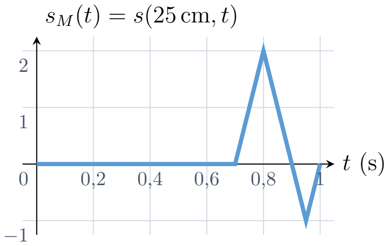
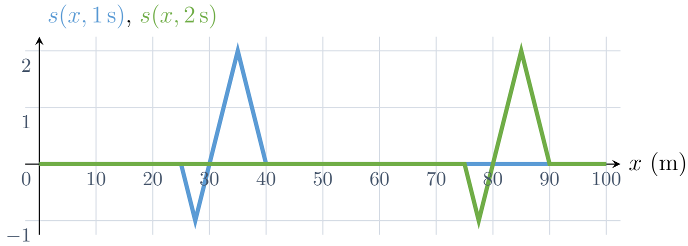
TD10 – Propagation d'un signal

Exercice 1 – Quelques signaux

1. $v = 1{,}25\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.
2. Réponse d. la **période** est de $0{,}5\,\mathrm{s}$.
3. $\omega = 1{,}0\times10^4\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$, $f = 1{,}6\times10^3\,\mathrm{Hz}$, $T = 625\,\mathrm{\mu s}$, $k = 15{,}7\,\mathrm{rad\cdot m^{-1}}$, $\lambda = 0{,}4\,\mathrm{m}$, $A = 6$, $c = 640\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$, $\varphi_0 = +\dfrac{\pi}{4}$.
4. $s(t) = 0{,}5 + 1{,}1\cos\left(\dfrac{2\pi}{2\times10^{-6}}t - \dfrac{\pi}{4}\right)$.
5. Durée de la perturbation : $\Delta t = 0{,}3\,\mathrm{s}$, longueur de la perturbation : $\Delta x = 15\,\mathrm{cm}$.





6. La distance maximale est de $11{,}4\,\mathrm{m}$.

Exercice 2 – Cuve à ondes

1. $\lambda = 1{,}5\,\mathrm{cm}$.
2. $c = 0{,}27\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.
3. Pour $x > 0$, $s(x,t) = A\cos(2\pi f(t - x/c)$. Pour $x < 0$, $s(x,t) = A\cos(2\pi f(t + x/c)$.
4. L'énergie de l'onde se répartit sur des cercles de plus en plus grands, l'amplitude décroit quand on s'éloigne de la source.

Exercice 3 – Position et date d'un séisme

1. $t_0 = \dfrac{c_P t_P - c_S t_S}{c_P - c_S}$, $\delta = \dfrac{c_P c_S}{c_P - c_S}(t_S - t_P)$.
2. Avec la station 1, on sait que l'épicentre du séisme est situé sur une sphère de rayon δ_1 centrée sur la station 1. Avec une station de plus, on sait que l'épicentre est situé à l'intersection des sphères de rayons δ_1 et δ_2 centrée sur chacune des stations, qui forme un cercle. L'ajout d'une troisième station permet d'obtenir un unique point à l'intersection des trois sphères.

   Le GPS fonctionne sur le même principe.

Exercice 4 – Effet Doppler

1. $T' = T(1 + v_0/c)$.
2. $f' = f\left(1 - \frac{v_0}{c}\right)$, avec $f = 1/T$.
3. $f' = 959\,\text{Hz}$, le son parait plus grave.
4. $f' = f\left(1 - \frac{(v_0 - v_P)}{c}\right)$, avec $f = 1/T$.
5. $f' = 1{,}04\,\text{kHz}$, le son parait plus aigu.
6. $v_G = 2{,}5 \times 10^3\,\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 5 – Fentes d'Young et diffraction

1. $L = \dfrac{2\lambda D}{\varepsilon} = 27\,\text{mm} \gg \varepsilon$.
2. $MF_2 - MF_1 = \dfrac{ax}{D}$, cf cours.
3. $\Delta\varphi = k\delta = \dfrac{2\pi}{\lambda}\dfrac{ax}{D}$.
4. $x = p\dfrac{\lambda D}{a}$, avec $p \in \mathbb{N}$, $\dfrac{2a}{\varepsilon} \approx 11$ taches lumineuses dans la tache centrale de diffraction.
5. $x = \left(p + \dfrac{1}{2}\right)\dfrac{\lambda D}{a}$, $i = \dfrac{\lambda D}{a} = 2{,}4\,\text{mm}$. Sur l'image on mesure $i \approx 2{,}3\,\text{mm}$.

Exercice 6 – Écoute musicale et interférences

1. $\tau = 2D/c$.
2. $\Delta\varphi = 2\pi f\tau = 4\pi f D/c$.
3. Si les deux ondes sont en opposition de phase, il y aura interférence destructive donc diminution de l'amplitude.
   $f = (2n + 1)\dfrac{c}{4D}$
   Pour qu'aucune de ces fréquences soit audible il faut $\dfrac{c}{4D} > 20\,\text{kHz}$, soit $D < 4{,}3\,\text{mm}$ ce qui n'est pas réalisable en pratique.
4. Si le mur est éloigné, l'onde réfléchie a une amplitude beaucoup plus faible que l'onde directe.
5. Si les interférences sont constructives, l'amplitude vaut $2A_0$. Par rapport à une onde seule d'amplitude A_0, l'amplitude est augmentée de $6\,\text{dB}$. Sur la courbe l'amplitude maximale est $97\,\text{dB}$, donc $A_{0,\text{dB}} \geqslant 91\,\text{dB}$.
6. $D = 8{,}4 \times 10^{-2}\,\text{m}$.