Спутник 1, 4 октября 1957

Partie 1 : Lancement de Spoutnik-1 par la fusée R-7 Semiorka

1-Enoncer la seconde loi de NEWTON

Si la masse reste constante :

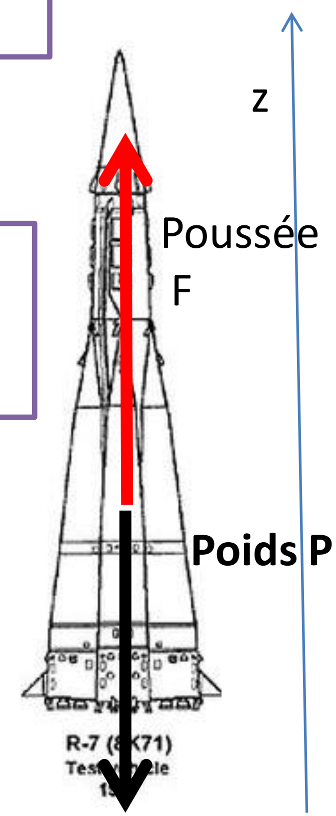
$$\sum \overrightarrow{Forces}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} \qquad \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{dm\vec{v}}{dt} = m \times \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \sum \overrightarrow{Forces}_{ext} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m \times \vec{a}$$

(avec $\vec{p} = m \times \vec{v}$: quantité de mouvement)

2- Quelles sont les forces appliquées à la fusée au moment où elle quitte le sol . Les représenter sur un schéma puis indiquer leurs valeurs. (g = 9.81 m/s²)

Poussée des gaz : F : verticale, vers le haut **$F = 3.86 \times 10^6$ N**

Poids de la fusée : P : vertical vers le bas P = mxg = 267000x9.81= **2.62×10^6 N**



3- En considérant que la masse de la fusée reste constante pendant les premiers instants du décollage, Trouver l'expression de l'accélération au décollage en fonction de m, g et F puis la calculer.

la masse reste constante $\sum \overrightarrow{Forces}_{ext} = \vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}$

Projection sur un axe vertical Oz orienté vers le haut: **F – P = m.a**

$$a = \frac{F-P}{m} = \frac{F-mg}{m} = \frac{F}{m} - g$$

$$a = \frac{(3.86-2.62) \times 10^6}{267000} = \mathbf{4.76\ m/s^2}$$

3-La poussée des moteurs est proportionnelle au débit de carburant (q en kg/s) et à la vitesse d'expulsion des gaz de combustion V_E. Donc $F = q \times V_E$. Montrer par une analyse dimensionnelle que ce produit est bien homogène à une force.

$F = m \times a$ donc $N = kg.m/s^2$ $q \times V_E$:(kg/s).(m/s) =kg.m/s²donc q.VE est homogène à une force

4-Si la poussée des réacteurs reste constante, l'accélération calculée précédemment reste-t-elle constante pendant les 120 s de combustion de l'étage 0. Justifier la réponse.

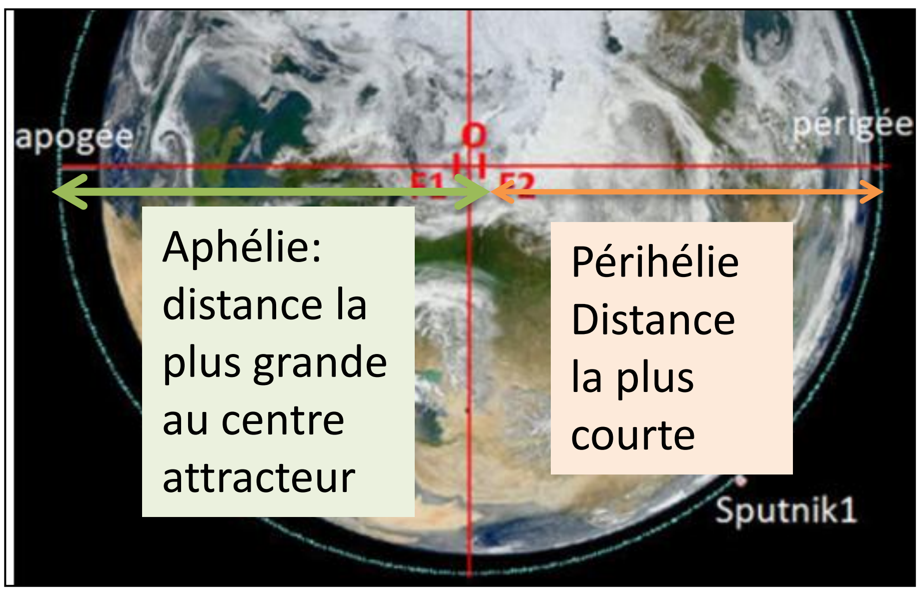
$$a = \frac{F}{m} - g$$

Quand la fusée fonctionne le carburant est évacué donc la masse m de la fusée diminue donc F/m augmente ainsi que F/m –g.

L'accélération aura donc tendance à augmenter

PARTIE 2 : la ronde de Спутник 1 autour de la Terre

1- D'après le schéma de l'orbite, le centre de la Terre coïncide-t-il avec le point F1, O ou F2 ?



Donc le centre de la Terre se trouve au foyer **F2**

2-Calculer la valeur du demi-grand axe noté a de l'orbite de Spoutnik-1.

$$a = \frac{\text{périgée + diamètre Terre + apogée}}{2}$$

$$= \frac{225 + 2 \times 6400 + 947}{2} = \mathbf{6986\ km}$$

3- Quelle loi de KEPLER permet de déduire que la vitesse de Spoutnik est maximum au périgée ou à l'apogée ?

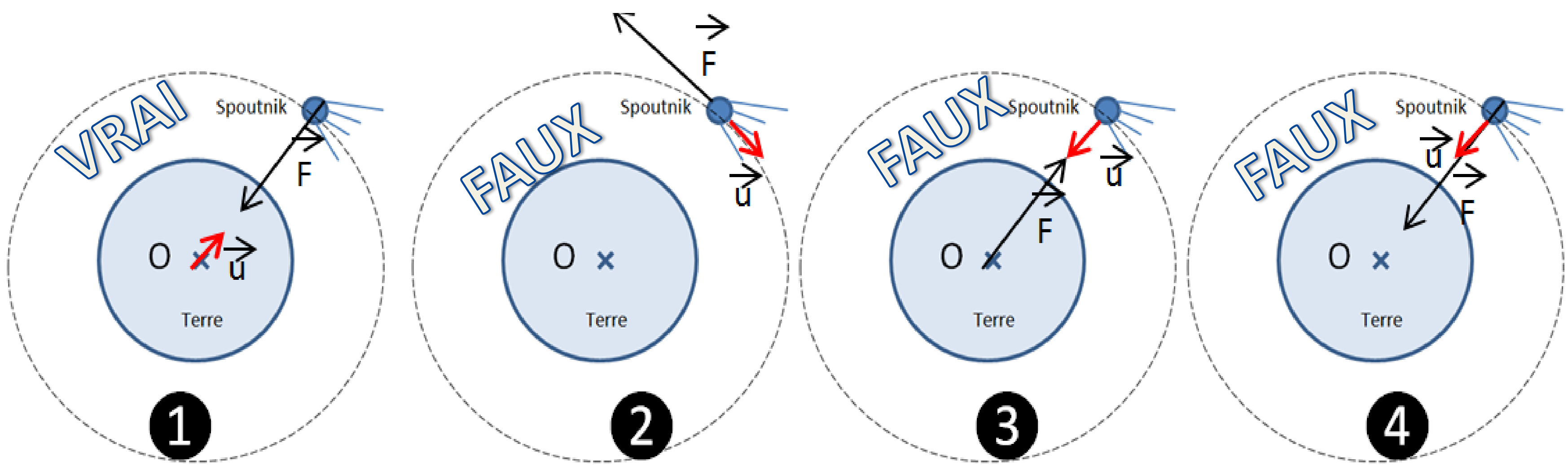
La **deuxième loi de KEPLER** ou loi des aires indique que la vitesse d'un satellite est la plus grande quand le satellite est au plus proche du centre attracteur donc au **périhélie**

Pour simplifier on considère maintenant que l'orbite de Spoutnik est circulaire de rayon r = 6950 km.

4.1- La force d'attraction gravitationnelle exercée sur le satellite Spoutnik de masse m peut s'exprimer de la façon suivante : $\boxed{\vec{F} = - \frac{G.Mt.m}{r^2} \times \vec{u}}$ (u étant un vecteur unitaire) Quelle est la bonne représentation de cette force ?

$$\boxed{\vec{F} = - \frac{G.Mt.m}{r^2} \times \vec{u}}$$

Le vecteur F est en sens inverse du vecteur unitaire u et F est dirigée vers le centre de la Terre



4.2- Trouver l'expression de l'accélération et sachant que pour un mouvement circulaire uniforme l'accélération peut aussi s'exprimer de la façon suivante a= v²/r, Montrer que la vitesse peut s'exprimer sous la forme
Montrer que cette vitesse est bien de l'ordre de 27000 km/h.

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F} = -\dfrac{G.Mt.m}{r^2} \times \vec{u} \\ \vec{F} = m \times \vec{a}\end{array}\right\} \quad \left.\begin{array}{l}\text{Donc } a = \dfrac{G.Mt}{r^2} \\ \text{or } a = \dfrac{v^2}{r}\end{array}\right\} \quad \text{Donc } \frac{G.Mt}{r^2} = \frac{v^2}{r} \qquad v^2 = \frac{G.Mt}{r} \qquad v = \sqrt{\frac{G.Mt}{r}}$$

$$v = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6950000} = 7588 \text{ m/s} = \mathbf{27318 \text{ km/h}}$$

(en multipliant par 3.6)

4.3- Retrouver la valeur de la période de révolution en utilisant cette vitesse.

Le mouvement est circulaire uniforme donc $v = \dfrac{2\pi \times r}{T}$ d'où $T = \dfrac{2\pi \times r}{V}$

$$T = \frac{2\pi \times 6950000}{7588} = 5765 \text{ s} = \mathbf{95.9 \text{ min}}$$ (en divisant par 60)

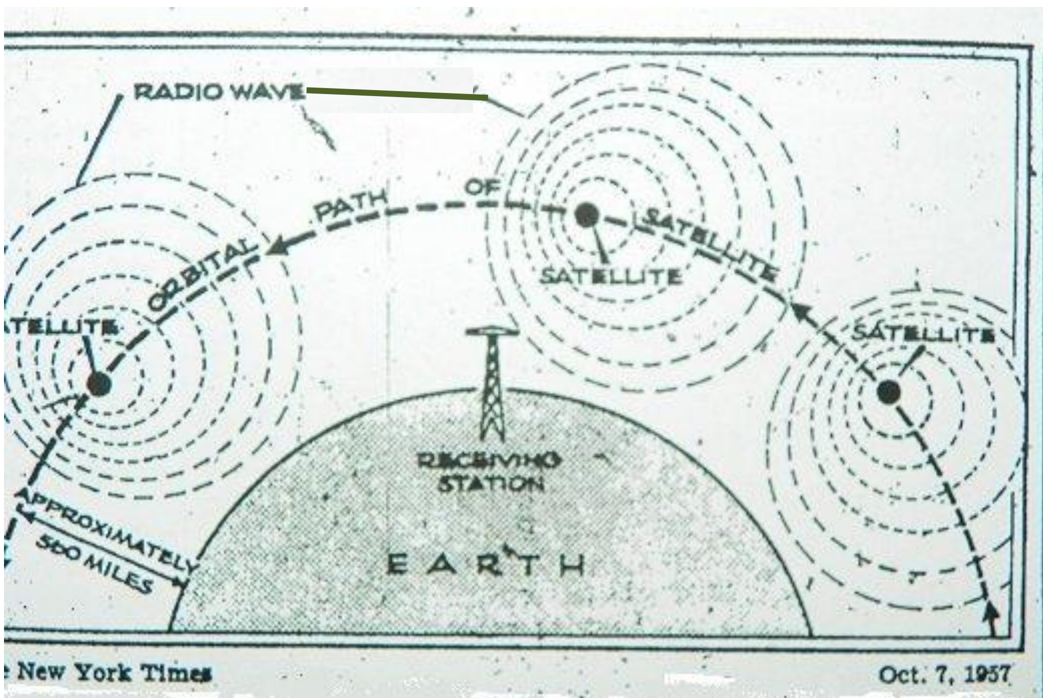
Partie 3 : L'émetteur radio de Spoutnik

1- Les ondes radios sont-elle des ondes électromagnétiques ou des ondes mécaniques ? A quelle vitesse se propage-t-elle ? Calculer la longueur d'onde correspondant à la fréquence de 20.005 MHz.

Les ondes radios sont des **ondes électromagnétiques**, elles se propagent dans le vide à la vitesse **c= 3 x10⁸ m/s**

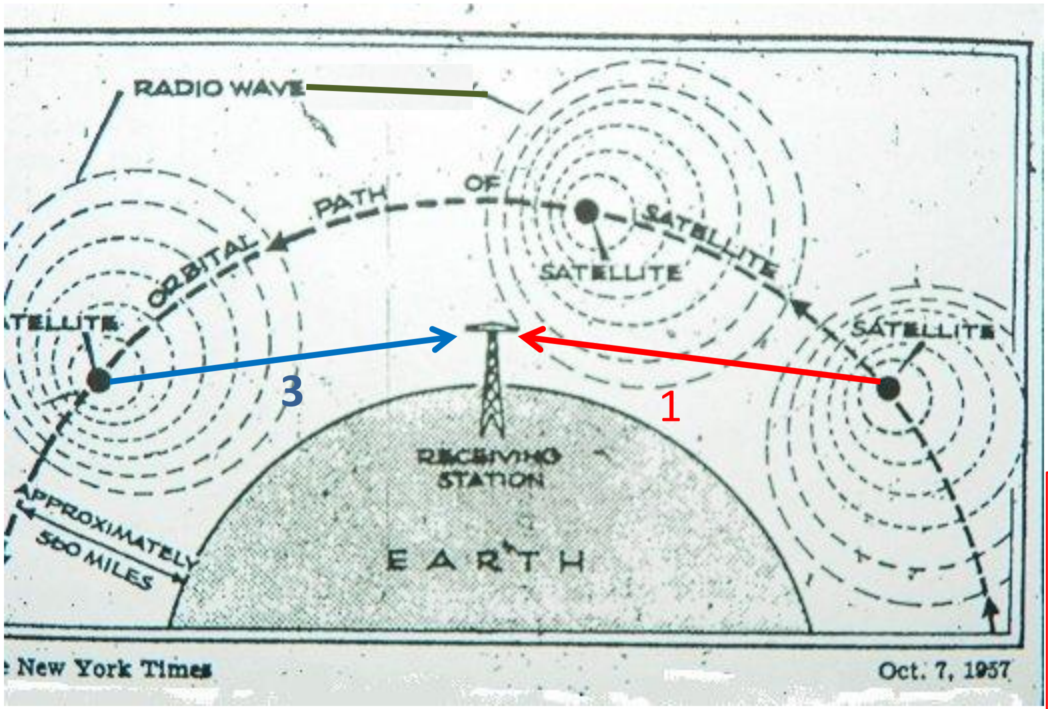
$$\lambda = c.T = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{20.005 \times 10^6} = \mathbf{15\ m}$$

2- Que schématisent les espaces entre les ronds en pointillé sur le schéma ci-dessus : période, longueur d'onde ou fréquence ?



les ronds en pointillé représente les ondes radios émises dans toutes les directions par Spoutnik se déplaçant sur son orbite.
La distance entre chaque front d'onde représente donc la **longueur d'onde**

3- L'antenne « receiving station » représente un récepteur radio fixe sur Terre . Les journaux de l'époque indiquaient qu'il fallait décaler la fréquence de + ou – 500 Hz pour capter l'émission de 20.005 MHz de Spoutnik à cause de l'effet Doppler. Quand fallait-il augmenter d'environ de 500 Hz la fréquence du récepteur : Au moment où Spoutnik se levait sur l'horizon (position 1) Quand il passait au plus haut (position 2) ou quand il allait repasser sous l'horizon (position 3). ?



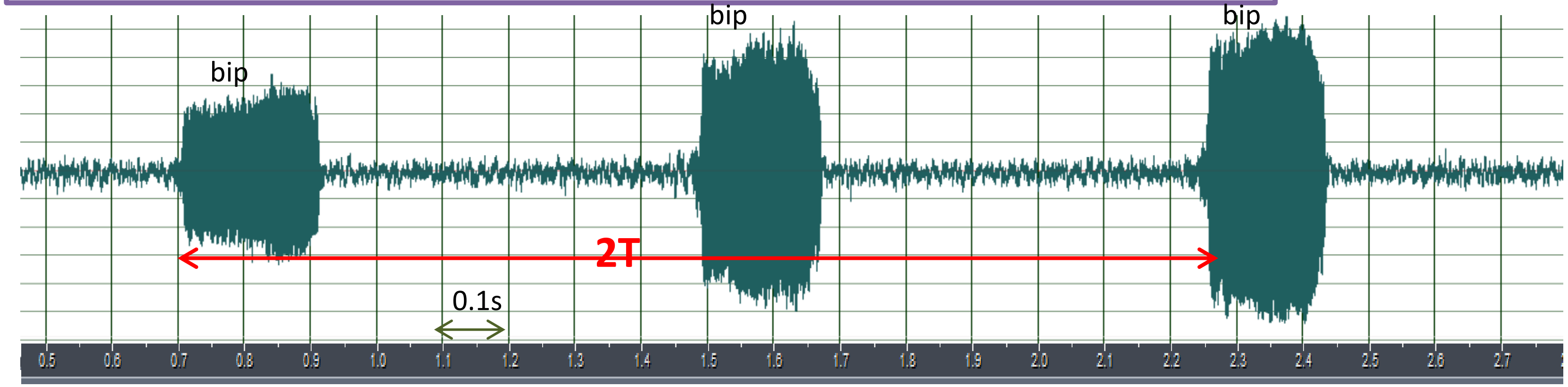
On observe que si le satellite se rapproche de l'observateur la longueur d'onde reçue diminue donc la fréquence augmente (car $f=c/\lambda$)
Inversement si le satellite s'éloigne la fréquence diminue

1- le satellite se rapproche de l'antenne la fréquence reçue sera plus grande que la fréquence émise il faudra donc ajouter autour de 500 Hz à la fréquence du signal de 2000500 Hz

3- le satellite s'éloigne donc la fréquence reçue diminue il faudra donc diminuer la fréquence du signal reçue d'environ 500 Hz

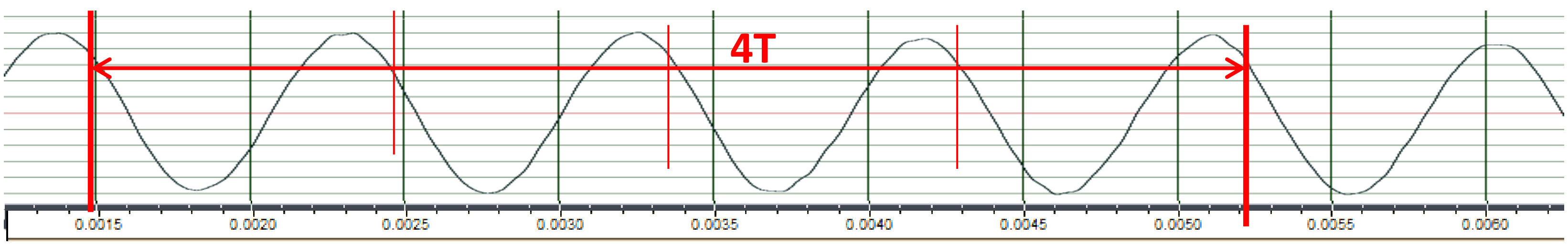
PARTIE 4 : bip-bip-bip-bip- bip-bip-bip-bip- bip-bip- bip-bip-bip-bip-………

1- Combien de bip par minute Spoutnik-1 envoyait-il ?



2T (bip) = 2.25-0.7 = 1.55 s donc T(bip) = 0.775 s donc f = 1/0.775 =1.29 bip/s
Donc 1.29 x60 = **77.4 bip/min**

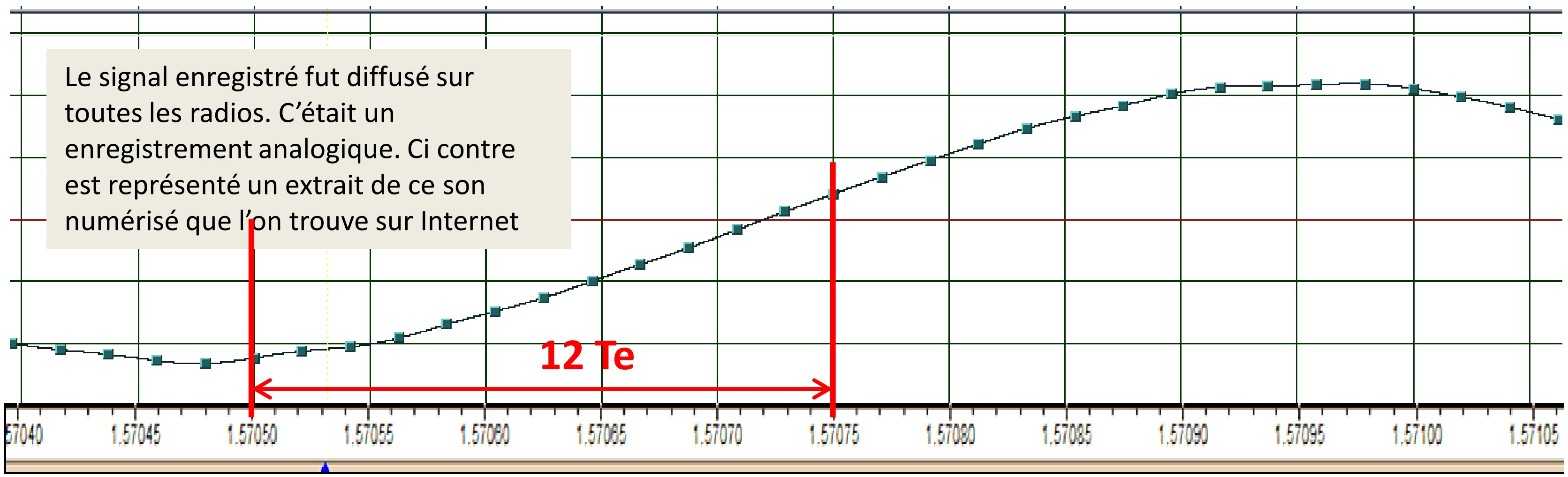
2- Trouver la fréquence du son émis. Ce son était-il aigu ou grave ? Etait-il plutôt un son simple ou un son complexe ?



4T= 0.00522-0.0015 = 0.0372 s donc T = 0.00093 s f = 1/T = **1075 Hz**
20Hz< son audible<20000Hz 1075 Hz est déjà un son plutôt **aigu**
Ce son a l'air à peu près **sinusoïdal** c'est donc plutôt un **son simple**

PARTIE 5 : Numérisation

1- par une mesure que la fréquence d'échantillonnage de ce son est de 48 kHz.



Te= durée entre 2 points(échantillons)   12 Te = 1.57075-1.57050= 0.00025 s   Te= 2.0833x10^{-5} s

Fréquence d'échantillonnage fe= 1/Te= 48000 Hz = 48 kHz (48000 échantillons par seconde

2-Le son numérisé a une durée totale de 4.377 s et est enregistré en stéréo (2 voies), la résolution est de 16 bits. Trouver le poids en ko du fichier Sputnik_beep.wav (1 octet = 8 bits, 1 ko=1024 octets)

Nombre total d'échantillons : 4.377x48000=210130 échantillons

Poids d'une piste = 210130 x 16 =3362073.6 bits = 420259.2 octets= 410.4 ko

Son stéréo donc 2 pistes . Poids total 410.4x2**= 820.8 ko**

Sputnik_beep.wav   21/03/2018 17:16   Son Wave   821 Ko