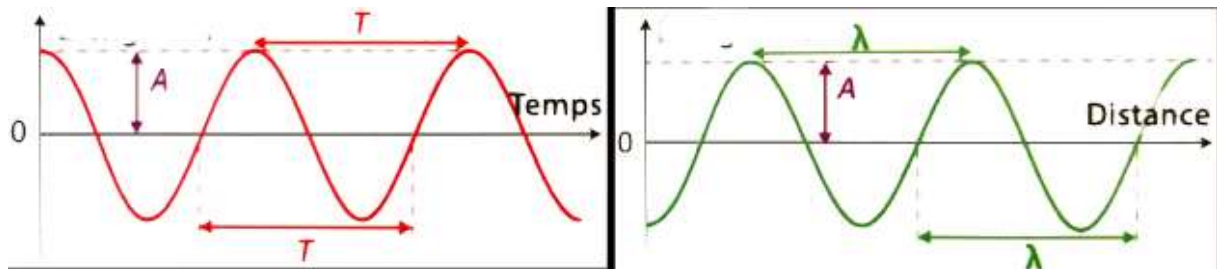


Chapitre 6

Ondes sinusoïdales

Une onde sinusoïdale est une oscillation régulière, comme le mouvement d'un ressort ou le signal électrique d'une prise de courant. Sa forme lisse et répétitive permet de modéliser des phénomènes variés, des vagues de l'océan aux signaux radio. Les ondes sinusoïdales sont des ondes périodiques dont la forme rappelle celle d'une fonction mathématique appelée sinus.



Code Python pour simuler la propagation d'une onde sinuïdale.

```
# Importation des bibliothèques pour la simulation
import math
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.animation import FuncAnimation

# Paramètres de l'onde
# A modifier pour voir l'influence sur la propagation
amplitude = 1.0
periode = 2.0
vitesse = 0.5 # vitesse de propagation

# Domaine spatial (x) et temporel (t)
x_min, x_max = 0, 10
t_min, t_max = 0, 10
pas_x = 0.05
pas_t = 0.1
```

```

# Génération des listes x et t
x = [i * pas_x for i in range(int(x_max / pas_x) + 1)]
t = [i * pas_t for i in range(int(t_max / pas_t) + 1)]

# Création de la figure
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 5))
ax.set_title("Simulation de la propagation d'une onde sinusoïdale")
ax.set_xlabel("Position (x)")
ax.set_ylabel("Amplitude")
ax.set_xlim(x_min, x_max)
ax.set_ylim(-2, 2)
ax.grid(True)

# Initialisation de la ligne de l'onde
line, = ax.plot([], [], 'b-', lw=2)

# Fonction pour calculer l'onde à un instant t
def onde(x_list, t_val, amplitude, periode, vitesse):
    y = []
    for pos in x_list:
        y.append(amplitude * math.sin(2 * math.pi * (pos - vitesse * t_val)
/ periode))
    return y

# Initialisation de l'animation
def init():
    line.set_data([], [])
    return line,

# Mise à jour de l'animation à chaque frame
def update(frame):
    y = onde(x, frame, amplitude, periode, vitesse)

```

```

line.set_data(x, y)

ax.set_title(f"Propagation de l'onde (t = {frame:.1f} s)")

return line,

# Création de l'animation

ani = FuncAnimation(fig, update, frames=t, init_func=init, blit=True,
interval=50)

plt.show()

```

Exercices

1/ QCM Testez vos connaissances – 30 min

Prendre les 4 QCM de l'exercice 1 et rajouter les 5 QCM de l'exercice 2. Puis ajouter :

10. Une onde sinusoïdale se propage à une célérité $v = 2$ m/s avec une fréquence $\nu = 5$ Hz.
Quelle est sa longueur d'onde λ ?

a) $\lambda = 0,4$ m b) $\lambda = 2,5$ m c) $\lambda = 10$ m d) $\lambda = 0,2$ m

Correction

Rajouter la correction de la question 10 :

10/ Réponse **a**. Il suffit d'utiliser la formule de la longueur d'onde : $\lambda = \frac{v}{\nu}$. Ce qui donne $\lambda = \frac{2}{5} = 0,4$ m.

Étude de la houle – Lycée Claude Bernard Paris 16è – 10 min

Un pêcheur observe que les vagues (houle) arrivent sur la plage toutes les 8 secondes. Il mesure que la distance entre deux crêtes successives est de 50 mètres.

1. Calcule la célérité des vagues.
2. Si le vent change et que la période des vagues devient 6 secondes, que devient la longueur d'onde si la célérité reste constante ?

Correction

1/ La célérité v d'une onde périodique est donnée par :

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

Le calcul donne ici :

$$v = \frac{50}{8} = 6,25 \text{ m.s}^{-1}$$

La célérité des vagues est de : $6,25 \text{ m.s}^{-1}$

Si la célérité reste la même, mais que la période T est remplacée par une autre période T' , on peut calculer la nouvelle longueur d'onde λ' ainsi :

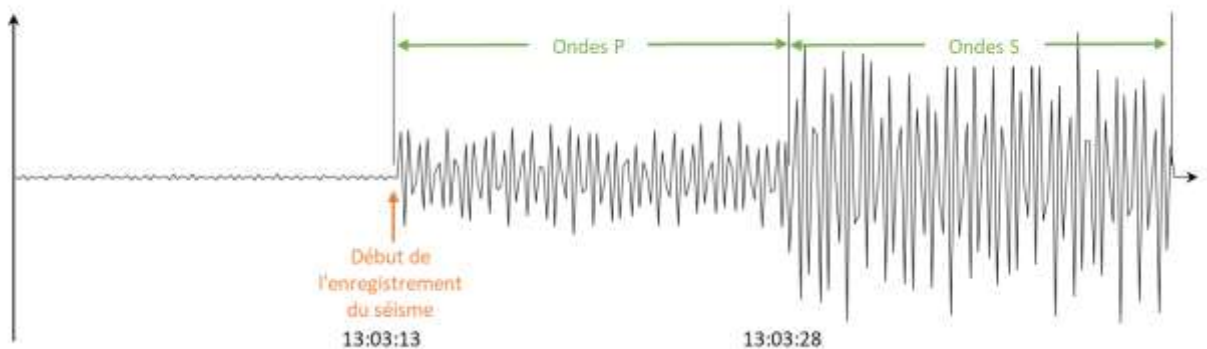
$$\lambda' = v \times T' = 6,25 \times 6 = 37,5 \text{ m}$$

Étude d'un sismogramme – Lycée Claude Bernard Paris 16è – 15 min

Lors d'un séisme, deux types d'ondes sont détectées par le sismographe : les ondes P et les ondes S. Les ondes P sont détectées en premier car elles ont une célérité de propagation supérieure à celle des ondes S.

La célérité des ondes P est de $v_P = 6 \text{ km.s}^{-1}$ et celle des ondes S est de $v_S = 3,5 \text{ km.s}^{-1}$

Voici le relevé sismographique d'une station sismique :



1/ Par lecture graphique, donner le décalage $t_S - t_P$ entre l'enregistrement des ondes P et celui des ondes S

2/ En fixant l'origine des temps au moment de déclenchement du séisme et en appelant d la distance entre l'épicentre et la station sismique, exprimer t_P en fonction de v_P et de d . Puis exprimer t_S en fonction de v_S et de d .

3/ En déduire une relation entre $t_S - t_P$ et v_P , v_S et d .

4/ Calculer d .

Correction

1/ On peut lire graphiquement que $t_S - t_P = 15 \text{ s}$

2/ Les ondes S se propagent à la vitesse v_S , donc : $t_S = \frac{d}{v_S}$. De même, les ondes P se propagent à la vitesse v_P donc : $t_P = \frac{d}{v_P}$.

3/ Donc :

$$t_S - t_P = \frac{d}{v_S} - \frac{d}{v_P} = d \times \left(\frac{1}{v_S} - \frac{1}{v_P} \right)$$

4/ Finalement :

$$d = \frac{t_S - t_P}{\frac{1}{v_S} - \frac{1}{v_P}} = \frac{15}{\frac{1}{3.5} - \frac{1}{6}} = 126 \text{ km}$$

L'épicentre du séisme est situé à 126 km du sismographe.

Analyse spectrale – Lycée Claude Bernard Paris 16è – 30 min

Il s'agit d'un exercice dérivé de l'actuel exercice 3. Les propositions sont systématiquement enlevées et certaines questions sont reformulées.

Garder le début de l'exercice y compris les trois graphiques. Puis modifier les questions :

1. Déterminer graphiquement les périodes T_1 , T_2 et T_3 de ces sons.
2. Déterminer les fréquences f_1 , f_2 et f_3 correspondantes.
3. *Garder le début de la question jusqu'au graphique inclus. Puis mettre :*

Déterminer la période T et la fréquence f de la tension u

4. La tension u est envoyée à l'entrée d'un haut-parleur. Le son ainsi produit est-il audible ?

Rajouter une indication à la fin

Indication : la gamme de fréquences audibles s'étend de 20 Hz à 20kHz.

Correction

Modifier la correction de l'actuel exercice 3

1/ enlever réponse **d**, mais garder tout le reste y compris les graphiques :

2/ reformuler toute la réponse

En appliquant la formule $f = \frac{1}{T}$ on obtient :

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = 167 \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{1}{T_2} = 500 \text{ Hz}$$

$$f_3 = \frac{1}{T_3} = 333 \text{ Hz}$$

3/ enlever réponse **a**, mais garder tout le reste y compris les graphiques :

4/ reformuler toute la réponse

La gamme de fréquences audibles s'étend de 20 Hz à 20kHz. La fréquence du son émis (167 Hz) est donc dans cette gamme. Le son est donc audible.