

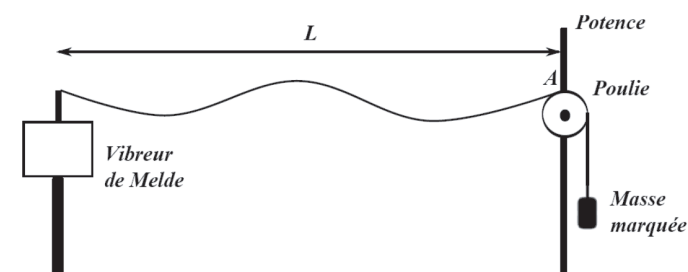
- Objectifs :** - Visualiser différents modes propres de vibration transversale de la corde.  
- Vérifier le lien entre la fréquence d'un mode propre et les différentes grandeurs qui interviennent.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Dispositif expérimental

La corde de Melde est une corde sans raideur de longueur  $L \approx 1,5$  m aux extrémités de laquelle sont fixés un excitateur sinusoïdal (vibreur de Melde) et une masse réglable d'autre part. Le vibreur est commandé par un G.B.F. de puissance.

On peut également suspendre d'autres masses à la masse suspendue à la corde de façon à faire varier la tension  $F_T = mg$  de la corde.

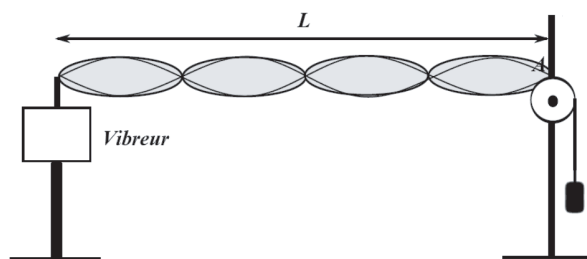


### 1.2. Aspect théorique

Le point A de la corde en contact avec la poulie constitue un nœud de vibration. Une onde transversale incidente donnera naissance à une onde réfléchie en A.

Lorsqu'on excite de manière sinusoïdale l'extrémité gauche d'une telle corde, il apparaît pour certaines fréquences particulières  $f_n$  un phénomène de résonance pour lequel onde incidente et réfléchie interfèrent de manière constructive.

On visualise alors un mode propre d'oscillation de la corde ; des fuseaux plus ou moins nombreux selon la fréquence  $f_n$  sont clairement visibles.



◇ Rappel de cours :

- La célérité des ondes transversales se développant le long de la corde s'exprime par  $c = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$   
 $F_T$  désignant la tension de la corde et  $\mu$  sa masse linéique.
- La longueur d'onde  $\lambda_n$  associée au mode propre  $n$  de vibration est telle que :  $L = n \frac{\lambda_n}{2}$   
 $L$  désignant la longueur "utile" de la corde, c'est-à-dire la longueur soumise au phénomène ondulatoire.
- La fréquence du mode propre  $n$  vaut alors  $f_n = \frac{c}{\lambda_n} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

## 2. COMMENT VISUALISER UN MODE PROPRE ?

### 2.1. Mode opératoire : quelques indications

- Suspendre une masse  $m = 200$  g à l'extrémité de la corde, mettre le G.B.F. sous tension, régler la fréquence sur quelques Hz puis brancher le vibreur. Faire alors varier la fréquence jusqu'à une centaine de Hz environ.

⚠ Attention : pour ne pas risquer d'endommager le vibreur, lisez attentivement les indications concernant son fonctionnement. En particulier, le curseur "level" doit être manipulé prudemment. Un ampèremètre vous permet de vérifier que l'intensité ne dépasse pas 1 A.

- Décrire les oscillations de la corde.  
Comment savoir quel mode propre est excité ?
- Mesure des fréquences : la fréquence est indiquée sur le GBF. On pourra évaluer la précision de cette indication en utilisant un stroboscope pour affiner la mesure (voir annexe).
- La tension de la corde peut être modifiée par ajout de masses.  
△ Veillez à ce que la masse pende librement à l'extrémité de la corde, de manière à évaluer correctement  $F_T$ .

## 2.2. Annexe : utilisation du stroboscope

△ Chez les personnes photosensibles, l'utilisation d'un stroboscope est déconseillée.

La valeur affichée par le stroboscope est un nombre de flashes par minute. Pour obtenir la fréquence correspondante, il faudra diviser ce nombre par 60.

On indique que la fréquence des oscillations notée  $f$  est déterminée par stroboscopie de la manière suivante :

- cette fréquence correspond à la fréquence maximale des éclairs pour laquelle il y a immobilité apparente de la corde.
- si on éclaire la corde avec une fréquence telle que  $f_{\text{éclair}} = n \times f$ , on distinguera  $n$  cordes (effet de persistance rétinienne).

## 3. ÉTUDE DE LA FRÉQUENCE D'UN MODE PROPRE

Il s'agit d'envisager plusieurs expériences pour vérifier la validité de la relation  $f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$

Vous observerez que dans cette expression, un paramètre est fixe : la masse linéique  $\mu$ . Cette grandeur devra être mesurée. On indique que la masse  $m_{\text{tot}}$  de la corde peut être mesurée au milligramme près, grâce à la balance disponible dans le laboratoire de sciences physiques, adjacent à la salle de TP. Sa longueur  $L_{\text{tot}}$  sera également mesurée, mais avec une précision beaucoup plus faible.

Vous vérifierez donc l'influence de  $n$  (le nombre entier caractérisant le mode propre), de  $F_T$  (la tension pouvant varier) ainsi que de  $L$  (la longueur utile de corde) sur la valeur de la fréquence propre  $f_n$ .

Toute courbe facilitant l'interprétation sera la bienvenue.

### Matériel :

- Corde de Melde et accessoires (banc d'optique, poulie et vibreur sur supports)
- GBF de puissance
- Masses marquées (jusqu'à 500 g)
- Stroboscope
- ordinateur + Excel (ou LatisPro)
- mètre-ruban
- balance (au milligramme)