

DS n°1

de PHYSIQUE-CHIMIE

durée : 1h15

Consignes :

Calculatrice interdite

- Rédiger votre devoir sur une **copie double**, avec une **marge en en-tête** et une **marge à gauche** de chaque page.
- Toute réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.
- Encadrer vos **expressions littérales** (EL) ; souligner les **applications numériques** (AN).
- N'écrivez **rien au crayon papier** sur votre copie.
- Ne rendez pas l'énoncé (ou une partie de l'énoncé...) avec votre copie.

Conseils :

- Vérifier l'**homogénéité** de vos expressions littérales.
- Une AN sans unité ne vaut en général rien.
- Limiter au maximum l'usage du brouillon.

1^{ère} Partie : Dimensions, unités, conversions et définitions (≈ 40 min)

I.A) L'élevage extensif consiste à laisser suffisamment d'espace en plein air pour le bétail. On considère qu'un élevage bovin (de vaches) est extensif dès que la masse d'animaux présents par unité de surface du champ est inférieure à la masse surfacique $\sigma_{\max} = 10 \text{ q.ha}^{-1}$.

On rappelle que le quintal (q) est une unité de masse telle que $1 \text{ q} = 1.10^2 \text{ kg}$ et que l'hectare (ha) est une unité de surface correspondant à l'aire d'un carré de 100 m de côté.

I.A.1) Préciser le nom de la lettre (grecque) σ .

I.A.2) Préciser la dimension de la masse surfacique σ .

I.A.3) Exprimer la valeur de $\sigma_{\max}$ en USI.

I.A.4) Raymond possède un champ de surface $S = 15 \text{ hm}^2$. Calculer le nombre de vaches adultes de race limousine, pesant chacune autour de $m = 7,0.10^2 \text{ kg}$, qu'il peut mettre dans son champ tout en restant dans le cadre d'un élevage extensif.

I.B) Réaliser les conversions suivantes. Toute réponse devra être justifiée à l'aide de l'utilisation de puissances de 10, et l'écriture finale sera donnée en écriture scientifique, avec le même nombre de chiffres significatifs :

a) $1 \mu\text{A}$ en kA

c) 20 kWh en USI

e) 33 tr.min^{-1} en rad.s^{-1}

b) 160 m^3 en dL

d) 1 nF.Mm^{-1} en F.m^{-1}

f) 514 N.m^{-2} en daN.mm^{-2}

I.C) Un son est un phénomène physique lié à la transmission d'un mouvement vibratoire. Les molécules du milieu sont mises en mouvement dans une certaine direction. Elles rencontrent d'autres molécules qu'elles poussent devant elles en formant ainsi une zone de compression. À la compression succède une détente et ainsi de suite : il s'établit alors une série d'oscillations qui se transmettent de proche en proche.

I.C.1) Définir une onde.

I.C.2) Le son est-il une onde mécanique ou électromagnétique ? Justifier la réponse.

I.C.3) L'onde sonore est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier la réponse.

I.C.4) Définir un ultrason.

Dans le cas où on assimile l'air à un gaz parfait, la vitesse du son dans l'air est donnée par la formule :

$$c_s = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad (1)$$

où :

— γ est un nombre sans dimension

— T est la température de l'air

— R est la constante des gaz parfaits

— $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$ est la masse molaire de l'air

La constante des gaz parfaits R intervient également dans l'expression de l'énergie interne U d'un échantillon de quantité n d'un gaz parfait monoatomique de température T , par la relation :

$$U = \frac{3}{2} nRT \quad (2)$$

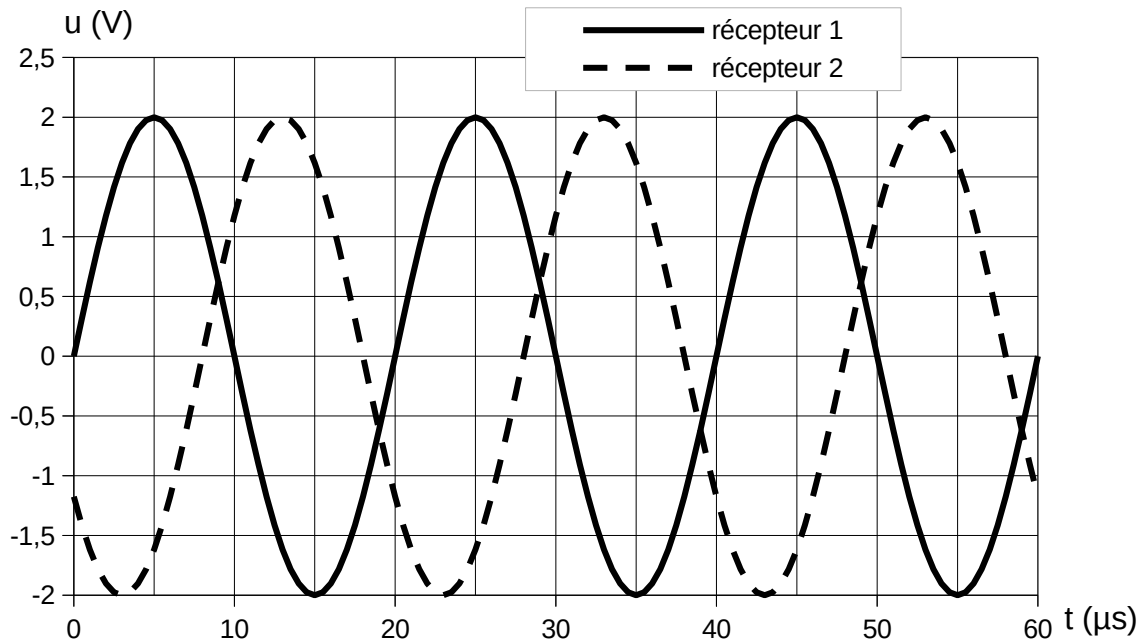
I.C.5) Déterminer, par une analyse dimensionnelle, la dimension puis l'unité SI de R à l'aide de l'équation (2).

I.C.6) En déduire que l'expression proposée pour la vitesse du son dans l'air (1) est homogène.

2^{ème} Partie : Propagation d'onde dans l'eau (≈ 35 min)

Le dauphin est un mammifère de la famille des cétacés. Il perçoit les mêmes sons que l'homme mais est aussi capable d'émettre et de capter des ultrasons lui permettant de se localiser.

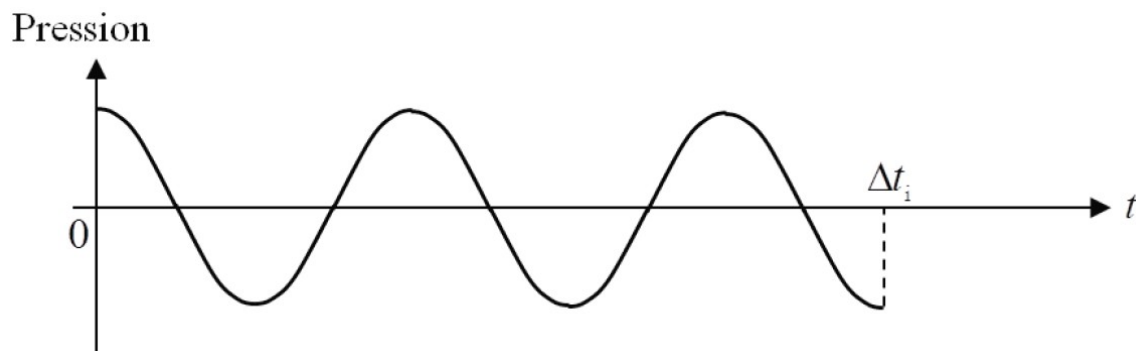
Pour étudier expérimentalement les ultrasons produits par les dauphins, on dispose d'un émetteur et de deux récepteurs à ultrasons que l'on place dans un récipient rempli d'eau. L'émetteur génère une onde ultrasonore progressive et sinusoïdale. Un oscilloscope permet d'enregistrer les signaux détectés par chacun des récepteurs séparés d'une distance d égale à 12 mm, le récepteur 1 étant le plus proche de l'émetteur. On obtient l'oscillogramme de la figure ci-dessous :



- II.1) Déterminer la fréquence des ondes ultrasonores émises en justifiant la réponse.
- II.2) Déterminer le retard τ entre les deux récepteurs sachant qu'il est inférieur à une période.
- II.3) En déduire la valeur de la célérité c des ondes ultrasonores dans l'eau et la comparer à celle dans l'air.
- II.4) Calculer le déphasage $\Delta\phi_{2/1}$ de l'onde reçue par le récepteur 2 par rapport à celle reçue par le récepteur 1.
- II.5) Calculer la valeur de la longueur d'onde λ des ondes ultrasonores dans l'eau.

Les dauphins n'émettent pas des ultrasons en continu mais des impulsions sonores très brèves et puissantes appelées "clics". Ces clics sont émis par séries formant un large faisceau appelé "trains de clics". La durée d'un train de clics et le nombre de clics contenus dans le train dépendent de leur fonction : localisation du dauphin ou recherche de nourriture. On suppose que les clics d'un même train sont émis à intervalles de temps réguliers et ont la même fréquence. La célérité des ultrasons dans l'eau salée sera prise égale à $c = 1,5 \text{ km.s}^{-1}$.

On suppose qu'à l'instant $t = 0$ un dauphin émet une impulsion sonore sinusoïdale (figure ci-dessous) pendant une durée $\Delta t = 50 \mu\text{s}$. On note Ox l'axe de propagation de l'onde et on suppose que le dauphin se situe à l'abscisse $x = 0$ au moment de l'émission du clic.



II.6) Représenter l'allure du signal reçu par un détecteur placé à $x_1 = 30 \text{ cm}$ du dauphin, après avoir calculé les instants t_i et t_f auxquels le détecteur reçoit le début et la fin du clic.

On souhaite désormais donner une représentation spatiale de l'impulsion sonore précédente dans le système d'axes de la figure ci-dessous :



II.7) Exprimer et calculer numériquement la longueur L du clic.

II.8) Reproduire sur votre copie le système d'axes de la figure ci-dessus, et représenter le clic à l'instant $t_2 = 0,2 \text{ ms}$.