

# Première partie

## Ondes et signaux

Introduction :

Programme :

- Contenus :
  - Onde mécanique progressive.
  - Grandeurs physiques associées.
- Capacités exigibles : Décrire, dans le cas d'une onde mécanique progressive, la propagation d'une perturbation mécanique d'un milieu dans l'espace et au cours du temps : houle, ondes sismiques, ondes sonores, etc. Expliquer, à l'aide d'un modèle qualitatif, la propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel.

Connaissez-vous des exemples d'ondes ? Les ondes que vous me citerez, je les note dans 2 colonnes selon un critère que vous devez deviner. Alors ?

vagues	lumière
ondes sismiques	infra-rouge
ondes sonores	ultra-violet

Dans la première colonne se trouvent des ondes **mécaniques** : elles se propagent grâce à des oscillations d'un milieu matériel. Elles ne se propagent pas dans le vide. Dans la seconde se trouvent des ondes **électromagnétiques** : elles peuvent se propager dans la matière ou dans le vide. On va d'abord s'intéresser aux ondes mécaniques. Regardons quelques ondes mécaniques.

- Regardez cette corde. J'attache l'une de ces extrémités et je crée une petite perturbation à l'autre. Une onde se propage.
- Regardez ce ressort. Je le tiens tendu à la verticale. Quand on crée une petite perturbation en serrant plusieurs spires du ressort puis en lâchant, on observe une onde se propager puis être réfléchi à l'extrémité du ressort.
- Regardez cette onde à la surface de l'eau. Je la crée en touchant la surface de l'eau de la cuve à ondes.
- Regardez cette animation d'onde sismique :  
<https://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/hazards/earthquakes/seismicWaves.html>
- Exemple d'onde sonore (vidéo site TS : enceinte et bougie)
- Faire une hola

Toutes ces ondes sont des ondes mécaniques. Qu'est-ce qui bouge ? C'est la matière qui fait une oscillation puis reprend sa position de départ. Pour créer une onde, il faut qu'il y ait une perturbation initiale. Ensuite, cette perturbation se propage dans la matière.

## 1 Ondes mécaniques

### 1.1 Définition

Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel. Lors du passage d'une onde, il n'y a pas de transport global de matière. Par contre, une onde transporte de l'énergie. Elle se propage dans toutes les directions possibles à partir d'une source.

## 1.2 Grandeurs physiques associées à une onde

Quand l'onde se propage le long de la corde, qu'est-ce qui varie pour un point traversé par cette onde ?

Sa hauteur ou position ou son élongation.

Lors de la propagation d'une onde le long d'une corde, la grandeur physique qui est modifiée en un point de la corde est son **élongation**. L'élongation est la distance entre un point et la position d'équilibre.

schéma.

L'**amplitude** d'une onde est la valeur maximale de l'élongation. Pour une onde sonore, la grandeur physique qui est modifiée en un point où se propage l'onde est : **la pression**(voir illustration)

## 1.3 Le retard d'une onde entre 2 points

Expérience : Mesure de la vitesse d'une onde le long d'une corde. On filme la propagation d'une perturbation le long d'une corde. On a repéré sur la corde 2 points M et M'. On déclenche un chronomètre lorsqu'on crée la perturbation. Le sommet de l'onde passe en M à l'instant t et en M' à l'instant t'.

Quel est le retard de l'onde en M' par rapport à M ? (voir illustrations)

Le retard est  $\tau = t' - t$

Le retard d'une onde se propageant entre un point M et un point M' est la durée séparant son passage entre ces deux points. Il est noté  $\tau$  et est exprimé en seconde.

## 1.4 La célérité d'une onde

Comment trouver la vitesse de l'onde le long de la corde ? Il suffit de se rappeler que la vitesse est une distance divisée par une durée. La distance est ici MM' et la durée  $\tau$ . La vitesse ou célérité c d'une onde se propageant d'un point M à un point M' avec un retard  $\tau$  se calcule avec la formule :

$c = \frac{MM'}{\tau}$  avec c en m/s ; MM' en mètre(m) ;  $\tau$  en seconde(s)

Quelques célérités :

- air à 20°C 343 m/s
- eau 1500 m/s
- béton 3100 m/s
- acier 5600 à 5900 m/s

## 2 Ondes mécaniques périodiques

Que se passe-t-il si l'on répète la perturbation régulièrement ? J'essaye avec une corde. Les perturbations se propagent tour à tour avec toujours le même retard entre les deux. On a créé une onde périodique. Avec une corde et à la main, ce n'est pas très périodique. Des vagues à la surface de l'océan, déferlant sur la plage c'est un peu plus périodique (image illustrations). Pour avoir une onde vraiment périodique, rien de tel qu'une machine. La cuve à ondes est munie d'un moteur qui fait vibrer régulièrement une tige métallique dans l'eau. La perturbation est périodique donc l'onde sera périodique. Avec l'animation : **vagues phet**, l'onde périodique est créée par la chute régulière d'une goutte d'eau sur une surface d'eau. Des vagues régulières, sinusoïdales et concentriques se propagent.

## 2.1 Création d'une onde périodique et période T

Pour créer une onde périodique, il faut que la perturbation à l'origine de l'onde soit répétée régulièrement et de façon identique.

La durée écoulée entre chaque perturbation s'appelle la période et on la note T. Son unité est la seconde.

Chaque point du milieu a un mouvement périodique ayant la même période que la perturbation. Voir illustrations mouvement d'un baigneur au cours du temps. La période pour cet exemple est de 8 secondes.

A noter que la période se mesure entre deux points de même élongation de deux perturbations successives.

## 2.2 Fréquence f d'une onde périodique

Si on diminue la durée entre 2 perturbations (si on diminue la période), le nombre de perturbations par seconde augmente : on dit que la fréquence de l'onde augmente. Si la période augmente, la fréquence diminue.

La fréquence f et la période T sont liées par la formule :  $f = \frac{1}{T}$

f en Hertz (Hz) et T en seconde (s)

Le mouvement oscillatoire de chaque point a la même fréquence que celle de la source.

## 2.3 Longueur d'onde $\lambda$ d'une onde périodique

Première définition : Si l'on fige la propagation d'une onde périodique à un instant t, alors la distance entre 2 points successifs de même élongation est la longueur d'onde  $\lambda$ .

Deuxième définition : La longueur d'onde est la distance minimale entre 2 points en phase du milieu de propagation. Deux points sont en phase s'ils ont la même élongation à toute instant.

La longueur d'onde a pour unité le mètre et se note  $\lambda$  voir illustrations : pour cet exemple,  $\lambda = 5m$

## 2.4 Relation ente période T, longueur d'onde $\lambda$ et célérité v

Une onde périodique parcourt une longueur d'onde pendant une période. Sa célérité est donc :  $v = \frac{\lambda}{T}$

v en m/s.  $\lambda$  en m et T en seconde.

On en déduit :  $v = \lambda \times f$  et  $\lambda = \frac{v}{f}$

## 2.5 Points en phase

Deux points d'un milieu matériel parcouru par une onde périodique sont en phase s'ils ont la même élongation à tout instant. (schéma) La longueur d'onde  $\lambda$  correspond à la plus petite distance pour laquelle 2 points vibrent en phase. La distance pour laquelle 2 points vibrent en phase est un multiple de la longueur d'onde :  $d(phase) = n \times \lambda$

### **3 Images et couleurs**