



Chapitre 2 : Ondes mécaniques progressives et périodiques

1. Onde progressive périodique

Une onde progressive périodique est créée par une source dont le mouvement se répète régulièrement. Elle possède une double périodicité : **temporelle** et **spatiale**.

1.1 Périodicité temporelle

Tous les points du milieu reproduisent le même mouvement à intervalles de temps réguliers.

La **période temporelle** T est la plus petite durée au bout de laquelle le mouvement se reproduit identique à lui-même.

$$f = \frac{1}{T}$$

La fréquence f , exprimée en hertz (Hz), représente le nombre de périodes par seconde.

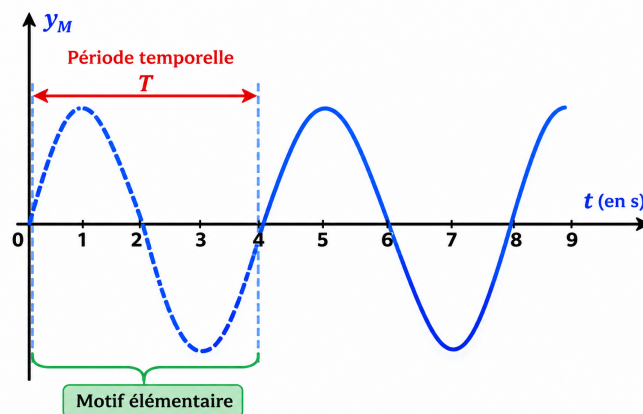


FIGURE 1 – Détermination de la période T sur une représentation temporelle

1.2 Périodicité spatiale

À un instant donné, certains points du milieu sont dans le même état vibratoire et se répètent à intervalles réguliers dans l'espace.

La **longueur d'onde** λ est la plus petite distance séparant deux points qui vibrent en phase. Elle s'exprime en mètre.

Deux points M_1 et M_2 vibrent en phase lorsque :

$$M_1 M_2 = k\lambda, \quad k \in \mathbb{N}^*.$$

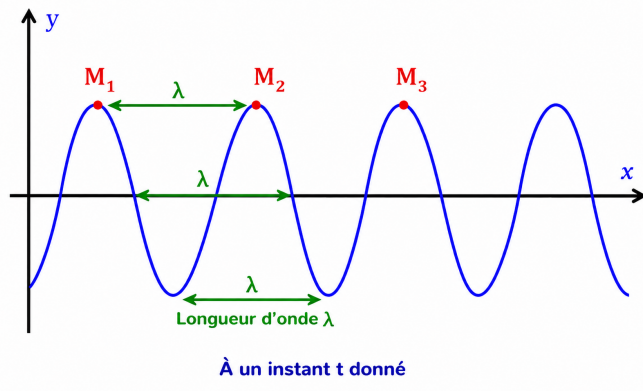


FIGURE 2 – Mesure de la longueur d'onde λ sur une représentation spatiale

1.3 Relation fondamentale

Pendant une période T , l'onde parcourt une distance égale à une longueur d'onde.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

avec v en m/s, λ en mètre, T en seconde et f en hertz.

2. Principe de la stroboscopie

Un stroboscope émet des éclairs périodiques de période T_e . Il permet d'observer lentement ou apparemment immobile un phénomène trop rapide pour l'œil.

L'objet paraît immobile lorsque, entre deux éclairs, il effectue un nombre entier de périodes :

$$T_e = kT, \quad k \in \mathbb{N}^*.$$

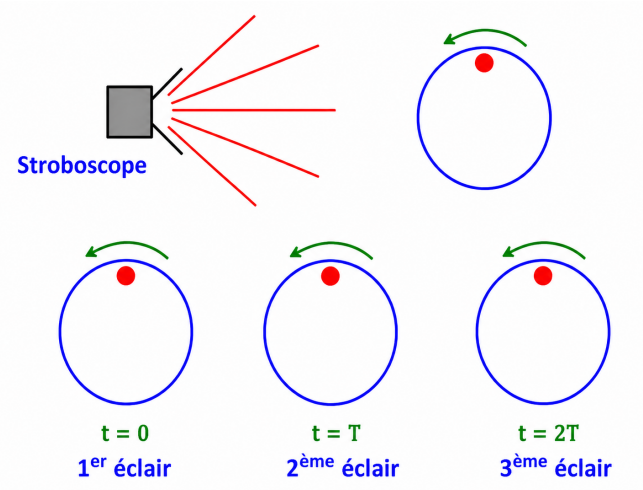


FIGURE 3 – Observation stroboscopique d'un mouvement périodique

3. Ondes à la surface de l'eau

Les ondes sont étudiées dans une **cuve à ondes**. La forme de la source détermine la forme des fronts d'onde.

Type d'onde	Source	Aspect des fronts d'onde
Ondes circulaires	Pointe vibrante	Cercles concentriques : les lignes de crêtes et de creux se succèdent.
Ondes rectilignes	Lame rectiligne vibrante	Fronts d'onde parallèles et régulièrement espacés.

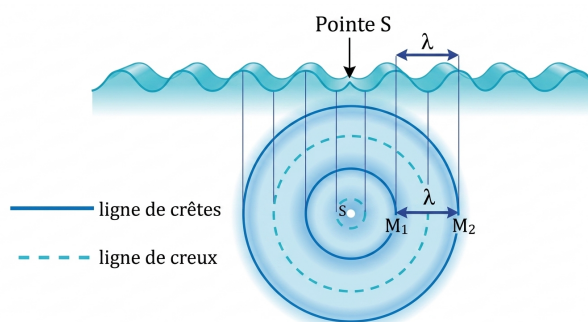


FIGURE 4 – Ondes circulaires

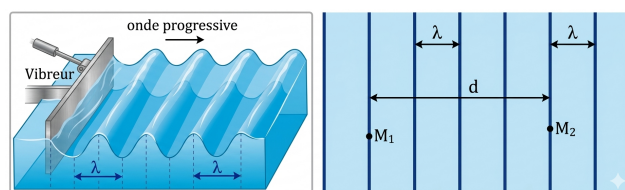


FIGURE 5 – Ondes rectilignes

Dans les deux cas, deux points vibrent en phase s'ils sont séparés d'une distance $k\lambda$.

4. Onde périodique le long d'une corde

Une corde est reliée à un vibreur alimenté par une tension sinusoïdale. L'observation stroboscopique montre :

- une répétition du mouvement au cours du temps : périodicité temporelle ;
- une forme sinusoïdale répétée le long de la corde : périodicité spatiale de longueur d'onde λ .

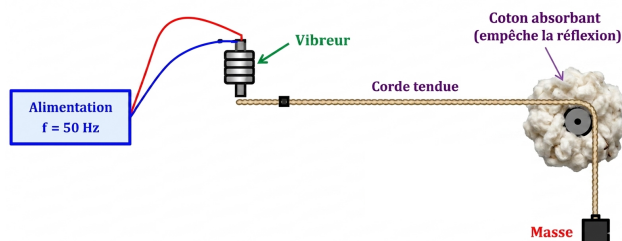


FIGURE 6 – Schéma du montage

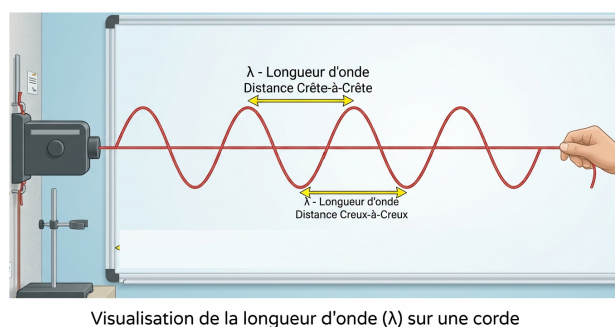


FIGURE 7 – Onde sinusoïdale progressive le long d'une corde

5. Diffraction des ondes mécaniques

Une onde rectiligne rencontre une ouverture de largeur a .

La **diffraction** est l'étalement d'une onde lorsqu'elle traverse une ouverture ou contourne un obstacle dont la dimension est comparable à sa longueur d'onde.

Condition	Observation
$a \lesssim \lambda$	Diffraction importante : l'ouverture se comporte comme une source d'ondes circulaires.
$a \gg \lambda$	Diffraction faible : l'onde conserve presque sa direction initiale.

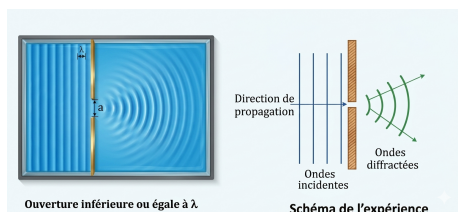


FIGURE 8 – Diffraction forte : $a \lesssim \lambda$

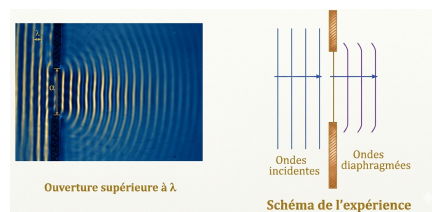


FIGURE 9 – Diffraction faible : $a \gg \lambda$

Les ondes sonores se diffractent aussi : on peut entendre une personne située derrière une ouverture ou un obstacle.

6. Dispersion

Un milieu est **dispersif** lorsque la célérité d'une onde dépend de sa fréquence.

On compare les célérités obtenues à deux fréquences différentes :

Fréquence	Longueur d'onde	Célérité	Résultat
$f_1 = 8 \text{ Hz}$	$\lambda_1 = 3,5 \times 10^{-2} \text{ m}$		
$f_2 = 12 \text{ Hz}$	$\lambda_2 = 2,9 \times 10^{-2} \text{ m}$		

Comme la célérité varie avec la fréquence, l'eau est ici un **milieu dispersif**.