



Les phénomènes ondulatoires se retrouvent dans de très nombreux domaines de la physique.

- En mécanique : ondes sismiques, ondes sonores, vagues à la surface de l'eau...
- En électromagnétisme : la lumière, les micro-ondes, les ondes radio, les rayons X...
- En mécanique quantique : dualité onde-corpuscule, onde de matière...
- Et d'autres encore (ondes gravitationnelles, onde de chaleur, etc.).

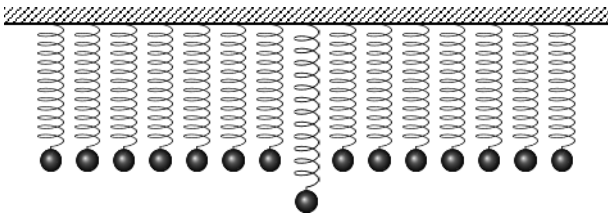
## I - Les ondes

### I.1 - Qu'est-ce qu'une onde ?

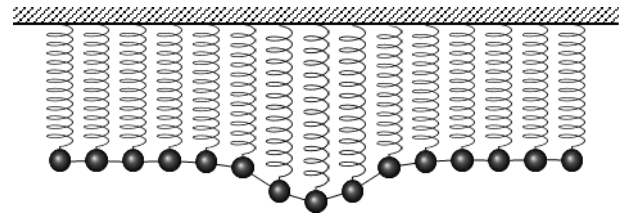
Pour obtenir une onde, il faut nécessairement avoir un couplage entre deux grandeurs physiques.

Exemple :

Considérons une chaîne de système { masse + ressort }. On écarte la masse centrale de sa position d'équilibre, puis on la lâche



Pas de couplage : seule la masse centrale va osciller. L'énergie initialement mise dans l'oscillateur central ne se propage pas.



L'altitude d'une masse est couplée à la force élastique subie par les masses voisines. La perturbation initiale va se propager latéralement, bien que chaque masse reste à la même position.

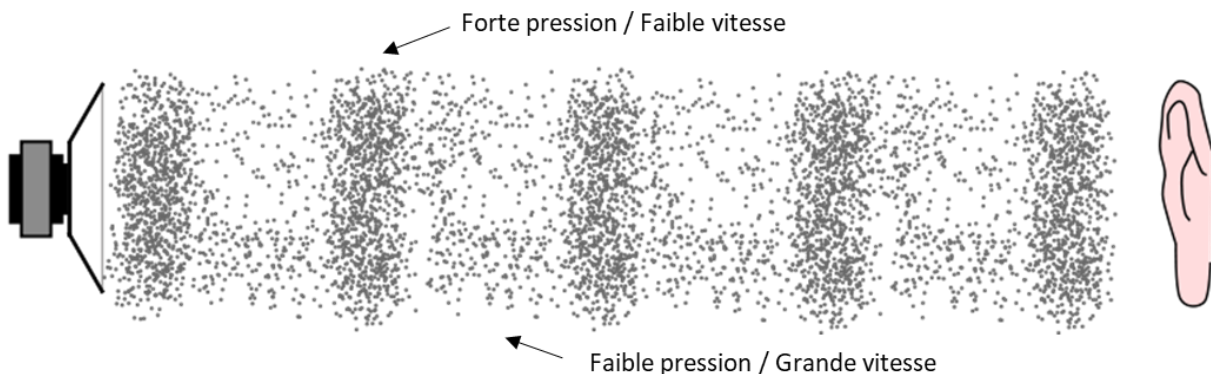
Définition :

Une **onde** correspond à la propagation d'une perturbation  $s(M, t)$ , donc d'énergie, sans propagation de matière.

### I.2 - Exemples

Signaux acoustiques :

Les grandeurs couplées la **pression** et la **vitesse** des particules.

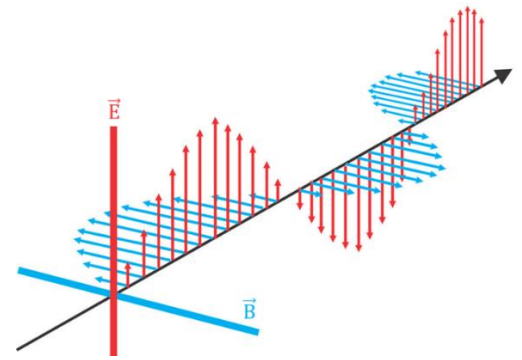


### Signaux électriques :

Lorsque l'on sort du cadre de l'ARQS, un signal électrique ne se propage pas instantanément mais sous la forme d'une onde. Les grandeurs couplées sont la **tension** et l'**intensité**.

### Signaux électromagnétiques :

Lumineux, UV, RX, onde radio, etc. Toutes ces ondes résultent d'un couplage entre le **champ électrique** et le **champ magnétique**.



## II - Ondes progressives

### II.1 - Évolutions temporelle et spatiale

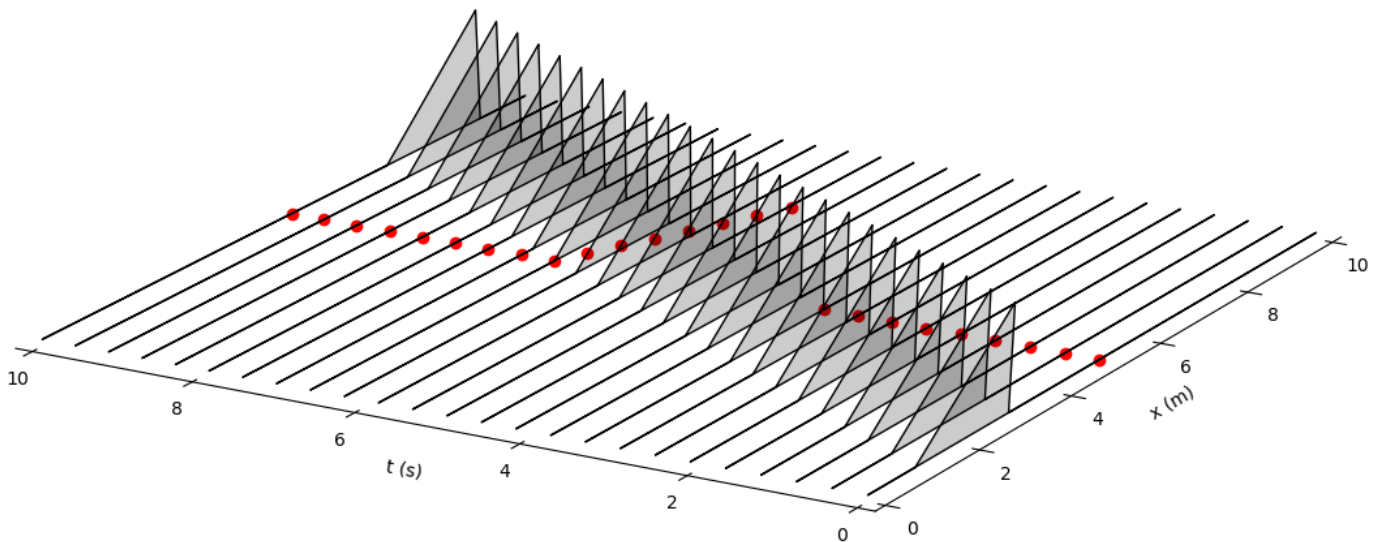
#### Définition :

Une **onde progressive** (OP) est une perturbation qui se retrouve identique à elle-même après une durée  $\Delta t$  et à une distance  $\Delta x$ .

#### Exemple :

Vague en forme de « triangle rectangle » qui se propage à la célérité  $c$  selon les  $x$  croissants. **Attention !** La célérité de l'onde n'a rien à voir avec la vitesse locale des particules de fluide.

On place un flotteur (point rouge) au niveau du point d'abscisse  $x = 5$ .



---

---

---

---

---

---

## II.2 - Expression mathématique d'une OP

On a vu qu'une onde quelconque  $s(x, t)$  dépendait de deux variables : l'espace et le temps. On va voir qu'une OP ne dépend que d'une seule variable.

### a) Rappel mathématique

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### b) Point de vue spatial

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### c) Point de vue temporel

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### d) Bilan

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

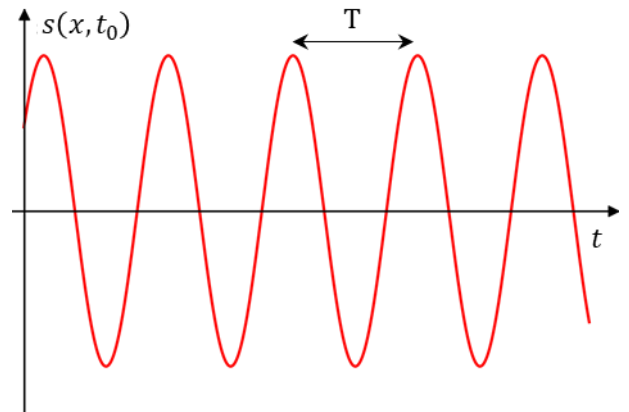
---

---

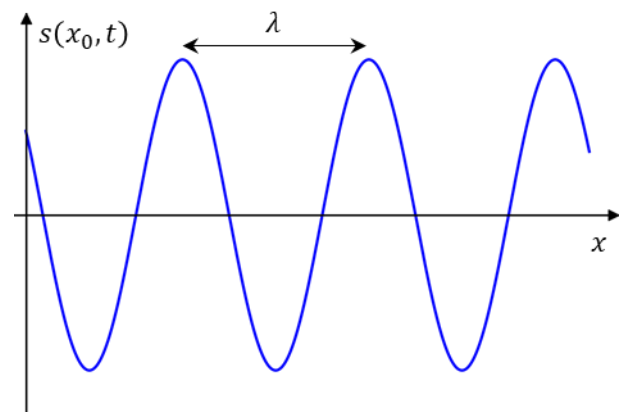
# III - Ondes progressives harmoniques

## III.1 - Définition

### Profil temporel



### Profil temporel



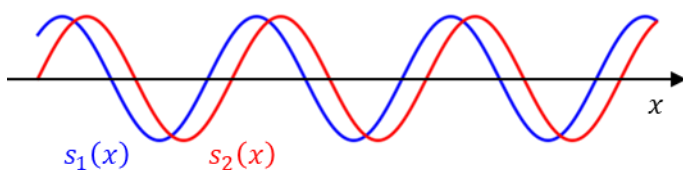
On constate donc qu'une OPH possède une **double périodicité**, spatiale et temporelle.

## III.2 - Déphasage entre deux OPH

Soit une source qui émet une OPH de la forme :  $s(x, t) = S_0 \cos(\omega t - kx)$

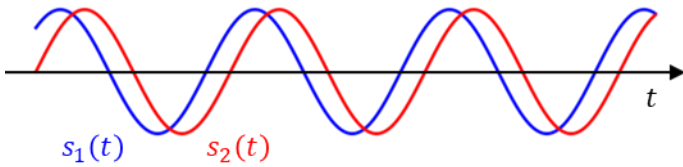
### a) Déphasage temporel

Soit deux « photographies » prises à 2 instants  $t_1$  et  $t_2$ . On pose  $\tau = t_2 - t_1$ . Superposons les deux signaux  $s_1(x) = s(x, t_1)$  et  $s_2(x) = s(x, t_2)$ .



### b) Déphasage spatial

Soit deux capteurs placés aux positions  $x_1$  et  $x_2$ . On pose  $\Delta x = x_1 - x_2$ . On superpose les deux signaux  $s_1(t) = s(x_1, t)$  et  $s_2(t) = s(x_2, t)$ .



---

---

---

---

---

---

---

---

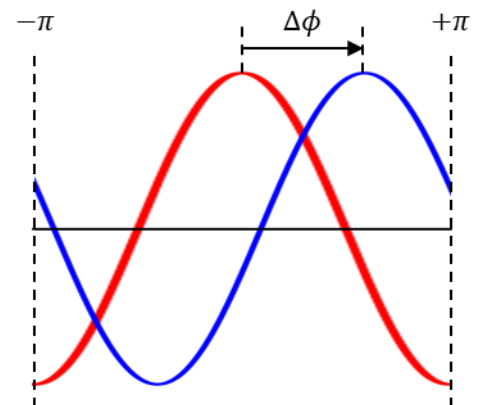
### c) Vocabulaire

#### Propriété :

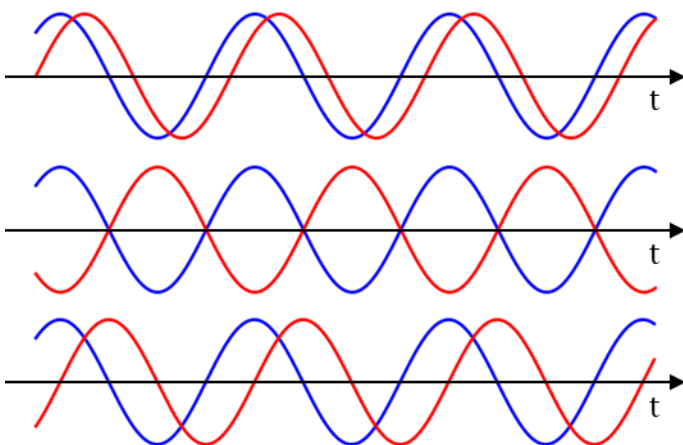
En physique, on choisit  $\Delta\phi$  modulo  $2\pi$  de sorte que  $-\pi < \Delta\phi \leq \pi$ .

#### Définitions :

- Le signal qui atteint son maximum avant l'autre est dit en **avance de phase**. L'autre est dit en **retard de phase**.
- Si  $\Delta\phi = 0$ , les signaux sont **en phase**.
- Si  $\Delta\phi = \pm\pi$ , les signaux sont en **opposition de phase**.
- Si  $\Delta\phi = \pm\pi/2$ , les signaux sont en **quadrature de phase**.



#### Exemples :



---

---

---

---

---

---

---

---

### III.3 - ODG des fréquences des OPH

---

---

---

---

Lined writing area with 20 horizontal lines.

IV - Milieux dispersifs

---

Lined writing area with 15 horizontal lines.