


Doc. 1 – Ondes mécaniques périodiques.

Lorsqu'une onde mécanique est produite par un phénomène qui se répète, identique à lui-même, à intervalle de temps régulier, l'onde est dite **périodique**. Une telle onde possède une **double périodicité** :

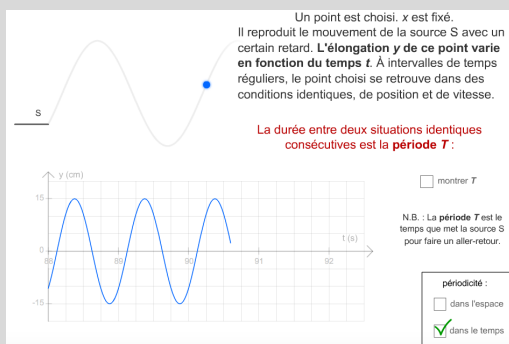
- **Périodicité temporelle** : un point donné de l'espace subit la même perturbation à intervalle de temps régulier. Cet intervalle est la **période T** de l'onde.
- **Périodicité spatiale** : à un instant donné, plusieurs points de l'espace subissent la même perturbation. La distance la plus courte qui sépare deux de ces points est la **période spatiale** de l'onde, appelée **longueur d'onde** et notée λ .

1 Étude d'une simulation

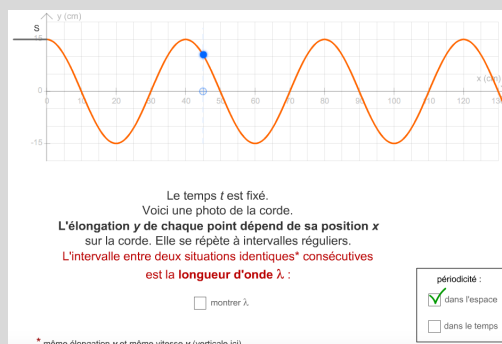
Doc. 2 – Observation de la double périodicité.

 Ouvrir le fichier double-periodicite.exe

Cette simulation met en évidence la double périodicité d'une onde périodique.



(a) Périodicité temporelle : la courbe indique la position du point bleu au cours du temps.



(b) Périodicité spatiale : on observe l'allure de la corde à un instant donné.

1. Sur l'animation, choisir l'affichage de la périodicité temporelle et montrer la période sur le graphe. Que vaut la période T de l'onde ?

.....

.....

.....

2. Sur l'animation, choisir l'affichage de la périodicité spatiale. Que vaut la longueur d'onde λ ?

.....

.....

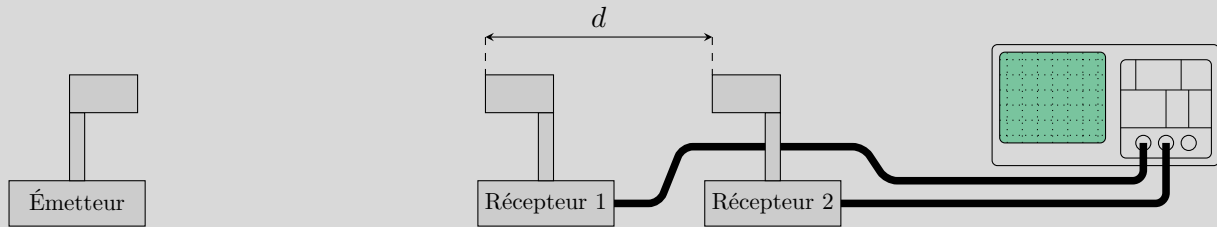
.....

2 Mesure de la longueur d'onde d'ultrasons

Doc. 3 – Ultrasons.


Les **ultrasons** sont une catégorie d'onde sonore dont la fréquence est supérieure à 20 kHz. Ils ne font donc pas partie du domaine d'audition de l'oreille humaine, mais certains animaux peuvent les percevoir et les utilisent pour communiquer.

Il est possible de générer et d'enregistrer des ultrasons grâce à des microphones. On peut observer les signaux produits au cours du temps sur un oscilloscope.

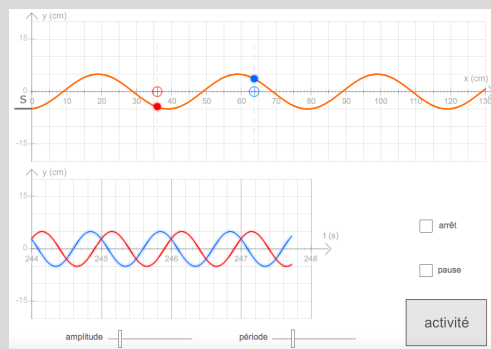


a. Principe de la mesure de la longueur d'onde

Doc. 4 – Principe de la mesure.

 Ouvrir le fichier `longueur-onde.exe`.

Cette simulation permet d'illustrer le principe de la mesure de la longueur d'onde des ultrasons.



Le graphe du bas représente l'élongation de la corde au cours du temps au niveau des points rouge et bleu.

1. Sur le graphe temporel, mesurer la période T de l'onde.

.....
.....

2. Positionner les points rouge et bleu au même endroit de la corde vibrante.
3. Éloigner lentement le point bleu de la source de l'onde, jusqu'à ce que sa perturbation au cours du temps soit identique à celle du point rouge : on dit qu'ils vibrent **en phase**. La distance qui sépare alors ces deux points est la longueur d'onde λ . Que vaut-elle ?

.....
.....

4. Dans cette configuration, quelle durée faut-il à la perturbation au point rouge pour atteindre le point bleu ?

.....
.....

5. En déduire une relation entre la longueur d'onde λ , la période T de l'onde et sa célérité v :

b. Longueur d'onde des ultrasons

- Observer à l'oscilloscope les signaux enregistrés par les deux récepteurs. Centrer verticalement les signaux. Placer le récepteur mobile de telle sorte à ce que les deux signaux soient en phase et repérer sa position sur le banc d'optique.
- Éloigner **lentement** le récepteur mobile de l'émetteur, jusqu'à ce que les deux signaux enregistrés soient à nouveau en phase. Mesurer alors la longueur d'onde λ des ultrasons émis.

.....

.....

Lorsqu'on lit sur une échelle graduée où l'écart entre les deux graduations les plus proches est δ , l'incertitude de mesure est voisine de :

- $\frac{\delta}{2}$ en cas de lecture simple (sur un thermomètre, par exemple) ;
- δ en cas de lecture double (aux deux bouts d'une règle, par exemple).

- Estimer l'incertitude expérimentale, notée $u(\lambda)$, sur la mesure effectuée, en vous appuyant sur la précision de l'instrument de mesure.

.....

.....

.....

- Calculer l'incertitude relative de la mesure, qui est le rapport de l'incertitude absolue $u(\lambda)$ par la valeur mesurée λ :

$$\frac{u(\lambda)}{\lambda} = \quad = \quad \%$$

- On peut améliorer la précision de la mesure en mesurant la distance correspondant à dix longueurs d'onde plutôt qu'à une.

Replacer les deux récepteurs dans une position telle qu'ils soient en phase, puis éloigner l'un deux d'une distance de 10λ , en comptant sur l'oscilloscope le nombre de fois que les signaux sont en phase. Mesurer la distance d qui sépare alors les récepteurs.

.....

.....

- En déduire la valeur de la longueur d'onde λ .

.....

.....

.....

7. En mesurant la distance d correspondant à 10 longueurs d'onde, l'incertitude de mesure porte sur la distance totale. Que vaut alors l'incertitude sur une seule longueur d'onde λ pour cette nouvelle mesure ?

.....
.....
.....

8. En déduire la valeur de l'incertitude relative pour cette nouvelle mesure :

$\frac{u(\lambda)}{\lambda} =$	$=$	$\%$
--------------------------------	-----	------

9. Justifier que la nouvelle mesure est plus précise que la précédente.

.....
.....
.....

c. Célérité des ultrasons

1. Observer à l'oscilloscope le signal enregistré par l'un des récepteurs. Grâce aux curseurs de temps, mesurer la période T de l'onde de la manière la plus précise possible, en indiquant votre démarche.

.....
.....
.....
.....
.....

2. En déduire la valeur de la célérité des ultrasons et la comparer à la vitesse du son dans l'air.

.....
.....
.....
.....