Correction du DS n°1

1ère Partie : Dimensions, unités, conversions et définitions

I.A) Le débit en volume d'une source de montagne est $D_V = 3{,}0\ \text{L.min}^{-1}$.

I.A.1) Le débit en volume a l'unité d'un volume divisé par celle d'un temps. Sa dimension est donc :

$$\boxed{[D_V] = L^3.T^{-1}}$$

I.A.2) Puisque $1\text{L} = 1.10^{-3}\ \text{m}^3$ et $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$, alors $\boxed{D_V = \dfrac{3{,}0\times10^{-3}\ \text{m}^3}{60\ \text{s}} = 5{,}0.10^{-5}\ \text{m}^3.\text{s}^{-1}}$

I.A.3) Le volume total fourni en $t_0 = 1\ \text{j} = 24\ \text{h} = 1440\ \text{min}$ vaut $\boxed{V_{tot} = D_V.t_0}$, soit :

$$\underline{V_{tot}} = 3\times1440 = 4{,}3.10^3\ \text{L} \underline{= 4{,}3\ \text{m}^3}$$

Il faut donc **N = 5 cuves de 1 m³** pour récupérer la totalité de l'eau.

I.B) a) $660\ \mu\text{V} = 6{,}60.10^2 \times 10^{-6}\ \text{V} = 6{,}60.10^{-4}\ \text{V}$
b) $45\ \text{mg.dm}^{-3} = 4{,}5.10^1 \times (10^{-6}\ \text{kg}) / (10^{-1}\ \text{m})^3 = 4{,}5.10^{-2}\ \text{kg.m}^{-3} = 4{,}5.10^{-2}$ USI
c) $30\ \text{C.min}^{-1} = 30\ \text{C}/(60\ \text{s}) = 0{,}50\ \text{C.s}^{-1} = 5{,}0.10^{-1}$ USI (A)
d) $0{,}200\ \text{kW.h} = 2{,}00.10^{-1} \times (10^3\ \text{W}) \times (3600\ \text{s}) = 7{,}20.10^5$ USI (même valeur en J)

I.C.1) D'après l'expression de la force modélisant l'interaction gravitationnelle :
$[\text{force}] = [G].\dfrac{[\text{masse}]^2}{[\text{distance}]^2}$ et puisque par ailleurs : $[\text{force}] = [\text{masse}]\times[\text{accélération}] = M.L.T^{-2}$, on en déduit la dimension de la constante de gravitation universelle : $\boxed{[G] = M.L.T^{-2}\times\dfrac{L^2}{M^2} = L^3.T^{-2}.M^{-1}}$

I.C.2) On en déduit assez facilement que la grandeur $G\dfrac{M_T}{d_{T-L}^3}$ a la dimension de l'inverse d'un temps au carré, d'où l'expression de la période de révolution de la Lune autour de la Terre : $\boxed{T_0 \propto \sqrt{\dfrac{d_{T-L}^3}{G\,M_T}}}$

2ème Partie : *Étude d'un yaourtophone*

II.1) La vibration des cordes vocales de la personne qui parle permet la mise en mouvement de l'air jusqu'au fond du pot de yaourt « émetteur », qui transmet la vibration au fil. L'onde se propage dans le fil, dont la vibration met en mouvement le fond du pot de yaourt « récepteur » qui met en mouvement l'air jusqu'à l'oreille de la personne qui écoute.

II.2) Sur la **figure 2**, on a une onde transversale car la déformation a lieu perpendiculairement à la direction de propagation ; sur la **figure 3**, on a une onde longitudinale car la déformation a lieu dans la direction de propagation de l'onde.

II.3) Tout d'abord, on constate que le signal qui se propage est de **courte durée** : environ 0,3 div x 5 ms/div = 1,5 ms (juste le temps de dire « Oh ! »…). On observe la présence d'**oscillations pas tout à fait régulières** (signal non sinusoïdal). On constate que l'amplitude du signal reçu en A (environ 1,7 div x 1 mV/div = 1,7 mV « crête-à-crête ») est légèrement plus élevée que celle du signal reçu en B (environ 0,8 div x 1 mV/div = 0,8 mV « crête-à-crête »), ce qui correspond à une certaine **atténuation** du signal lors de sa propagation dans le fil.

II.4) Il est possible d'extraire le **retard temporel** correspondant à la durée de la propagation de l'onde entre les points A et B : Δt = 4,0 div x 5 ms/div = 20,0 ms, et donc d'en déduire la célérité de l'onde à l'intérieur du fil du yaourtophone : $\boxed{c_1 = \frac{D}{\Delta t}}$. **A.N. :** $\underline{c_1 = \frac{20{,}0\ \mathrm{m}}{20{,}0\ \mathrm{ms}} = 1{,}00.10^3\ \mathrm{m.s^{-1}}}$

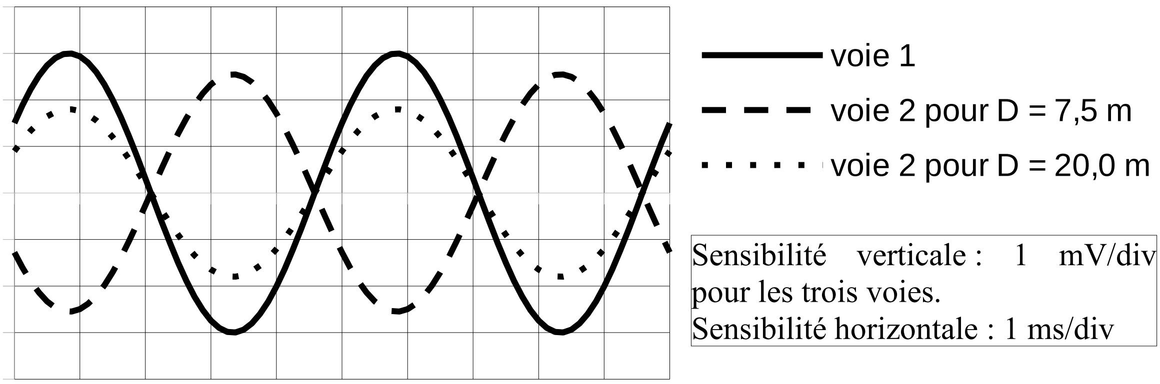
II.5) La vitesse de propagation du son dans l'air vaut, dans les conditions ambiantes de température et de pression, environ $c_{\text{son dans l'air}} = 340\ \mathrm{m.s^{-1}} < c_1$. Le son se propage presque trois fois plus rapidement dans le fil élastique car il s'agit d'un **milieu solide, plus condensé que l'air (gaz)**.

II.6) Les deux signaux de la figure 7 sont **en phase** : le **déphasage entre les signaux est nul** (à 2π près).

II.7) Le signal enregistré en A (voie 1) est celui qui correspond à l'amplitude la plus élevée, donc à la sinusoïde représentée en trait plein. En B, le signal est davantage atténué, ce qui correspond à la sinusoïde (de même fréquence) représentée en pointillés (la sensibilité étant la même pour les deux voies).

II.8) Lorsqu'on diminue la valeur D, on raccourcit la distance que l'onde doit parcourir pour aller de A à B, donc le temps que met l'onde à parcourir la distance correspondante. Cela correspond donc à un déplacement relatif des deux courbes : la courbe en pointillés se déplacera vers la gauche par rapport à la courbe en trait plein.

II.9) D'après les résultats expérimentaux, on retrouve des signaux en phase tous les λ = 5,0 m, ce qui correspond à la longueur d'onde de l'onde sinusoïdale progressive. Lorsque la distance vaut D = 7,5 m, on aura un décalage spatial d'une demi-période, et les courbes seront donc **en opposition de phase**, l'amplitude de la courbe de la voie 2 étant plus élevée que celle représentée sur l'oscillogramme de l'énoncé (mais moins élevée que celle de la voie 1 !) :



II.10) On relève graphiquement la valeur de la période T = 5,0 div x 1 ms/div = 5,0 ms pour en déduire la valeur de la fréquence $\underline{f_E}$= 1/T = 1/5,0 ms $\underline{= 2{,}0.10^2\ \mathrm{Hz}}$. On est dans le domaine des sons audibles !

II.11) On déduit la valeur de la célérité c_2 de propagation de l'onde dans le fil du yaourtophone à partir des déterminations expérimentales de λ et de T : : $\boxed{c_2 = \frac{\lambda}{T} = \lambda\, f_E}$. **A.N. :** $\underline{c_2 = \frac{5{,}0\,\mathrm{m}}{5{,}0\,\mathrm{ms}} = 1{,}0.10^3\ \mathrm{m.s^{-1}}}$.

On obtient (heureusement...) la même valeur numérique ! Reste à voir dans quelle manipulation l'incertitude sur la détermination de c est la plus faible...

II.12) Dans un milieu dispersif, des signaux de fréquences différentes ne se propagent pas à la même célérité. Les aigus ne se propageraient pas à la même célérité que les graves, ce qui distordrait le son reçu.

II.13) Les ondes mécaniques transmises par le téléphone "pot de yaourt" nécessitent un support matériel pour se propager (nécessité d'avoir un fil, tendu qui plus est…), alors que les **ondes radio** transmises par un téléphone portable sont **de nature électromagnétique**, ne nécessitent aucun milieu matériel pour se propager (notamment pas de fil…) et sont peu atténuées dans l'air. La différence de vitesse de propagation est également très différente entre les ondes mécaniques dans le fil (environ 10^3 m/s et les ondes électromagnétiques (3.10^8 m/s).