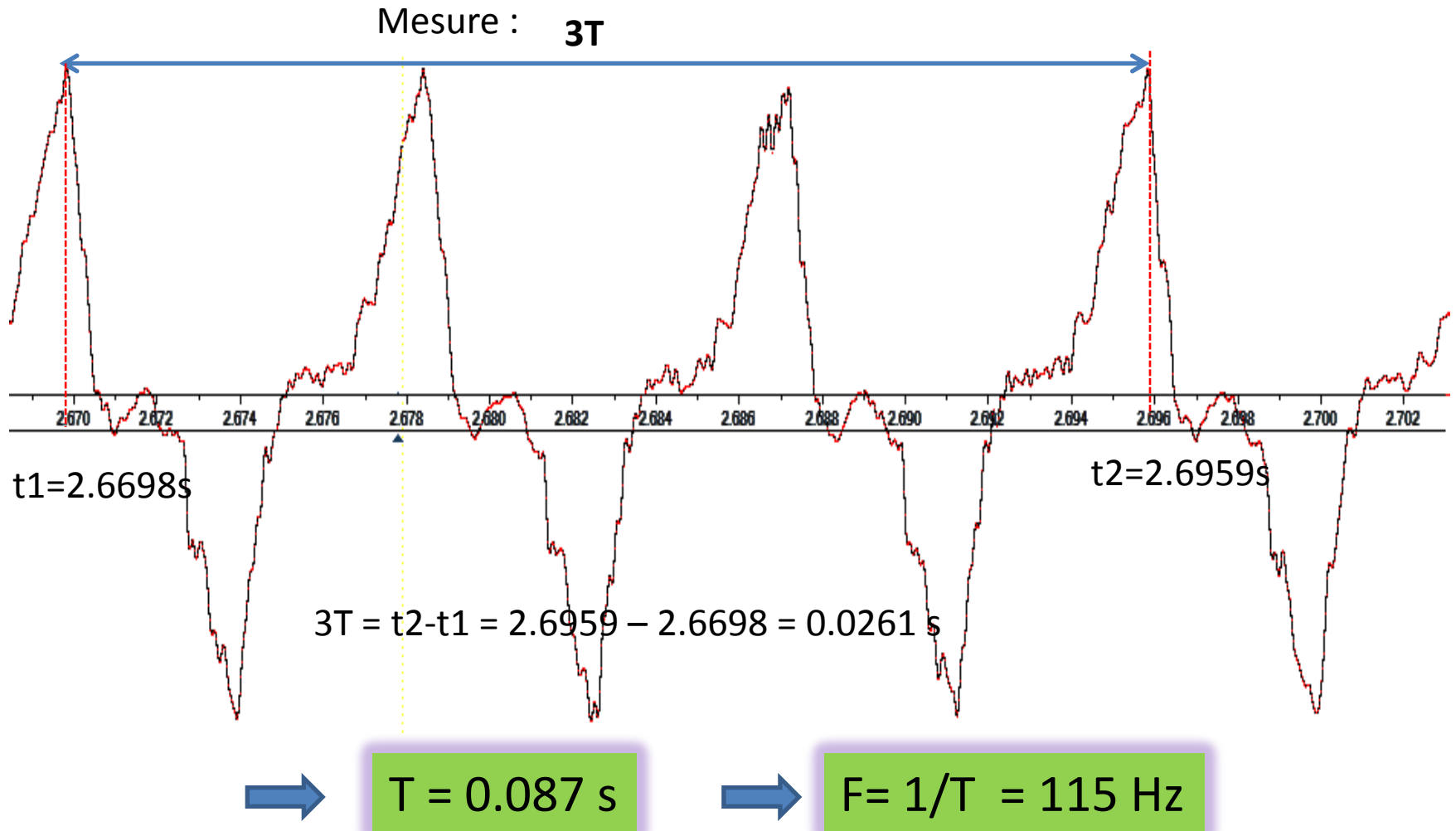


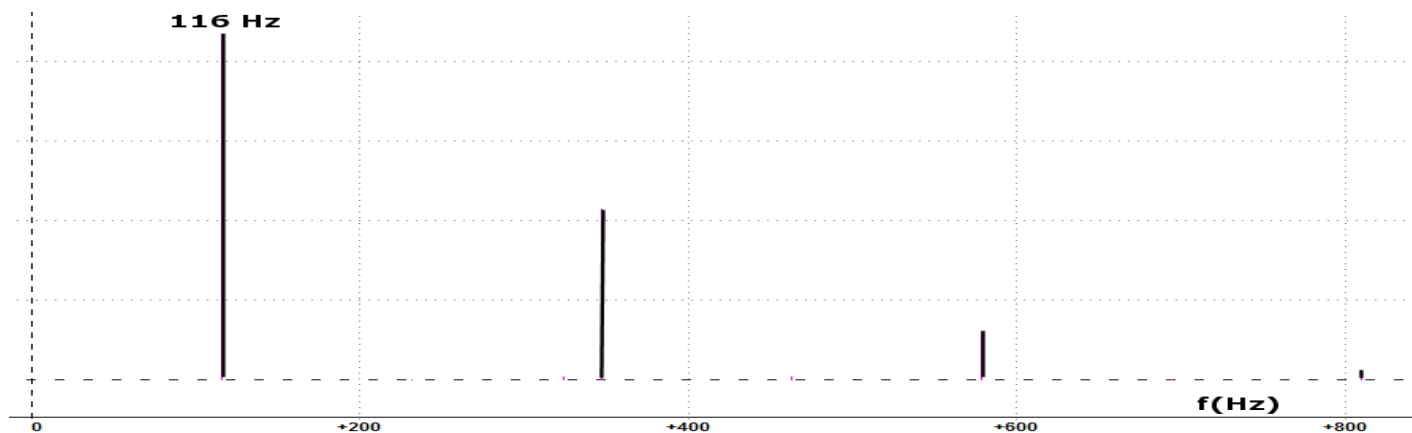
05: DUREE 14 : DIDGERIDOO

A- La fréquence du didgeridoo en PVC de longueur 73 cm

1- D'après l'enregistrement réalisé (document 4), trouver la période et la fréquence du son enregistré



2- Quels renseignements plus détaillés indique le document 5 ?



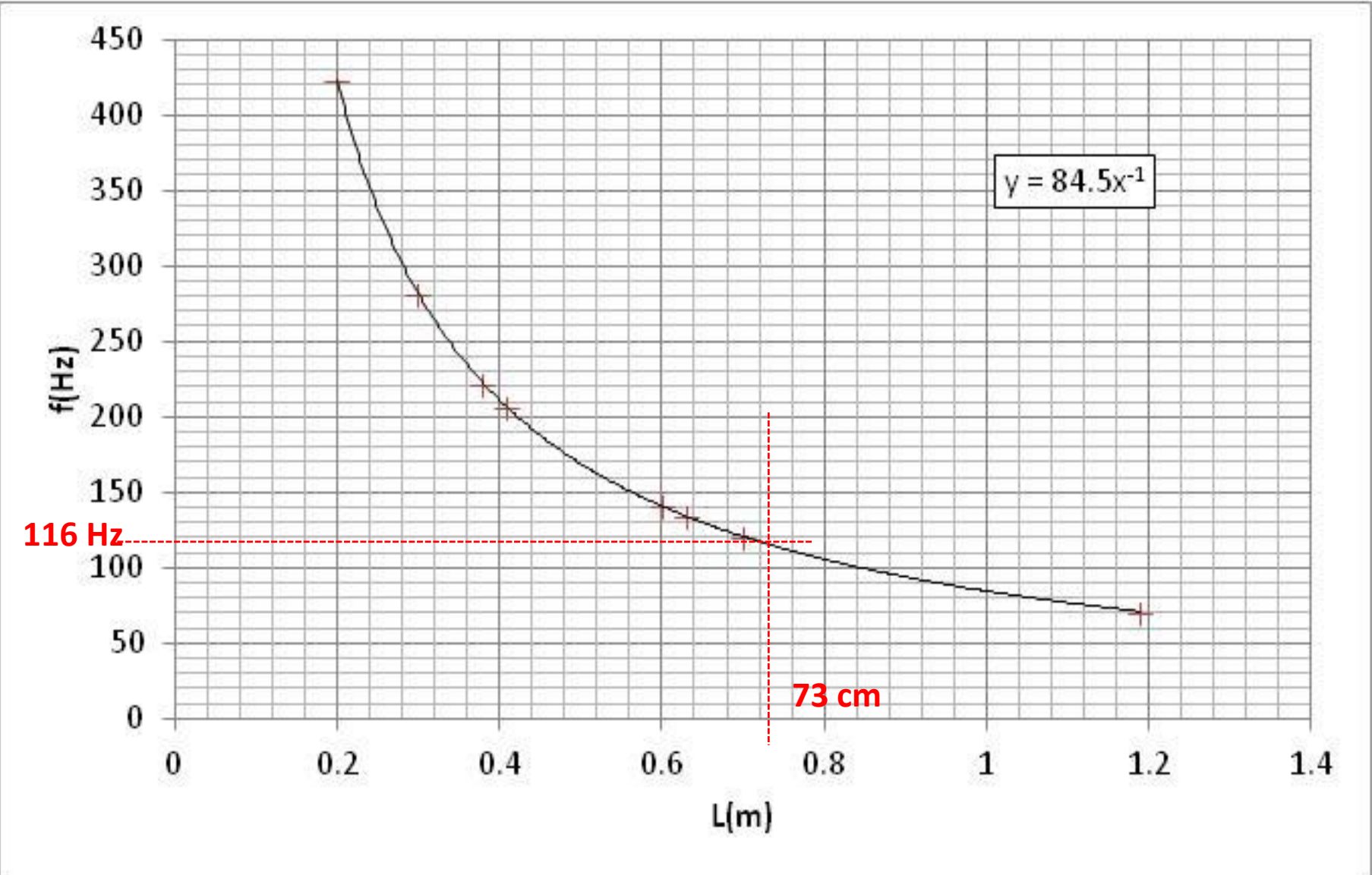
L'analyse harmonique (décomposition en série de Fourier) donne la fréquence du fondamental qui correspond à la fréquence du son, ainsi que les fréquences des harmoniques du sons ainsi que leur intensité.

$$\begin{array}{l} \text{Fondamental : } f = 116 \text{ Hz} \\ \text{Harmoniques : } \left\{ \begin{array}{l} 3f = 3 \times 116 = 348 \text{ Hz} \\ 5f = 5 \times 116 = 580 \text{ Hz} \\ 7f = 7 \times 116 = 800 \text{ Hz} \end{array} \right. \end{array}$$

Ce son ne possède pas d'harmoniques paires (2f, 4f, ...)

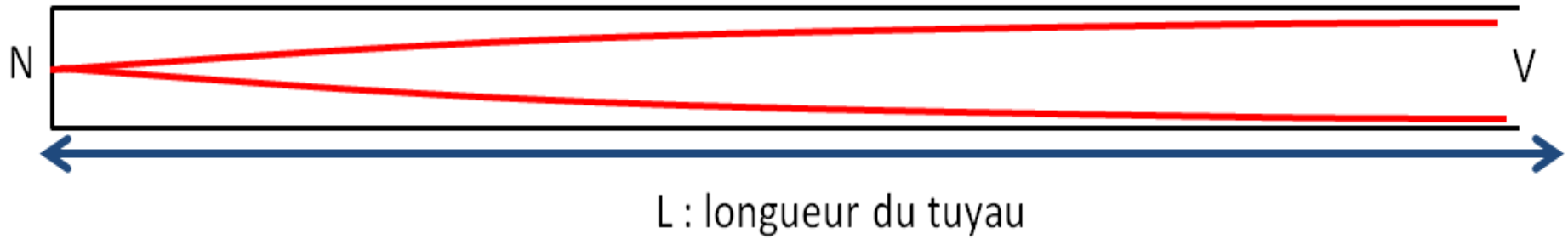
3- Vérifier la fréquence trouvée à l'aide du graphe du document 2.

La longueur du didgeridoo est de 73 cm



B- Les harmoniques du didgeridoo (document 1)
1- Montrer que la fréquence du didgeridoo peut s'exprimer sous le forme $f = c/4L$.

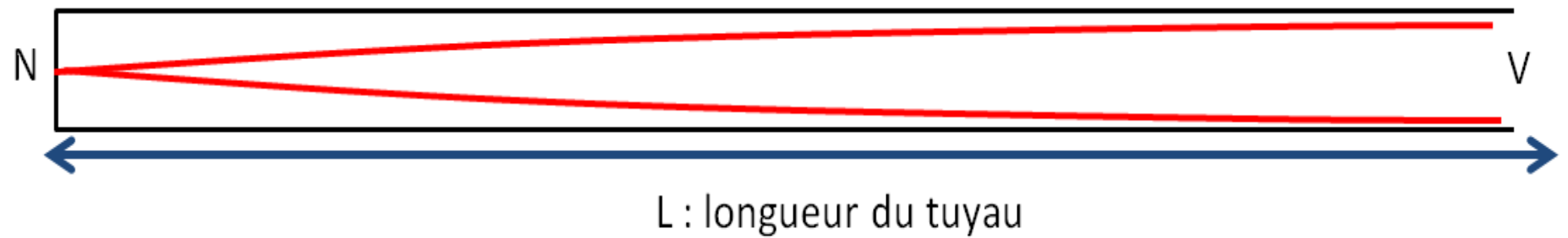
Mode fondamental : $L = \lambda/4$ (avec $\lambda = c/f$; c : vitesse du son dans l'air et f : fréquence du son)



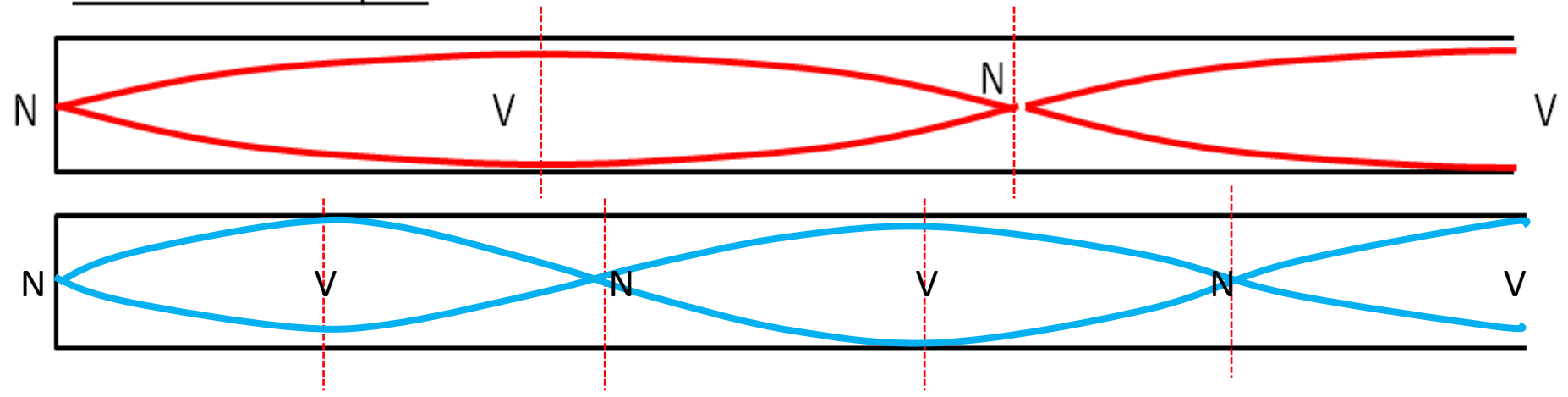
$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda = c \times T = c/f \\ L = \lambda/4 \end{array} \right. \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad \lambda = 4L \quad \Rightarrow \quad f = \frac{c}{4L}$$

2- Compléter le tuyau vide en dessinant les nœuds et les ventres de l'harmonique suivante.

Mode fondamental : $L = \lambda/4$ (avec $\lambda = c/f$; c : vitesse du son dans l'air et f : fréquence du son)

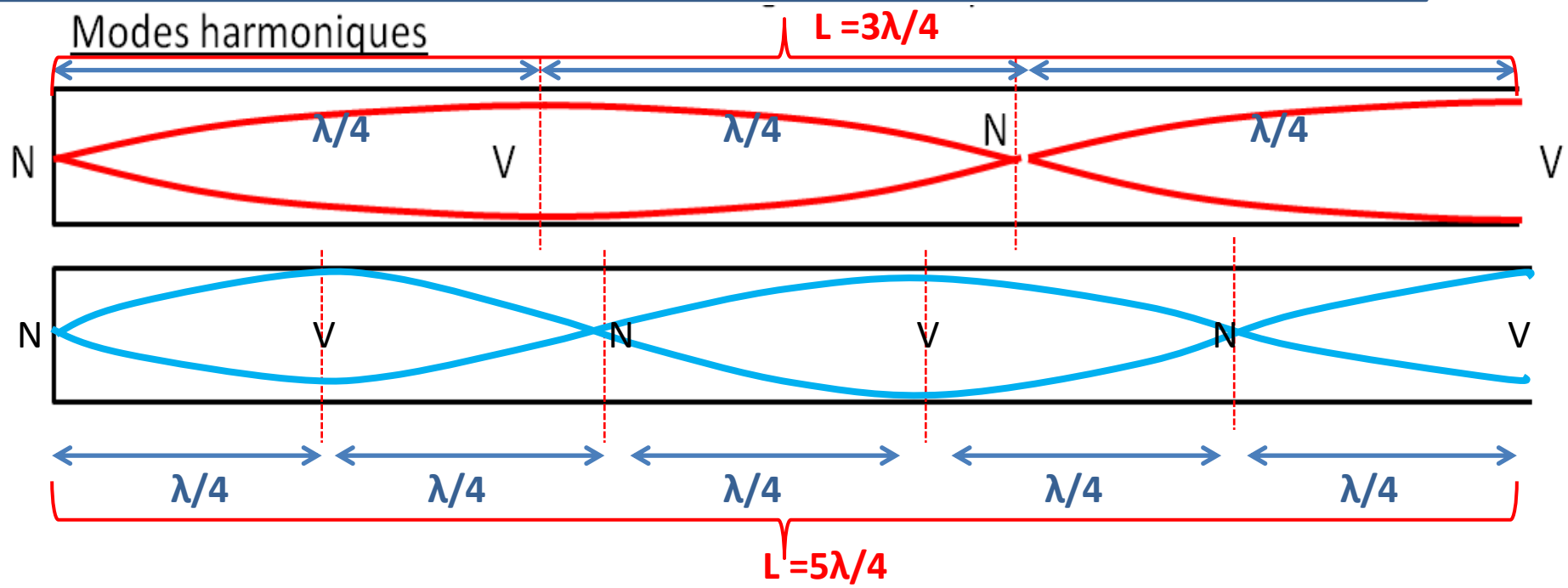


Modes harmoniques



Il y a obligatoirement un ventre à l'extrémité ouverte du tuyau et un nœud à l'extrémité fermée

3- Justifier les harmoniques trouvées dans les mesures expérimentales (document 5).



Rappel : fréquence du fondamental

$$f = \frac{c}{4L}$$

1ere harmonique

$$\lambda = c \times T = c/f_1$$

$$f_1 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{4L/3} = \frac{3 \times c}{4L} = 3f$$

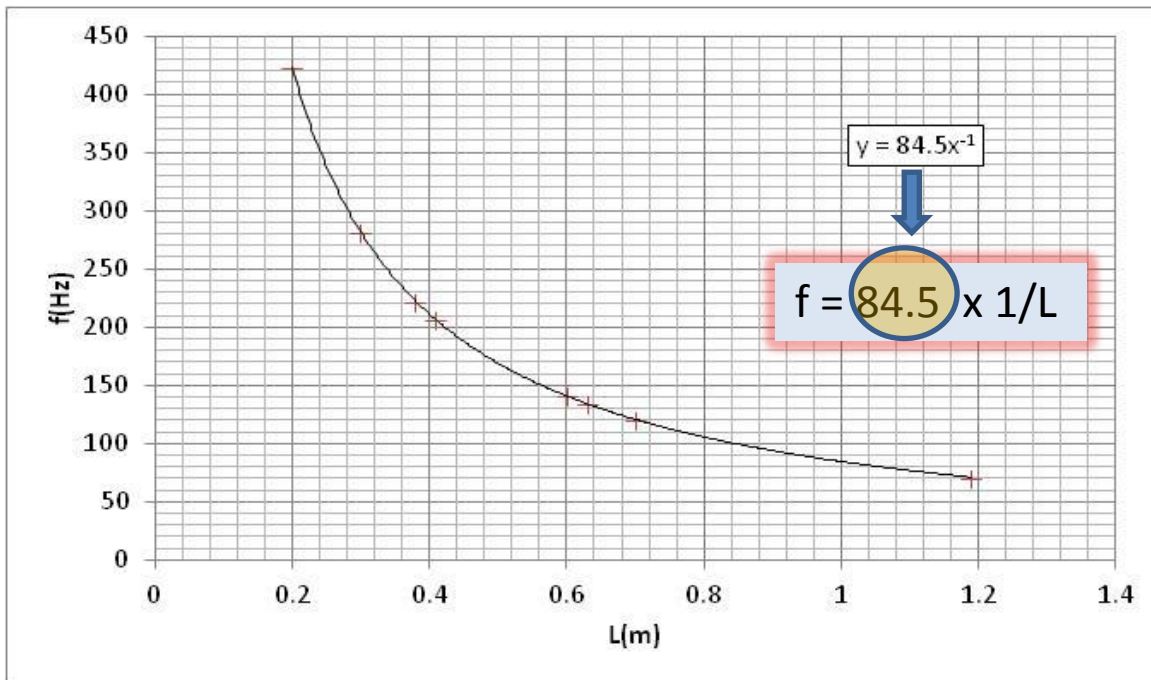
2eme harmonique

$$\lambda = c \times T = c/f_2$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{4L/5} = \frac{5 \times c}{4L} = 5f$$

C- Influences extérieures

1- Montrer, à l'aide de l'équation de la courbe du document 2, que la vitesse du son est de 338 m/s.



$$\text{et } f = \frac{c}{4L} = c/4 \times 1/L$$

$$c/4 = 84.5$$

$$C = 4 \times 84.5 = 338 \text{ m/s}$$

2- Même question à partir de la formule $f = c/4L$

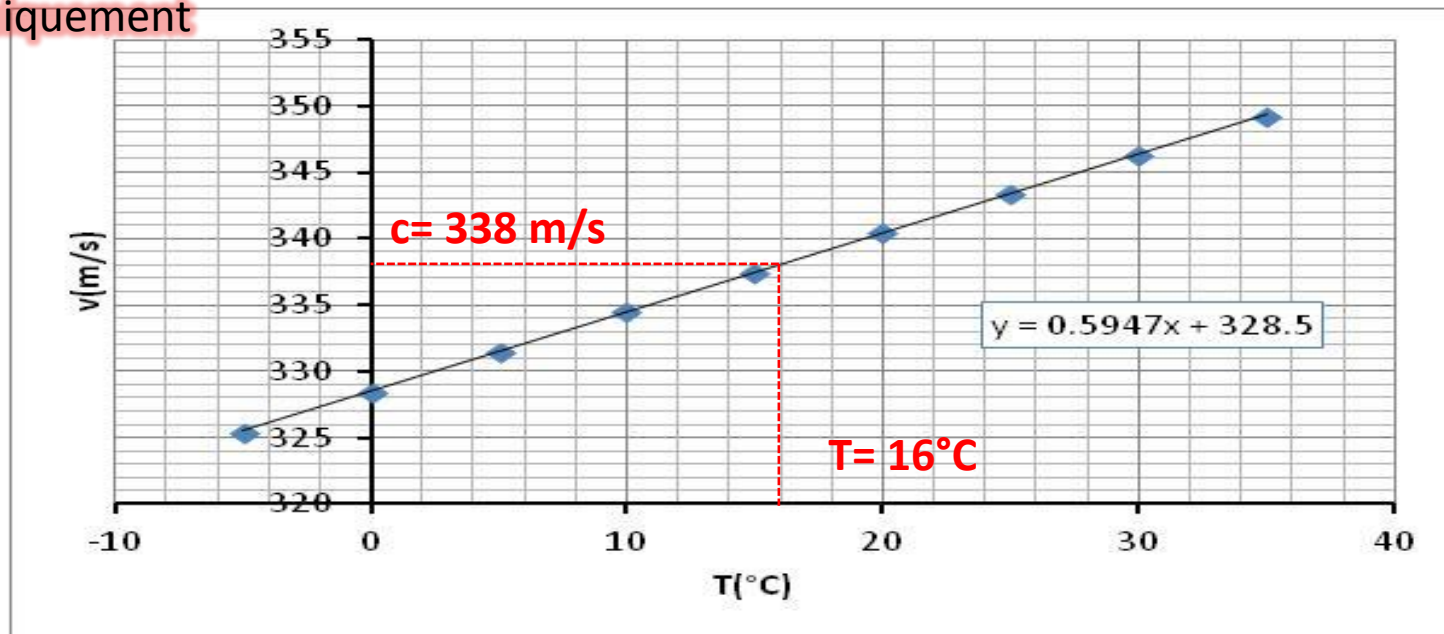
$$F = c/4L$$



$$C = f \times 4L = 116 \times 4 \times 0.73 = \mathbf{339 \text{ m/s}}$$

3- Quelle est la température à laquelle ont été faites ces mesures ?

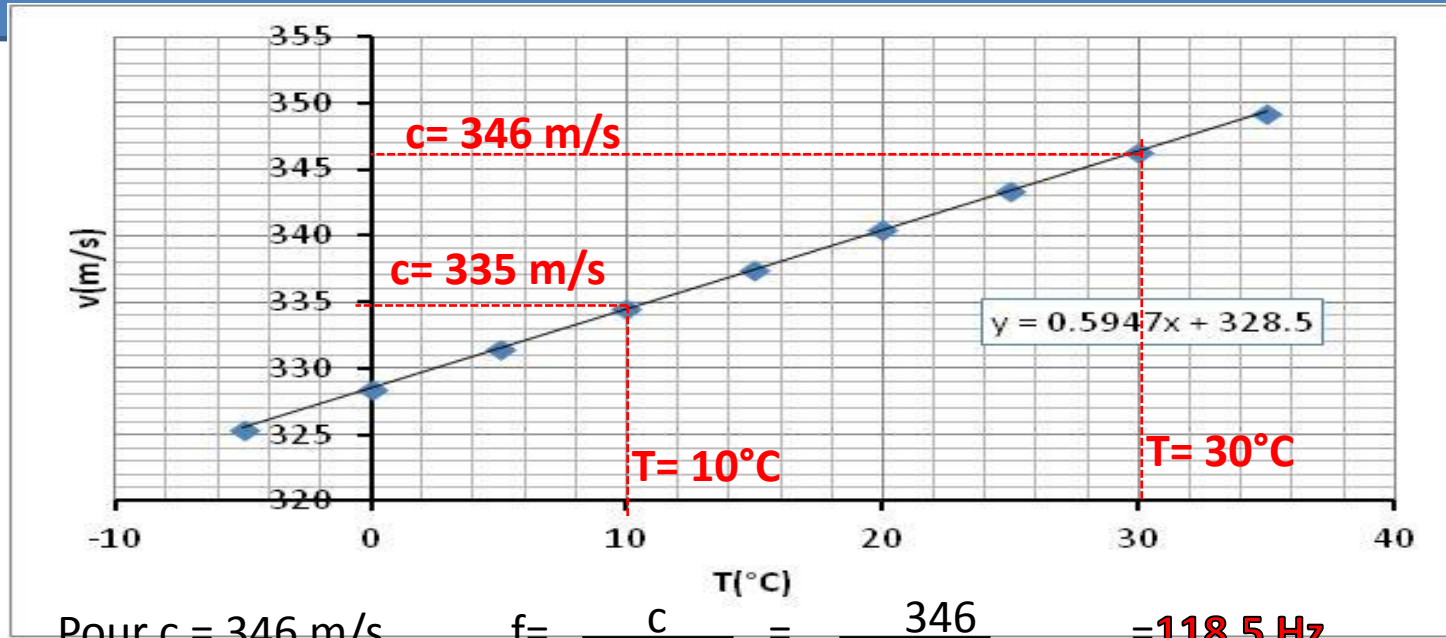
graphiquement



Ou avec l'équation : $y = 0.5947x + 328.5$

$$C = 0.5947 T + 328.5 \quad \Rightarrow \quad T = \frac{C - 328.5}{0.5947} = \frac{338 - 328.5}{0.5947} = \mathbf{16^\circ\text{C}}$$

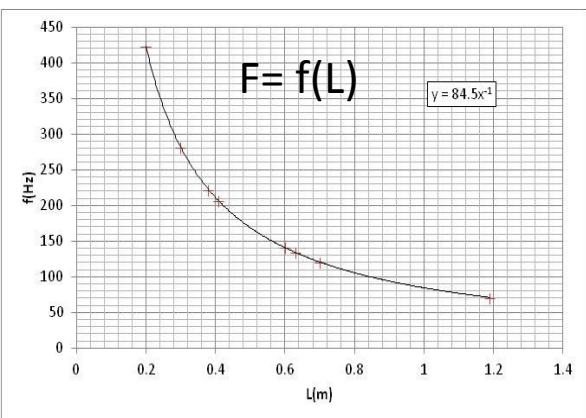
4- Quelle est l'intervalle de fréquences du didgeridoo si la température varie entre 10°C et 30°C ?



Pour $c = 346 \text{ m/s}$ $f = \frac{c}{4L} = \frac{346}{4 \times 0.73} = 118.5 \text{ Hz}$

Pour $c = 335 \text{ m/s}$ $f = \frac{c}{4L} = \frac{335}{4 \times 0.73} = 115 \text{ Hz}$

5- Qu'aurait-on obtenu comme graphe si on avait tracé f en fonction de $1/L$?



$F = 84.5 \times L^{-1} \iff F = 84.5 \times \frac{1}{L}$
 $\downarrow \qquad \qquad \downarrow$
 $Y = 84.5 \times X \qquad \text{: Fonction linéaire}$

Donc $F = f(1/L)$ serait une droite passant par l'origine

D- Réglage de la longueur du didgeridoo.

1- Quelle est la note de musique correspondant à la fréquence du didgeridoo ?

octave	1			2		
note	la	la#	si	do	do#	ré
f(Hz)	110	116.54	123.47	130.88	138.59	146.83

F= 116 Hz donc c'est très proche du la#1

2-Que faire pour que la fréquence du didgéradoo corresponde à un do 2 ?

$F(\text{do}2) = 130.88\text{Hz} > 116 \text{ Hz}$ Or $f = \frac{c}{4L}$

$$L = \frac{c}{4f} = \frac{338}{4 \times 130.88} = 0.645 \text{ m}$$

Il faut donc raccourcir le tuyau jusqu'à 64.5 cm de longueur

3- Pourrait-on régler ce tuyau pour obtenir un la1 ?

$F(\text{la}1) = 110\text{Hz} < 116 \text{ Hz}$ Il faudrait donc allonger le tuyau ce qui est impossible