



# Chapitre A4 - Ondes progressives périodiques, cas particulier de l'analyse d'un son

Si la perturbation qui se propage est un phénomène périodique, on parle alors d'ondes périodiques.

## Activité 1 Simulation de deux ondes périodiques : onde sonore et onde dans une corde

**Objectif :** mettre en évidence la double périodicité d'une onde et établir la relation entre les deux périodes.

☞ Dans cette activité nous allons utiliser deux simulateurs :

« *simulaSON* » anime un modèle microscopique du son dans un tuyau sonore.

« *simulaCORDE* » anime un modèle de l'onde qui se propage le long d'une corde horizontale.

### A- Période temporelle

En observant les animations données par les logiciels, on peut vérifier que, dans le cas d'une onde mécanique progressive *périodique*, en un endroit donné, la perturbation est périodique dans le temps.

☞ Vérifier que

- si la perturbation est périodique à l'extrémité de la corde, alors la perturbation est périodique en tout point.
- si la perturbation est sinusoïdale à l'extrémité de la corde, alors la perturbation est sinusoïdale en tout point.

- 1) Expliquer par écrit comment on pourrait mesurer cette période pour une onde périodique à la surface de l'eau si on dispose d'une vidéo.

### B- Période « spatiale » : longueur d'onde

Au bout d'un certain temps, tout le milieu est perturbé. On peut donc trouver, à chaque instant, différents points du milieu pour lesquels la perturbation est la même.

*Lire le § B du modèle*

☞ Vérifier que vous êtes capable d'estimer la longueur d'onde dans le cas de la simulation d'une onde le long d'une corde (*simulaCORDE*) et dans le cas de la simulation d'une onde sonore (*simulaSON*).

☞ Appeler le professeur pour lui montrer.

- 2) Expliquer par écrit comment on pourrait mesurer la longueur d'onde pour une onde périodique à la surface de l'eau si on dispose d'une vidéo.

### C- Lien entre période et longueur d'onde

- 3) A l'aide des simulateurs, comparer la distance dont s'est déplacée une perturbation pendant une période et la longueur d'onde ?

- 4) En déduire une relation entre période  $T$ , longueur d'onde  $\lambda$  et célérité de l'onde  $v$

☞ Après validation par le professeur compléter le § C du modèle

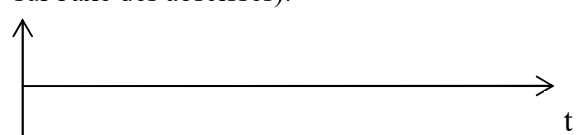
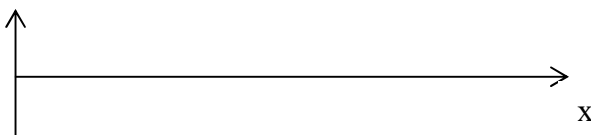
*Pour rendre plus simples les études et représentations futures, on utilisera souvent à partir de maintenant des perturbations variant sinusoïdalement avec le temps. Les ondes correspondantes sont alors appelées sinusoïdales.*

## Activité 2 ReprésentationS d'une perturbation dans le cas d'une onde sonore

**Objectif :** Distinguer les représentations des perturbations au cours du temps ou dans l'espace et savoir les exploiter.

☞ Dans le logiciel *simulaSON*, simuler une onde sonore (elle est sinusoïdale par soucis de simplification) de fréquence 1,5 Hz. Observer la représentation microscopique dans le tuyau sonore simulé.

- 1) Dans la situation réelle, quelle est la grandeur physique qui caractérise le milieu de propagation et qui varie lors de la propagation d'un son ?
- 2) Représenter ci-dessous la variation spatiale de cette grandeur dans le tuyau sonore à un instant donné (échelle des ordonnées arbitraire).
- 3) Prévoir la variation temporelle de cette grandeur à un endroit donné pour un capteur qui serait placé dans le milieu (on placera des graduations sur l'axe des abscisses).



☞ Appeler le professeur pour lui montrer.

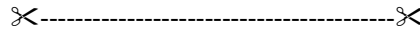


☑ Vérifier votre réponse précédente à l'aide de la fenêtre "évolution temporelle de la pression acoustique" en plaçant le capteur 1 dans le milieu.

- 4) Dans le repère précédent de droite (représentation au cours du temps), tracer en rouge la courbe donnant l'évolution de la pression acoustique pour un 2<sup>e</sup> capteur qui serait exactement éloigné d'une demi-longueur d'onde du capteur 1.

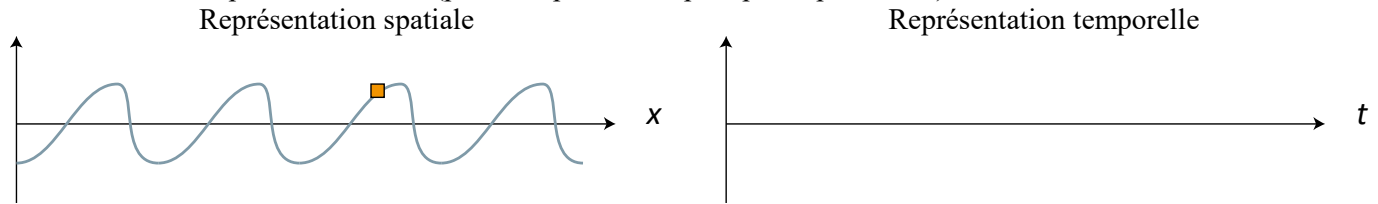
👋 Appeler le professeur pour lui montrer.

☑ Vérifier votre réponse précédente en plaçant le capteur 2 à la position adéquate.



### Activité 2 – Pour aller plus loin – cas d'une onde non sinusoïdale

On peut simuler avec *simulaCORDE* une onde périodique non sinusoïdale. La représentation spatiale de la grandeur aura l'allure représentée à gauche ci-dessous. Sur le graphique de droite, représenter l'allure des variations temporelles de la hauteur en un point de la corde (par exemple celui repéré par le petit carré) :



☑ **Simulation** : vérifier votre réponse précédente en utilisant le curseur « Déformation ».

### Activité 2 – Pour aller plus loin – Cas des ondes à la surface de l'eau

Une cuve à ondes est un dispositif qui permet de voir l'état de surface d'un plan d'eau sur lequel se propage une onde. La perturbation est créée par un dispositif qui souffle de l'air verticalement de façon périodique. Vous disposez d'une vidéo qui a enregistré pendant 2 secondes à 250 images par seconde. Vous disposez du logiciel *Aviméca* pour exploiter cette vidéo.

Vous devez proposer et réaliser des démarches expérimentales qui permettent de mesurer :

- 1. la période temporelle
- 2. la longueur d'onde
- 3. la célérité, considérée constante.

Vous mènerez une analyse critique des mesures, en particulier en vérifiant la validité de la relation entre période et longueur d'onde. Vous exposerez méthodes et mesures sur une feuille A4.

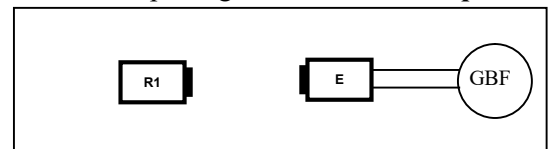
### Activité 3 (exp) Détermination de la célérité des ultrasons dans l'air

Grâce à la relation entre période et longueur d'onde, on peut déterminer la vitesse du son dans l'air. Pour ceci il faut pouvoir mesurer  $T$  et  $\lambda$  pour un son donné. On en déduit *par calcul* l'expression de la célérité  $v$ .

Pour plus de confort auditif on utilise des ultrasons. L'émetteur d'ultrasons (la source) est un haut-parleur délivrant une onde sinusoïdale. Le récepteur d'ultrasons délivre une tension électrique qui rend compte de l'état de l'air à l'endroit où il se trouve (air plus ou moins comprimé). Cette tension est visualisée selon un axe temporel grâce à un *oscilloscope*.

#### 1) Mesure de la période de l'onde sonore reçue.

- Placer un récepteur face à l'émetteur.
- Mesurer la période  $T$  du signal électrique délivré par le récepteur (période égale à celle de l'onde perçue).



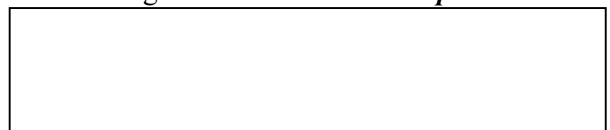
- 2) Calculer la **fréquence de l'onde** sonore et vérifier qu'elle est voisine de 40 kHz.

#### 3) Mesure de la longueur d'onde

- Brancher à l'oscilloscope un deuxième récepteur noté R2 et le positionner, à proximité de R1, de façon à ce que les deux tensions soient **en phase** (maximum et minimum aux mêmes instants).

☑ À l'aide de *simulaSON*, simuler une onde de fréquence 1,8Hz, et utiliser les fonctionnalités du logiciel (en particulier les capteurs !) pour en déduire une condition pour que les deux signaux délivrés soient **en phase**.

Proposer alors une méthode expérimentale utilisant les deux récepteurs pour mesurer la longueur d'onde  $\lambda$  (l'émetteur reste fixe) : faire ci-contre un schéma du dispositif proposé et décrire les actions et mesures effectuées (en pensant à minimiser l'incertitude sur la mesure). Noter le résultat sous la forme :  $\lambda = \dots \pm \dots$  (unité)



#### 4) Calcul de la célérité

En déduire une valeur de la célérité du son dans le cas présent.

Pour aller plus loin :

Calculer l'écart relatif avec la valeur théorique pour l'air à la température de la pièce (voir chapitre précédent).