TD 10.

Exercice 1.

1. $v = \lambda f$ ← fréquence

↑ vitesse de propagation. ↑ longueur d'onde

AN : $v = 1{,}25 \text{ m.s}^{-1}$

La vitesse de cette vague est $\underline{1{,}25 \text{ m.s}^{-1}}$

2. d. La période est de $\underline{0{,}5 \text{ s}}$.

3. $s(x,t) = 6 \sin(3{,}2.10^3 \pi t - 5\pi x + 5\pi)$
$\quad = 6 \cos\left(3{,}2.10^3 \pi t - 5\pi x + \frac{\pi}{2}\right)$

L'expression générale d'une onde est :

$s(x,t) = A\cos(\omega t - kx + \varphi_0)$

On identifie chaque terme :

$\omega = 3{,}2.10^3 \pi = \underline{10.10^3 \text{ rad.s}^{-1}}$

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \underline{1{,}6.10^3 \text{ Hz}}$

$T = \frac{1}{f} = \underline{0{,}625 \text{ ms}}$

$k = 5\pi = \underline{15{,}7 \text{ rad.m}^{-1}}$

$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \underline{0{,}4 \text{ m}}$

$A = \underline{6}$, $c = \lambda f = \frac{\omega}{k} = \underline{640 \text{ m.s}^{-1}}$, $\varphi_0 = \underline{+\frac{\pi}{2}}$

4. Pour cette question, on demande bien l'expression du signal $s(t)$ et pas de l'onde $s(x,t)$. Par lecture graphique, on obtient :

- valeur moyenne : $(1{,}6 + (-0{,}6)) \times \frac{1}{2} = 0{,}5$
- amplitude : $(1{,}6 - (-0{,}6)) \times \frac{1}{2} = 1{,}1$
- période : $2\,\mu s$.
- phase à l'origine : $-\frac{0{,}25}{2} \times 2\pi = -\frac{\pi}{4}$

Le signal $s(t)$ s'exprime donc :

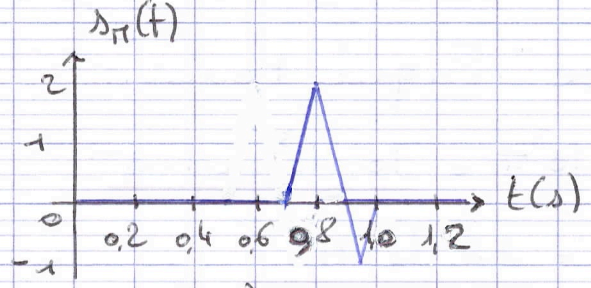
$$\boxed{s(t) = 0{,}5 + 1{,}1 \cos\left(\frac{2\pi}{2 \times 10^{-6}}\, t - \frac{\pi}{4}\right)}$$

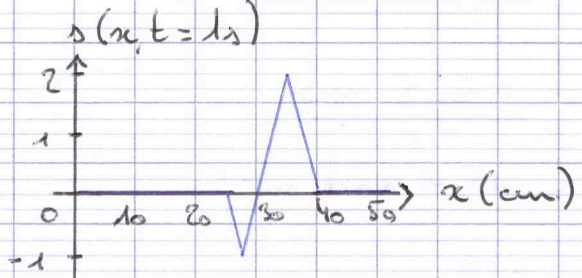
5. Par lecture graphique, on obtient la durée Δt de la perturbation :

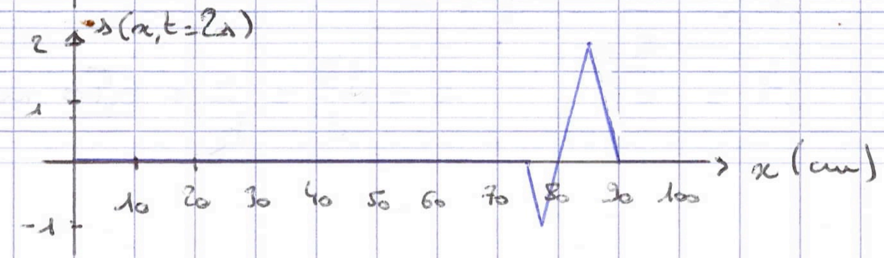
$\Delta t = 0{,}5 - 0{,}2 = 0{,}3\,s$.

La longueur Δx de la perturbation est

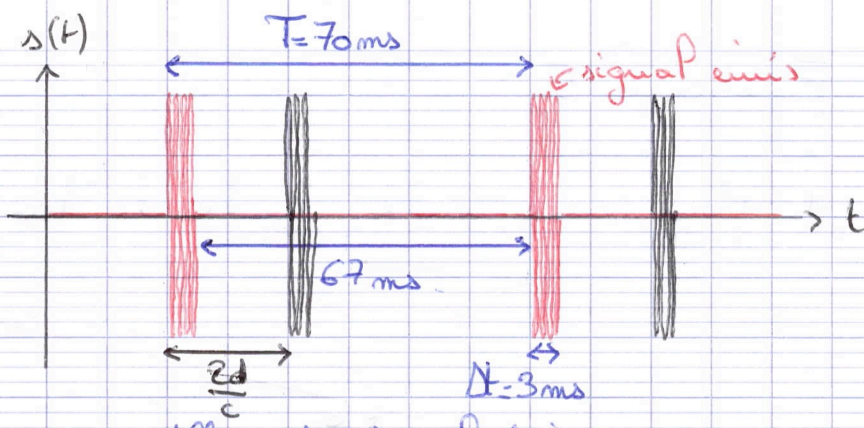
$\Delta x = c\,\Delta t = 15\,cm$.







6.



Allure du signal émis.
et du signal reçu (écho).

L'écho reçu d'une paroi située à la distance d arrive après un temps τ

$$\tau = \frac{2d}{c}$$

Pour que l'écho soit reçu avant le cri suivant il faut

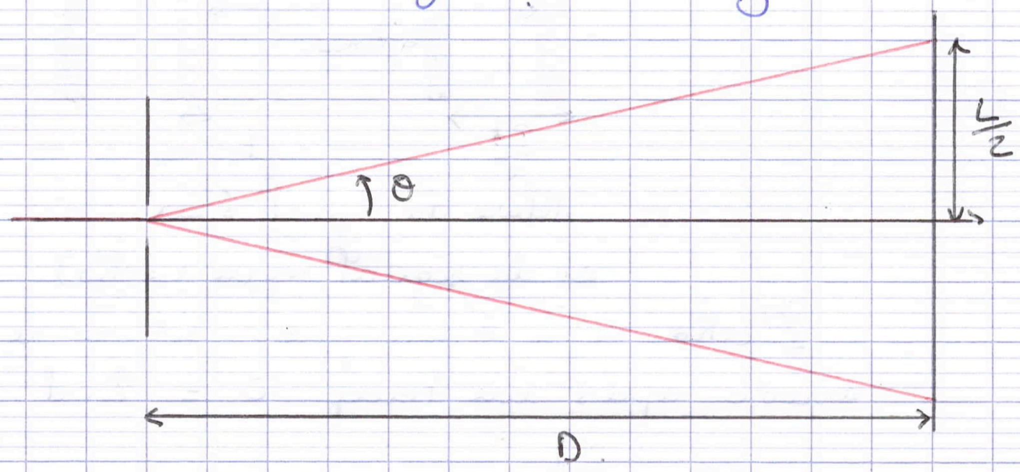
$$\tau < T - \Delta t$$

$$d < \frac{c}{2}(T - \Delta t) = 11{,}4 \text{ m} \quad \text{avec } c = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

La distance maximale est <u>11,4 m</u>.

Exercice 5.

1. Pour une seule fente de largeur ε :



L'angle θ est donné par :

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{\varepsilon}$$

Rq : s'agissant d'une fente fine, il s'agit bien ici d'un signe = et pas ≈.

Puisque $\lambda \ll \varepsilon$, $\sin\theta \approx \theta$. On a, de plus :

$$\tan\theta = \frac{L}{2D}$$

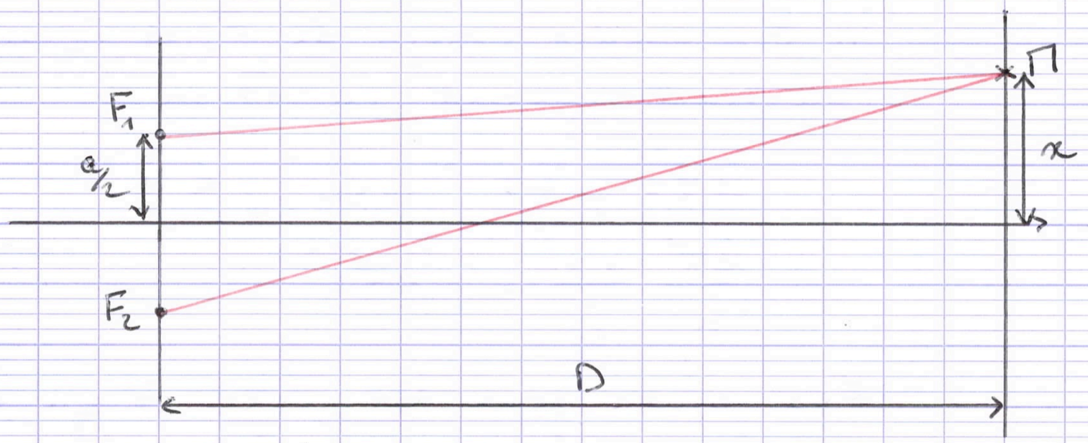
avec $\tan\theta \approx \theta$ d'où finalement :

$$\boxed{L = \frac{2\lambda D}{\varepsilon}}$$

AN : $L = 27$ mm.

Les taches de diffraction associées à chacune des fentes sont décalées de $a \ll L$: elles sont pratiquement confondues.

2.



$$\Pi F_1 = \left(D^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2\right)^{1/2}$$

$$= D\left(1 + \left(\frac{x - \frac{a}{2}}{D}\right)^2\right)^{1/2}$$

$$\approx D\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x - \frac{a}{2}}{D}\right)^2\right) \quad \text{car } x \ll D \text{ et } a \ll D$$

$$= D\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{D^2} + \frac{a^2}{4D^2} - \frac{ax}{D^2}\right)\right)$$

De même :

$$\Pi F_2 = D\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{D^2} + \frac{a^2}{4D^2} + \frac{ax}{D^2}\right)\right)$$

Finalement :

$$\Pi F_2 - \Pi F_1 = D\left(\frac{1}{2}\frac{ax}{D^2} + \frac{1}{2}\frac{ax}{D^2}\right) = \frac{ax}{D}$$

On retrouve bien l'expression de l'énoncé.

$$\boxed{\Pi F_2 - \Pi F_1 = \frac{ax}{D}}$$

3. $\Delta\varphi = k \times \delta$ avec $\delta = n(\Pi F_2 - \Pi F_1)$.
En prenant l'indice de l'air égal à 1 on obtient

$$\boxed{\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(\Pi F_2 - \Pi F_1) = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{ax}{D}}$$

4. Les ondes issues de F_1 et F_2 interfèrent constructivement en Π si

$$\Delta\varphi = p\,2\pi \quad \text{avec } p \in \mathbb{N}$$

$$\frac{\cancel{2\pi}}{d}\,\frac{ax}{D} = p\,\cancel{2\pi}$$

Les points pour lesquels il y a interférences constructives sont tels que :

$$\boxed{x = p\,\frac{\lambda D}{a}}$$

Dans la tache centrale, il y en a donc

$$\frac{La}{\lambda D} = \frac{2\cancel{\lambda D}}{\varepsilon}\,\frac{a}{\cancel{\lambda D}} = \frac{2a}{\varepsilon} \approx 11.$$

Sur la photographie, on compte bien 11 taches lumineuses dans la tache principale de diffraction

5. Les points où il y a interférence destructive sont tels que

$$\Delta\varphi = (2p+1)\pi \quad \text{avec } p \in \mathbb{N}, \text{ soit}$$

$$\boxed{x = \left(p + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}}$$

La distance entre deux points associés à des interférences destructives (ou constructives) consécutifs est l'interfrange i

$$\boxed{i = \frac{\lambda D}{a}} \qquad \text{AN : } i = 2,4 \text{ mm.}$$

Sur la figure on mesure bien : $i = \frac{2 \times 2,7}{7 \times 3,4} = 2,3 \text{ mm}$.