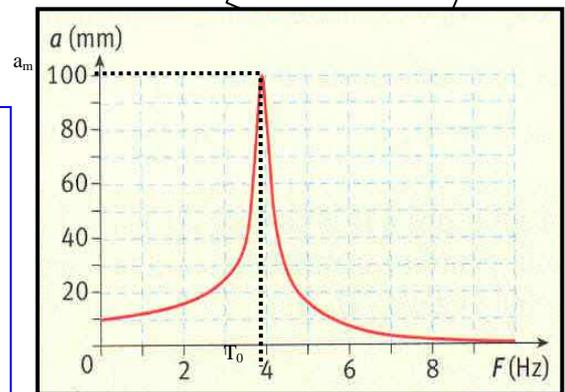
- Pour observer des **oscillations libres**, l'une des extrémités du système est fixe (car accroché à un support), et en exerçant une action sur l'autre extrémité, il est déformé puis lâché.
- Lorsque la déformation n'est pas réalisée de cette manière, mais en utilisant un support effectuant des oscillations, les oscillations ne sont plus libres, mais imposées par le support en mouvement : on parle d'**oscillations forcées**.



## 2°) Amplitude des oscillations forcées

### a) Notion de résonance d'élongation

L'amplitude du résonateur dépend de la fréquence imposée par l'excitateur :

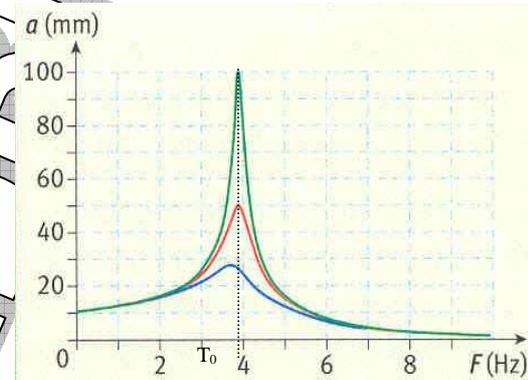


### b) Influence de l'amortissement sur la résonance d'élongation

L'amplitude du résonateur à la résonance d'élongation dépend de l'amortissement des oscillations :

- Plus l'amortissement est faible, plus l'amplitude des oscillations est élevée : on parle de **résonance aiguë**.
- Plus l'amortissement est élevé, plus l'amplitude des oscillations est faible : on parle de **résonance floue**.

**Rq.** : Lors d'une résonance aiguë, si l'amplitude des oscillations dépasse la valeur maximale indiquée par le constructeur, le système est détruit.



## 3°) Systèmes de la vie courante et résonance d'élongation

### • Instruments de musique

Les instruments de musique, à vent, à corde ou à percussion, sont constitués de deux parties : un objet vibrant (corde, anche, peau...) qui joue le rôle d'excitateur, et une caisse de résonance qui joue le rôle de résonateur.

Sans cette caisse de résonance, le son produit est d'amplitude bien trop faible pour être audible par un public ; de sa forme dépend la plus ou moins bonne qualité de résonance.

### • Véhicules automobiles

Les véhicules automobiles peuvent être perçus comme des oscillateurs : le sol ondulé joue le rôle d'excitateur et l'habitacle joue le rôle de solide fixé à l'extrémité de ressort (la suspension) : un mauvais contrôle de l'amortissement provoquera des oscillations à amplitude élevée et une mauvaise tenue de route du véhicule : les amortisseurs permettent ce contrôle.

### • Ouvrages d'art

Les ouvrages tels que pont, immeuble, tour constituent des oscillateurs : le vent, les véhicules, les ondes sismiques jouent le rôle d'excitateur et l'ouvrage de résonateur : de la qualité de l'amortissement des oscillations dépend la stabilité de l'ouvrage.

