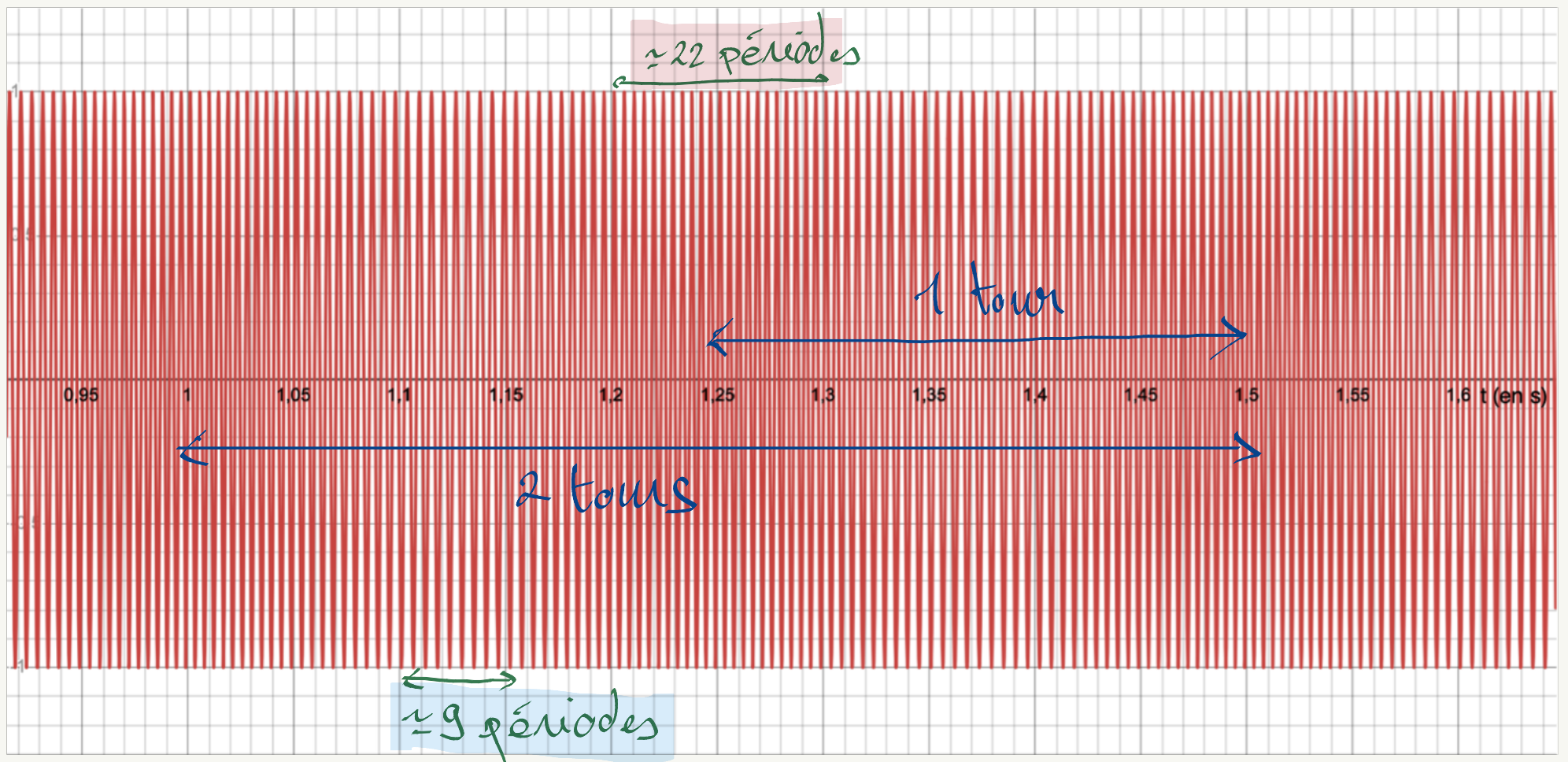


2a FRONDE



On constate que le signal reçu a une fréquence qui s'accroît (les pics sont + rapprochés) puis se réduit (pics plus écartés) alternativement.

Ces variations de la fréquence reçue sont dues à l'effet Doppler. En effet, pendant son tour, l'émetteur se rapproche puis s'éloigne du récepteur, faisant varier la fréquence reçue. Au maximum, l'émetteur se rapproche et s'éloigne à la vitesse v du buzzer dans son mouvement de rotation.

Cette variation régulière de la fréquence permet de mesurer sur le signal reçu la durée d'un tour = 0,25s.

On peut aussi tenter de déterminer la fréquence maximale (correspondant au rapprochement) et la fréquence minimale (pour l'éloignement):

$$f_{\max} \approx \frac{22}{0,10\text{ s}} \approx 2,2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

$$f_{\min} \approx \frac{9}{0,050\text{ s}} \approx 1,8 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

Pendant le rapprochement, le **décalage Doppler** théorique est donnée par:

$$\Delta f_{\text{rap}} = f_{\max} - f_E = f_E \times \frac{v}{c - v}$$

$\swarrow$ 200 Hz (fréquence du buzzer)

Et pendant l'éloignement:

$$\Delta f_{\text{élo}} = f_{\min} - f_E = -f_E \times \frac{v}{c + v}$$

Dans l'approximation donnée dans l'énoncé, on reconnaît la formule de Δf_{rap} et celle de $\Delta f_{\text{élo}}$ et on voit que le résultat permet d'obtenir v .

$$f \times \frac{v}{c - v} - \left(-f \frac{v}{c + v} \right) \approx 2f \frac{v}{c}$$

De plus, on peut bien supposer ici que l'émetteur va très lentement par rapport au son dans l'air (on a bien $v \ll c$).

$$\Rightarrow \Delta f_{\text{rap}} - \Delta f_{\text{éloi}} \simeq 2f \frac{v}{c}$$

Δ Ce n'est que
parce que $v \ll c$ qu'on a
 $\Delta f_{\text{éloi}} = -\Delta f_{\text{rap}}$

$$\text{On } \Delta f_{\text{rap}} \simeq 20 \text{ Hz} \text{ et } \Delta f_{\text{éloi}} \simeq -20 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow 2f \frac{v}{c} \simeq 40 \text{ Hz}$$

Pour être rigoureux sur les
chiffres significatifs, il faudrait
écrire $4 \times 10^1 \text{ Hz}$

$$\Rightarrow v \simeq \frac{343 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times 40 \text{ Hz}}{2 \times 200 \text{ Hz}} \simeq 34 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

ou plutôt
 $3 \times 10^1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

On valide bien que $v \ll c$

On en a déterminé qu'un tour prenait 0,25 s.

$$\Rightarrow \omega = 2\pi \times \frac{1}{0,25} \simeq 25 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{et comme } v = \omega \times R$$

$$\Rightarrow R = \frac{v}{\omega} = \frac{34}{25} \simeq 1,4 \text{ m} \quad (\text{ou } \simeq 1 \text{ m en toute rigueur})$$

Rq: la valeur de R semble un peu élevée par rapport
au dessin mais rien ne nous dit qu'il est à l'échelle.
• la valeur de v trouvée vaut plus de 100 km/h, ça
ne paraît pas impossible mais c'est bizarrement élevé.
Cela a permis d'avoir des Δf suffisant sur le graphe.

On autre méthode possible aurait été de partir non pas des formules de Δf mais de celles de f_R dans le cas du rapprochement et de l'éloignement

On a démontré que : (voir activité démonstration)

rapprochement: $f_R = f_E \times \frac{1}{1 - \frac{v}{c}} = f_E \times \frac{c}{c - v} = f_{\max}$

éloignement: $f_R = f_E \times \frac{1}{1 + \frac{v}{c}} = f_E \times \frac{c}{c + v} = f_{\min}$

Chacune de ces formules permet de déterminer v mais il est plus précis d'utiliser les deux mesures à la fois en calculant leur quotient:

$$Q = \frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \frac{f_E \times \frac{c}{c - v}}{f_E \times \frac{c}{c + v}} = \frac{c + v}{c - v}$$

ne dépend plus de f_E !

$$\begin{aligned} \Rightarrow (c - v) \times Q &= c + v \\ c \times Q - c &= v + v \times Q \\ c \times (Q - 1) &= v \times (Q + 1) \end{aligned}$$

Δ Il faut être à l'aise sur ce type de calcul algébrique

$$v = c \times \frac{Q - 1}{Q + 1} = 343 \times \frac{\frac{220}{180} - 1}{\frac{220}{180} + 1}$$

On se trouve les 34 m.s⁻¹ !