Correction partielle du sujet "La mission Proxima" (parties 2 à 6) (Bac S – Liban - juin 2018)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© *http://b.louchart.free.fr*

A. À la rencontre de la station spatiale internationale (ISS)

2. Orbite de transfert

2.1. La 2ème loi de Kepler (loi des aires) indique que le segment de droite reliant le centre du Soleil au centre de la planète balaye des aires égales pendant des durées égales.
Adaptée à un satellite de la Terre, cela donne : le segment de droite reliant le centre de la Terre au centre du satellite balaye des aires égales pendant des durées égales.

Le point A étant plus proche que B du centre de la Terre, on en déduit que $V_2 < V_1$

2.2. $E_p = -\dfrac{GmM_T}{R_T + h}$

$h_A < h_B \Rightarrow \dfrac{GmM_T}{R_T + h_B} < \dfrac{GmM_T}{R_T + h_A} \Rightarrow -\dfrac{GmM_T}{R_T + h_B} > -\dfrac{GmM_T}{R_T + h_A} \Rightarrow E_p(B) > E_p(A)$

2.3. bilan des forces exercées sur le module Soyouz quand il est sur son orbite de transfert :
- la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/S}$ exercée par la Terre sur Soyouz

On néglige les forces gravitationnelles exercées par les autres astres sur Soyouz

Sur son orbite de transfert, le module de Soyouz n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par la Terre, qui est une force conservative.
Donc son énergie mécanique est constante entre A et B.

2.4.

- $\Delta E_m = 0 \Rightarrow \Delta E_c + \Delta E_p = 0 \Rightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p$
  Or $\Delta E_p = E_p(B) - E_p(A)$ est négatif car $E_p(B) < E_p(A)$
  Donc $\Delta E_c > 0$

- $\Delta E_c > 0 \Rightarrow E_c(B) - E_c(A) > 0 \Rightarrow \dfrac{1}{2} m V_2^2 - \dfrac{1}{2} m V_1^2 > 0 \Rightarrow V_2 > V_1$
  C'est cohérent avec le résultat obtenu à la question 2.1. grâce à la 2ème loi de Kepler.

2.5. $E_m(A) = E_c(A) + E_p(A) = \dfrac{1}{2} m V_1^2 - \dfrac{GmM_T}{R_T + h_S}$

2.6. $E_m(B) = E_m(A)$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{GmM_T}{R_T + H_S} = \frac{1}{2} m V_1^2 - \frac{GmM_T}{R_T + h_S}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2} V_2^2 = \frac{1}{2} V_1^2 + \frac{GM_T}{R_T + H_S} - \frac{GM_T}{R_T + h_S}$$

$$\Rightarrow \quad V_2^2 = V_1^2 + 2GM_T \left(\frac{1}{R_T + H_S} - \frac{1}{R_T + h_S} \right)$$

$$\Rightarrow \quad V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2GM_T \left(\frac{1}{R_T + H_S} - \frac{1}{R_T + h_S} \right)}$$

$$= \sqrt{(7,8\times10^3)^2 + 2\times6,67\times10^{-11}\times5,98\times10^{24}\times\left(\frac{1}{(6380+320)\times10^3} - \frac{1}{(6380+220)\times10^3} \right)}$$

$$= 7,7\times10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

$$= 7,7 \text{ km.s}^{-1}$$

$V_2 < V_1$ donc ce résultat est en accord avec les précédents.

3. Ajustement final

Arrivé en B, pour que Soyouz arrive sur l'orbite haute (sur laquelle se trouve aussi l'ISS), il faut modifier la valeur de sa vitesse (pour arriver à la valeur V_F).
Pour atteindre l'ISS sur cette même orbite, Soyouz devra très légèrement changer de trajectoire (afin de "rattraper" ou de se faire "rattraper" par l'ISS), pour au final rejoindre l'ISS et avoir la même vitesse une fois revenu sur cette orbite haute.

B. Échographe télé-opéré

4. Ondes ultrasosnores

4.1. Une onde est longitudinale si le déplacement des points du milieu de propagation a lieu parallèlement à la direction de propagation de l'onde.

4.2. Les ondes sonores et ultrasonores diffèrent par leur fréquence.
Pour les ondes sonores, $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$
Pour les ultrasonores, $f > 20 \text{ kHz}$

4.3. D'après la figure 3, le retard entre l'émission et la réception est $\tau = 0,85$ ms.

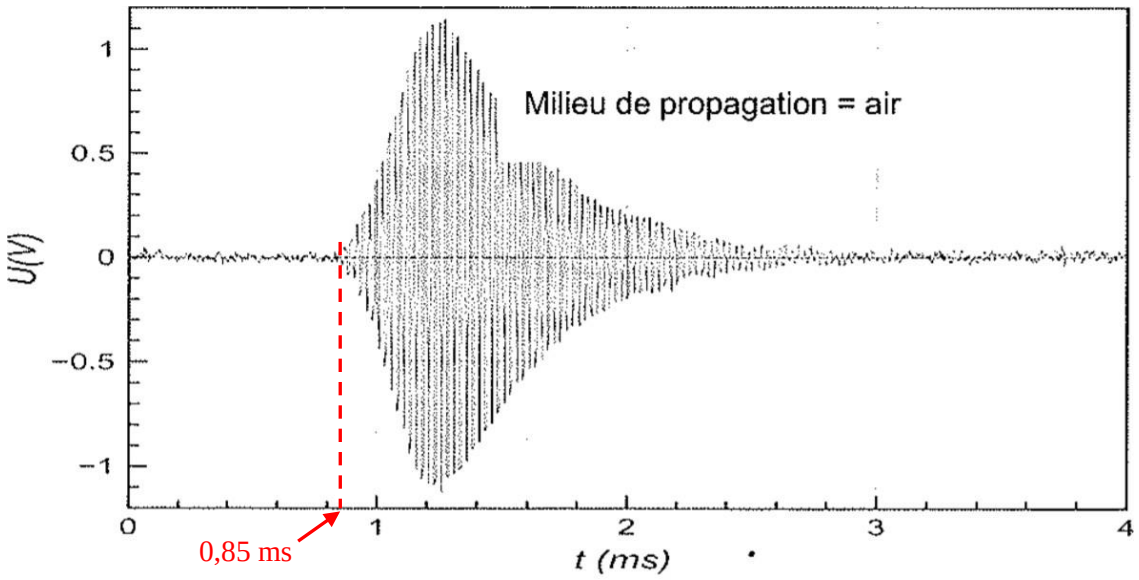


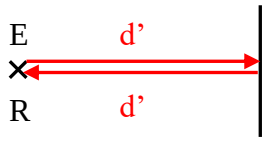
Figure 3 : Signal reçu par le récepteur (1ère expérience)

4.4. $v_{exp} = \frac{d}{\tau} = \frac{30{,}0\times10^{-2}}{0{,}85\times10^{-3}} = 3{,}5\times10^{2}\ m.s^{-1}$

La célérité des ultrasons dans l'air à 20°C est $v_{th} = 3{,}4\times10^{2}\ m.s^{-1}$.
La valeur expérimentale obtenue est donc cohérente.

5. Principe de l'échographie

La distance parcourue par les ondes ultrasonores est D = 2 d'



D'après le graphique, le retard entre l'émission et la réception est
τ' = 1,13 ms

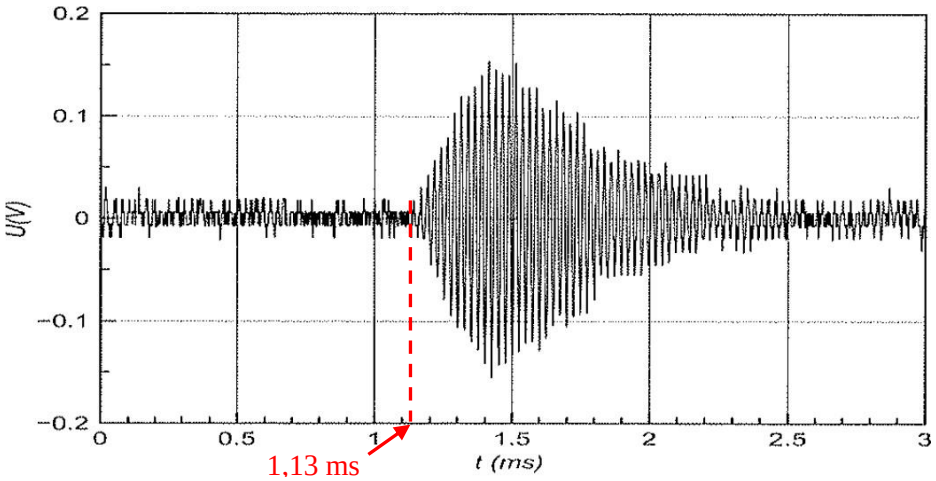


Figure 4 : Signal reçu par le récepteur (2ème expérience)

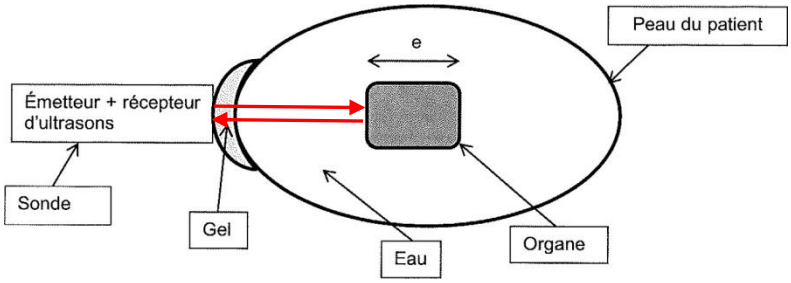
On en déduit la distance d' entre l'émetteur et l'écran :

$v_{exp} = \dfrac{2d'}{\tau'} \Rightarrow d' = \dfrac{v_{exp}\tau'}{2} = \dfrac{3{,}5\times10^{2}\times1{,}13\times10^{-3}}{2} = 0{,}20 \text{ m} = 20 \text{ cm}$

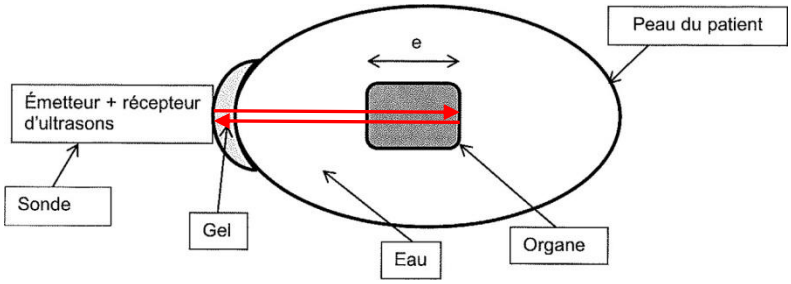
6. Application de l'échographie

6.1. La 1ère réflexion a lieu sur la face avant de l'organe, et une 2ème, sur la face arrière.

1ère réflexion :



2ème réflexion :



6.2. La différence de distance parcourue entre les 2 cas est $\Delta d = 2e$
Cela correspond à une durée $\Delta t = t_2 - t_1 = 150 - 100 = 50$ µs

On en déduit la distance d' entre l'émetteur et l'écran :

$v = \dfrac{\Delta d}{\Delta t} = \dfrac{2e}{\Delta t} \Rightarrow e = \dfrac{v\Delta t}{2} = \dfrac{1{,}54\times10^{3}\times50\times10^{-6}}{2} = 0{,}039 \text{ m} = 3{,}9 \text{ cm}$

La valeur obtenue semble cohérente pour la taille d'un organe.