

## Partie B : OSCILLATIONS et ONDES

### B1. Oscillateurs

On appelle oscillation une évolution effectuée de part et d'autre d'un état d'équilibre stable.

On trouve des oscillateurs (=système oscillant) dans tous les domaines de la physique: mécanique, acoustique, électricité, optique,...

Un pendule pesant, une masse suspendue à un ressort ou une lame vibrante sont des exemples d'oscillateurs mécaniques. Ils effectuent un mouvement périodique autour d'une position d'équilibre. Les oscillations mécaniques rapides sont souvent appelées vibrations.

S'il ne s'agit pas de masses, mais de charges électriques en mouvement alternatif on parle d'oscillations électriques.

Pour analyser un phénomène oscillatoire, il est nécessaire de chercher la (les) grandeurs physiques qui dépendent du mouvement: p.ex. la position, l'angle, la tension électrique,...

On peut ensuite mesurer:

- amplitude  $a$  = écart maximal de la grandeur physique par rapport à sa valeur d'équilibre
- période  $T$  = durée après laquelle la grandeur physique refait la même évolution
- fréquence  $f = \frac{1}{\text{période}}$  = nombre d'oscillations effectuées par unité de temps

#### ***Oscillateur libre (ou propre):***

Après un écart initial le système effectue spontanément une suite d'oscillations sans subir une action extérieure. Si les frottements sont négligeables on obtient un mouvement périodique de période propre  $T_0$  (resp. fréquence propre  $f_0$ ).

#### ***Oscillateur amorti:***

Les oscillations libres réelles sont toujours plus ou moins amorties à cause des frottements. Suite à la perte progressive d'énergie, l'amplitude diminue jusqu'à l'arrêt. Un tel mouvement n'est plus périodique on définit une pseudo-période.

#### ***Oscillateur forcé:***

Si un mécanisme extérieur (excitateur) impose des oscillations au système oscillant (résonateur) on parle d'oscillations forcés. Si la fréquence  $f$  des excitations = fréquence propre  $f_0$  on obtient une résonance où l'amplitude devient maximale.

#### ***Oscillateur entretenu:***

Si un système d'entretien compense exactement les pertes d'énergie d'un oscillateur amorti, on obtient des oscillations d'amplitude constante et de fréquence égale à la fréquence propre  $f_0$ .

#### ***Oscillateur harmonique (ou sinusoïdal):***

Les oscillations les plus simples sont celles décrites par une fonction sinusoïdale

$$y = a \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

avec  $y$  = valeur algébrique de la grandeur à l'instant  $t$

$a$  = amplitude =  $y_m$

$\omega \cdot t + \varphi$  = phase à l'instant  $t$      $\varphi$  = phase initiale

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$  = pulsation

La projection d'un vecteur tournant de Fresnel donne un tel mouvement sinusoïdal.

Simulation : [http://www.walter-fendt.de/html5/phfr/circularmotion\\_fr.htm](http://www.walter-fendt.de/html5/phfr/circularmotion_fr.htm)

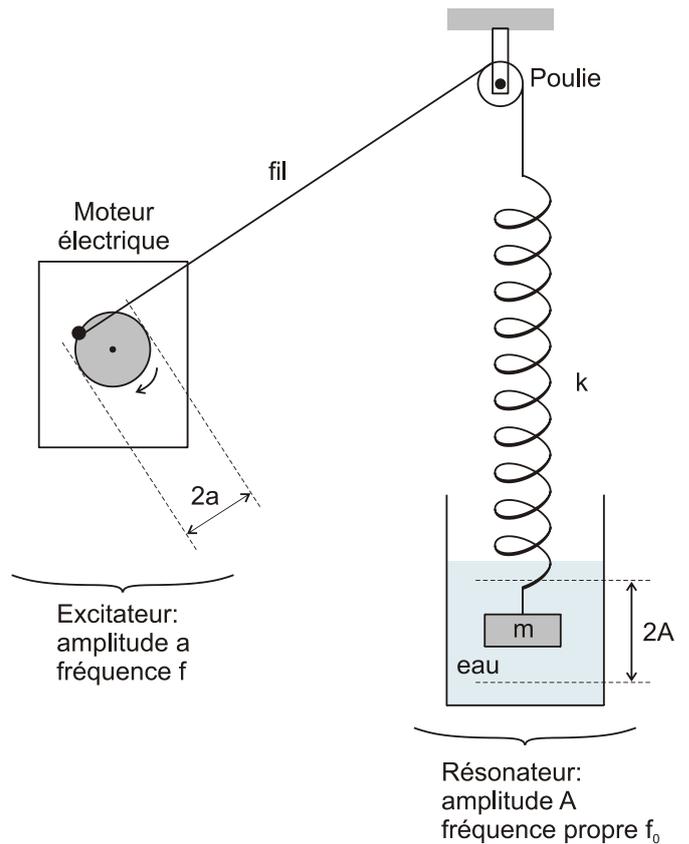
Rem : (1) Projection sur Ox donne  $x = a \cdot \cos(\omega t + \varphi)$

(2) dans la simulation  $\varphi = 0$  où se situe le point de départ si  $\varphi = \pi/2$  ?

(3) si on augmente la période l'oscillation devient plus lente,

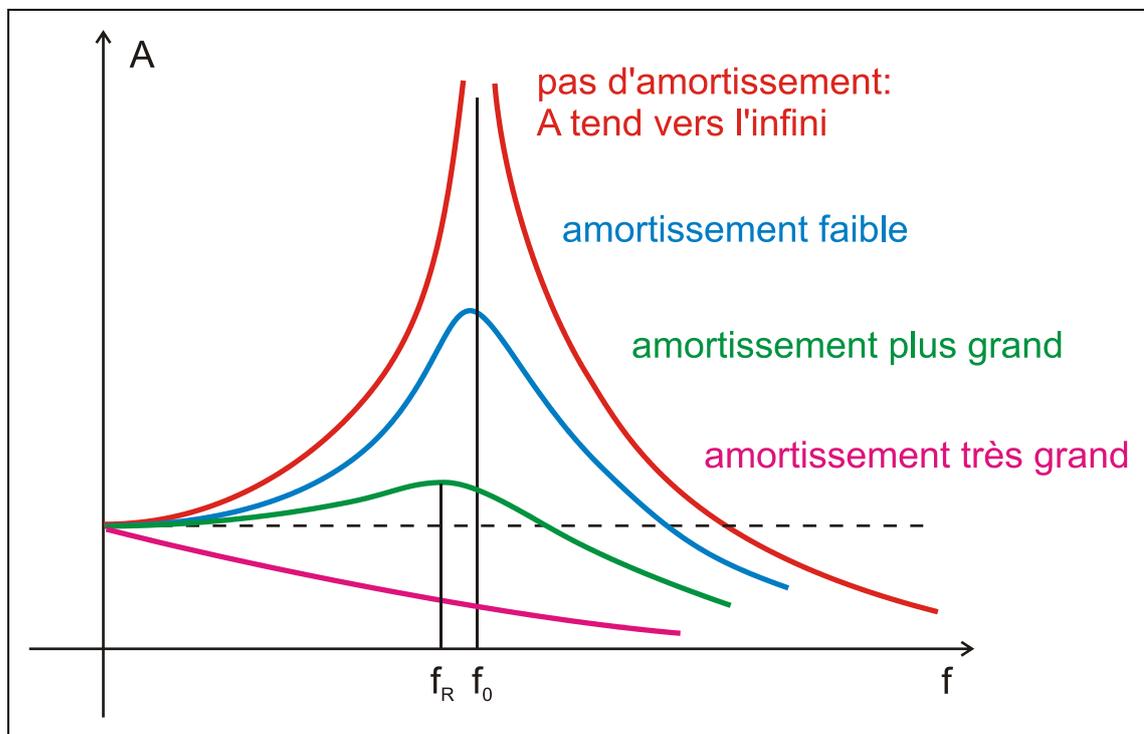
### g. Oscillations forcées. Résonance

- \* Le résonateur effectue des oscillations de même fréquence que celle de l'excitateur: il effectue des oscillations forcées.
- \* L'amplitude  $A$  du résonateur dépend de la fréquence de l'excitateur et de l'intensité de l'amortissement.
- \*  $A$  passe par un maximum: c'est la **résonance**. La fréquence de résonance  $f_r$  est presque égale à la fréquence propre  $f_0$  du résonateur.
- \* Si l'amortissement est faible, on peut avoir  $A \gg a$  (catastrophe de résonance)



Rem : Le montage peut varier, souvent on utilise un frein magnétique  $f_{frott} \sim v$ .

Simulation : [http://www.walter-fendt.de/html5/phfr/resonance\\_fr.htm](http://www.walter-fendt.de/html5/phfr/resonance_fr.htm)



La courbe  $A(f)$  est appelée courbe de réponse du résonateur.

Une résonance peut provoquer des effets destructeurs,

p.ex. Tacoma Bridge : <https://www.youtube.com/watch?v=3mclp9QmCGs>

Résonance: Verre et son    Résonance: Verre et son, ralenti