



ACOUSTIQUE 2 : **INTERPRETATION ONDULATOIRE DES ONDES SONORES**

Connaissances et savoir-faire exigibles :

- (1) Connaître l'allure de l'onde après réflexion sur une extrémité fixe.
- (2) Savoir comment produire un système d'ondes stationnaires ; application à la détermination d'une longueur d'onde.
- (3) Connaître et exploiter les relations exprimant la quantification des modes : $2L = n \times \lambda$ (n entier) ; $v_n = nV/2L$.

Savoir-faire expérimentaux :

Avec le matériel disponible au laboratoire savoir réaliser et exploiter une expérience d'ondes stationnaires :

- (4) - mesure de longueur d'onde,
- (5) - mesure d'une célérité,
- (6) - mesure des fréquences propres,
- (7) - influence des paramètres.

I Réflexion d'un signal sur un obstacle fixe ⁽¹⁾ :

1) Expérience :

Un élève tient la corde fixe à une extrémité et un autre élève excite verticalement l'extrémité opposée.

- a. Faire deux schémas représentant la situation juste avant réflexion et la situation juste après réflexion.

- b. Vérifier et corriger si besoin en visualisant la vidéo ondoscope-extrem-fixe.avi.

2) Questions :

Quelles sont les caractéristiques de l'onde réfléchi :

- Identiques à celles de l'onde incidente ?

- Différentes de celles de l'onde incidente ?

3) A retenir :

II Réflexion d'une onde progressive sinusoïdale sur un obstacle fixe : obtention d'ondes stationnaires :

1) Activité :

Livre Parisi Belin p62/63

2) A retenir :

- La d'une onde progressive sinusoïdale de fréquence ν et de l'onde réfléchi sur un obstacle fixe issue de celle-ci fait apparaître une onde de même fréquence ν . (les élongations des deux ondes s'..... algébriquement).

Remarque :

Une onde stationnaire apparaît pour toute fréquence de l'onde incidente, il n'y a pas quantification.

- Une onde stationnaire présente des et des de vibrations (l'extrémité de la corde où se situe l'obstacle est nécessairement un nœud de vibration).

.....
.....

III Réflexion sur deux obstacles fixes :

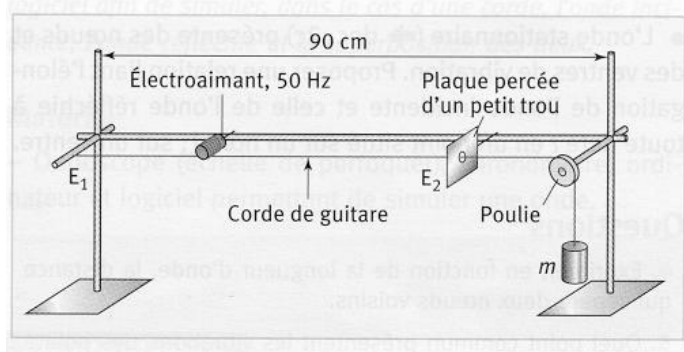
1) Activité expérimentale (4), (5), (6) et (7) :

Nous avons déjà constaté dans les oscillations forcées d'une corde (chapitre précédent paragraphe II3)) qu'une onde stationnaire ne pouvait apparaître le long d'une corde fixée entre deux points fixes que pour certaine fréquence.

Nous allons voir à présent, l'influence qu'ont les différents paramètres liés à la corde sur l'onde stationnaire.

Voici le dispositif expérimental :

Nous utiliserons celui-ci à une différence près : l'électroaimant de 50 Hz est remplacé par un vibreur alimenté avec une tension alternative de 50 Hz.



Attention, ces deux appareils qui permettent de mettre en vibration la corde, l'excite à une fréquence double de leur fréquence de vibration.

La fréquence d'excitation de la corde sera donc de 100 Hz.

La plaque percée d'un petit trou constitue un point fixe pour la corde, déplacée lentement le long de la corde, elle permet de faire varier la longueur L en maintenant la tension du fil constante.

Question 1 :

- La fréquence de vibration de la corde étant fixée (100 Hz), quels paramètres de cette expérience peut-on faire varier ? Citez-les.

.....

- Quelle précaution faut-il prendre pour étudier l'influence de ces divers paramètres ?

.....

a. Expérience 1 : éclairage stroboscopique :

Accrochez une masse de 25 g pour tendre la corde, cherchez la longueur de corde (en déplaçant la plaque trouée) qui permet d'obtenir trois fuseaux.

Eclairez la corde au stroboscope réglé sur la fréquence de vibration de la corde (on rappelle que $v_{\text{strobe}} (\text{coups/min}) = v_{\text{vibreur}} (\text{Hz}) \times 60$).

Question 2 :

2



- Qu'observez-vous ? Faites un schéma.
 - Que peut-on dire sur la vibration des points de la corde située entre deux nœuds consécutifs ?
.....
 - Et de part et d'autre d'un nœud ?
.....
- b. Expérience 2 : relation entre la longueur de la corde L et la longueur d'onde λ :
Ici on ne fait varier que L

Pour une masse de 25 g qui tend la corde, complétez le tableau suivant :

L (cm)				
n				
λ (cm)				

n représente le nombre de fuseaux.

D'après le paragraphe précédent, on sait que la distance entre deux nœuds consécutifs est égale à $\lambda/2$.

Question 3 :

- Etablissez une relation entre L, n et λ .
.....
.....
- Soit Δt la durée d'un aller-retour de l'onde le long de la corde : exprimer Δt en fonction de L et V célérité de l'onde. Le phénomène d'onde stationnaire est stabilisé si cette durée Δt correspond à un nombre entier de périodes T soit $\Delta t = n T$ avec n nombre entier.
Justifiez la relation entre L et λ déterminée précédemment.
.....
.....
.....
.....

c. Expérience 3 : relation entre la célérité V des ondes et la tension de la corde :

Ici on ne fait varier que $F_{tension}$ par l'intermédiaire de m

Pour différentes valeurs de la masse m, recherchez une valeur de L qui conduit à l'existence d'une onde stationnaire. Comptez le nombre de fuseaux. A partir de la relation entre L, n et λ établit ci-dessus, déterminez la valeur de λ pour les différentes masses puis calculez la célérité dans chaque cas sachant que $v = 100$ Hz.

Complétez le tableau ci-dessous dans lequel $F_{tension}$ désigne la tension de la corde :

m (g)			
L (cm)			
n			
$F_{tension}$ (N)			
λ (cm)			
V ($m.s^{-1}$)			

Calcul de $F_{tension}$: $F_{tension} = P(\text{masse } m) = m \times g$ avec $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$

Question 4 :

- Comparez les célérités obtenues pour les masses ayant entre elles un rapport de deux. Proposez une expression de V en fonction de $F_{tension}$.
.....
.....



- Sachant que l'on a aussi $V = k \times \frac{1}{\sqrt{\mu}}$ et à partir d'une mesure du tableau ci-dessus, trouvez une valeur de μ qui est la masse linéique de la corde.

.....

d. Expérience 4 : fréquences des modes propres de vibrations de la corde :
Ici on ne fait varier que v

Nous allons dans cette expérience retrouver théoriquement la valeur des fréquences propres et vérifiez expérimentalement leur validité.

Question 5 :

- Rappeler la relation entre la fréquence v d'une onde sinusoïdale progressive, sa longueur d'onde λ et sa célérité V .
- Comment a-t-on désigné au chapitre précédent l'onde stationnaire associée au nombre de fuseaux n ?
- Établir la relation entre la fréquence v_n du mode harmonique de rang n de vibration de la corde, la longueur L de la corde et la célérité V .

.....

On se place à $L = 88\text{cm}$ et $m = 75\text{ g}$. A l'aide du tableau et des formules précédentes, calculez les différentes fréquences propres. Vérifiez expérimentalement l'obtention de ces modes propres aux fréquences calculées.

2) A retenir :

a. Condition de stabilité ⁽³⁾ :

Soit une **corde de guitare fixée à ses deux extrémités** : si une onde se propage le long de cette corde, elle est réfléchi un grand nombre de fois aux extrémités : des ondes stationnaires ne peuvent s'établir qu'à certaines conditions :

-
-

Conclusion : On en déduit que l'on peut observer une onde stationnaire de n fuseaux sur une corde de longueur L à condition que :

	{
--	---	----------------------------------

b. Production d'ondes stationnaires et détermination de longueur d'onde ⁽²⁾ :

Nous avons vu au chapitre précédent et au 1) de ce paragraphe comment produire des ondes stationnaires sur une corde métallique.

Nous savons à présent que la longueur d'un fuseau est égale à $\lambda/2$.

Donc lorsque nous produisons une onde stationnaire sur une corde fixée à ses deux extrémités, il suffit de mesurer la longueur d'un fuseau pour connaître la longueur d'onde de l'onde stationnaire en question.

c. Fréquences propres ⁽³⁾ :

Cherchons alors l'expression des fréquences propres (en fonction de la longueur de la corde) qui donnent naissance aux ondes stationnaires :