TD 1 - Ondes progressives

<ins>**Notions et compétences mises en œuvre dans ce TD**</ins>

☑ **Célérité et retard temporel**
☑ **Prévoir dans le cas d'une onde progressive pure l'évolution temporelle à position fixée, et l'évolution spatiale à un instant donné**
☑ **Établir la relation entre fréquence, longueur d'onde et célérité**
☑ **Onde progressive sinusoïdale : phase, double périodicité spatiale et temporelle.**

QCM

1) ***La ola dans un stade de football est une onde progressive à :***
❑ ***a.*** *longitudinale*
❑ ***b.*** *transversale*

2) ***Le son est une onde :***
❑ ***a.*** *longitudinale*
❑ ***b.*** *transversale*
❑ ***c.*** *mécanique*
❑ ***d.*** *électromagnétique*

3) ***La célérité d'une onde mécanique progressive***
❐ ***a****. Augmente avec l'amplitude de la perturbation.*
❐ ***b****. Est constante au cours de la propagation si le milieu est homogène.*
❐ ***c****. Dépend du milieu de propagation.*

4) ***Si on double la fréquence d'une onde sinusoïdale dans un milieu non dispersif, alors :***
❐ ***a****. La vitesse est divisée par 2.*
❐ ***b****. La longueur d'onde est divisée par 2.*
❐ ***c****. Aucune réponse ne convient.*

5) ***Le 16 mars 1999, au Québec, un tremblement de terre a été détecté près de l'épicentre à 7 h 50 min 52 s. Une station de détection située à 61 km l'a détecté à 7 h 51 min 17 s. La célérité moyenne des ondes sismiques de surface est de :***
❑ ***a****. 1500 km/s.*
❑ ***b****. 2.4 km/s.*
❑ ***c.*** *36 km/s.*

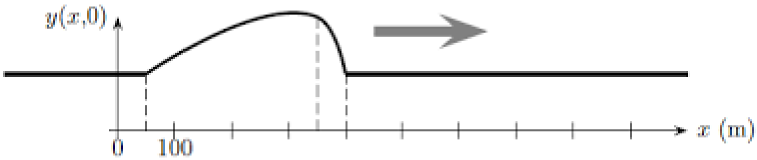
6) ***Dans une piscine, Juliette se trouve en un point M situé à 5,0 m de la machine à vagues placée en S. Comme elle est juste assez grande pour sortir la tête de l'eau, elle doit sauter à chaque fois qu'une crête de vague l'atteint. La vitesse des vagues est de 2,0 m/s. Juliette doit sauter :***
❑ ***a****. 2,5 s après la création de la vague en* ***S****.*
❑ ***b****. 0,40 s après la création de la vague en* ***S****.*
❑ ***c.*** *En même temps que se crée une vague en* ***S****.*

<u>Exercice n° 1 :</u> Étude d'un mascaret (★)

Un mascaret est une vague dite "solitaire" remontant un fleuve au voisinage de son estuaire, provoquée par une interaction entre son écoulement et la marée montante.

On considère ici qu'il se déplace à la vitesse v = 18 km.h^{-1} le long d'un fleuve rectiligne, et on définit un axe (Ox) dans la direction et le sens de propagation.

À la date t = 0s le profil de niveau de l'eau a l'allure suivante :

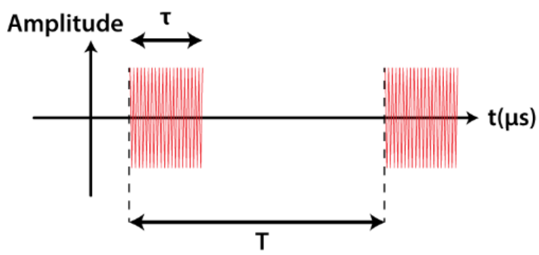


1) Quelle est la nature de l'onde ?
2) Faire un schéma du profil du niveau du fleuve à la date t = 1,0 min, en supposant que l'onde se propage sans déformation.
3) Un détecteur fixe, enregistrant la hauteur de l'eau en fonction du temps, est placé à l'abscisse x_d = 1,6 km.
   a) À quelle date la perturbation arrive-t-elle au niveau du détecteur ?
   b) À quelle date quitte-t-elle le détecteur ?
   c) Dessiner l'allure des variations $y(x_d,t)$.

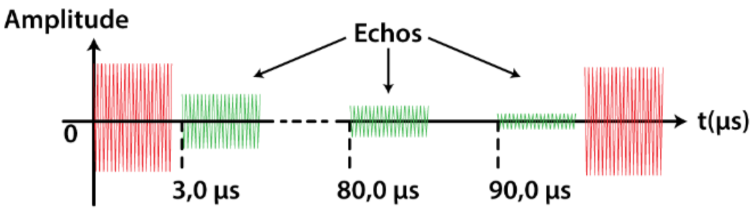
<u>Exercice n° 2</u> : Principe du radar (★★)

Le radar étudié utilise des ondes radio de fréquence f = 2,90 GHz pour détecter la présence d'objets mobiles, et connaître leur position.
On donne la célérité des ondes électromagnétiques dans le vide : c = 3.00 x 10^{8} m.s^{-1}.

Il comporte une antenne qui émet, avec une période T = 100.0 μs, des salves, c'est-à-dire des signaux sinusoïdaux de durée limitée τ = 1.0 μs. Ces impulsions sont envoyées dans toutes les directions de l'espace.



Lorsque l'une d'elles rencontre un objet réfléchissant, elle est renvoyée vers l'antenne, qui sert également de récepteur durant le temps où elle n'émet pas de signal.
L'enregistrement ci-dessous montre deux impulsions émises par le radar, et trois échos renvoyés par des objets.



1) Déterminer la distance à laquelle se trouvent les différents objets détectés, en supposant que les ondes se propagent à la même célérité que dans le vide. Comment expliquer la différence d'amplitude entre les impulsions envoyées et les échos ?
2) Justifier qu'il existe une distance minimale d_m et une distance maximale d_M en dehors desquelles on ne peut pas détecter la position d'un objet. Calculer leurs valeurs numériques.

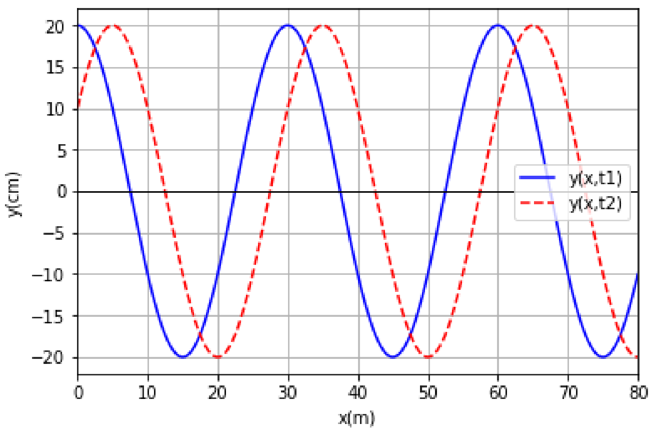
<u>Exercice n° 3 :</u> Propagation le long d'une corde (★★★)

Une perturbation se propage le long d'une corde tendue. À la date t = 0, l'onde part du point O, origine de l'axe (Ox) de même direction que la corde. Le graphique suivant représente $u_M(t)$ le déplacement au cours du temps d'un point M de la corde d'abscisse x_M= 8,0 cm.

1) Calculer la célérité de l'onde le long de la corde.
2) Quelle est la durée de la perturbation ?
3) On considère un point N d'abscisse x_N = 32 cm. Représenter $u_N(t)$ le déplacement au cours du temps du point N.
4) Schématiser la corde à la date t = 8 ms. Expliquer votre démarche.

<u>Exercice n° 4</u> : Modélisation de la houle (★★)

La houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer formé par un vent lointain. Nous l'assimilerons ici pour simplifier à une onde harmonique se propageant le long d'un axe Ox.
Nous notons y(x,t) l'ordonnée du point de la surface qui se trouve en x à l'instant t. La fonction y(x,t) est représentée sur la figure à deux instants différents t_1 = 0 s et t_2 = 1 s. Nous admettons que t_2 est inférieur à la période T de l'onde et nous négligeons toute atténuation.



1) Dans quel sens se propage l'onde ?
2) Déterminer sa longueur d'onde λ, sa célérité c et sa période.
3) Deux bouées se trouvent aux abscisses x_1 = 0 m et x_2 = 60 m à la surface de l'eau. Que peut-on dire quant à leurs mouvements ?

<u>Exercice n° 5</u> : Distance d'un orage (Résolution de problème)

Pendant un orage, on peut grossièrement évaluer la distance à laquelle est tombée la foudre : si on divise par trois la durée en secondes entre l'éclair et le tonnerre, on obtient la distance cherchée en kilomètres.

Expliquer pourquoi cette méthode fonctionne. La réponse doit être justifiée et toutes les hypothèses explicitées