

Thème I. Ondes et signaux (ondes) TD n°27 Propagation d'un signal – Corrigé

I Exercices d'application directe du cours

Exercice n°1 Onde progressive ou non ?

Parmi les fonctions suivantes, identifier lesquelles représentent des ondes progressives unidimensionnelles, et préciser, le cas échéant, le sens de propagation et la célérité c .

R1. $s_1(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \phi)$

R2. $s_2(x, t) = A \cos(\omega t) \cos(kx)$

R3. $s_3(x, t) = A e^{-\left(\frac{x+ct}{\sigma}\right)^2}$

R4. $s_4(x, t) = A \cos(\omega t - kx) + B \sin(\omega t + kx)$

R5. $s_5(x, t) = A \cos(\omega t - kx) + B \sin(2\omega t - 2kx)$

R6. $s_6(x, t) = A \sin(\omega t + kx)$

R7. $s_7(x, t) = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{2b}\right)\right]$

R8. $s_8(x, t) = A e^{-k'x} \cos[k''(x - ct)]$

R9. $s_9(x, t) = A e^{-k'(x+ct)} \cos[k''(x - ct)]$

R10. $s_{10}(y, t) = A e^{-k'(y-ct)} \cos[k''(ct - y)]$

Solution:

$s_1(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \phi)$

$s_2(x, t) = A \cos(\omega t) \cos(kx)$

$s_3(x, t) = A e^{-\left(\frac{x+ct}{\sigma}\right)^2}$

$s_4(x, t) = A \cos(\omega t - kx) + B \sin(\omega t + kx)$

$s_5(x, t) = A \cos(\omega t - kx) + B \sin(2\omega t - 2kx)$

$s_6(x, t) = A \sin(\omega t + kx)$

$s_7(x, t) = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{2b}\right)\right]$

$s_8(x, t) = A e^{-k'x} \cos[k''(x - ct)]$

$s_9(x, t) = A e^{-k'(x+ct)} \cos[k''(x - ct)]$

$s_{10}(y, t) = A e^{-k'(y-ct)} \cos[k''(ct - y)]$

Onde progressive dans le sens des x croissants

Ce n'est pas une onde progressive

Onde progressive dans le sens des x décroissants

Ce n'est pas une onde progressive

C'est une onde progressive, périodique non sinusoïdale

Onde progressive dans le sens des x décroissants

Onde progressive dans le sens des x croissants à la célérité $c = 2b$.

Ce n'est pas une onde progressive

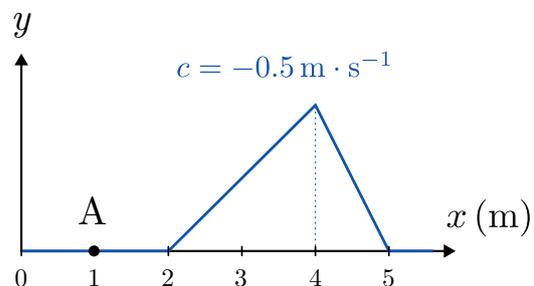
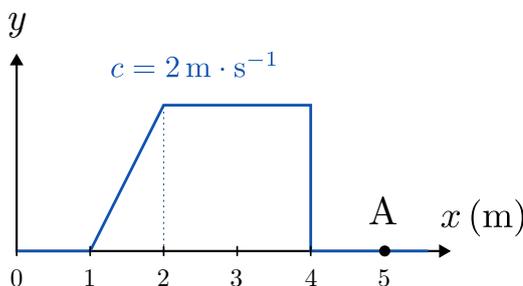
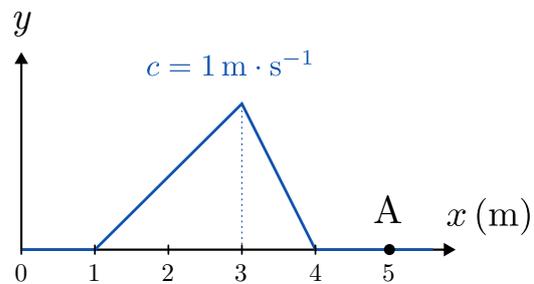
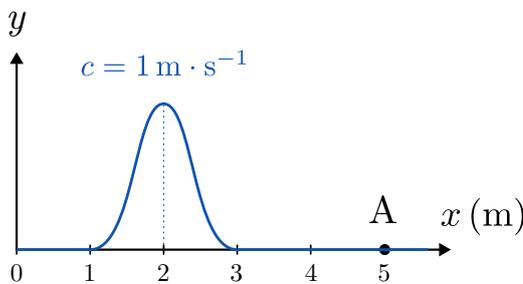
Ce n'est pas une onde progressive

Onde progressive dans le sens des x croissants

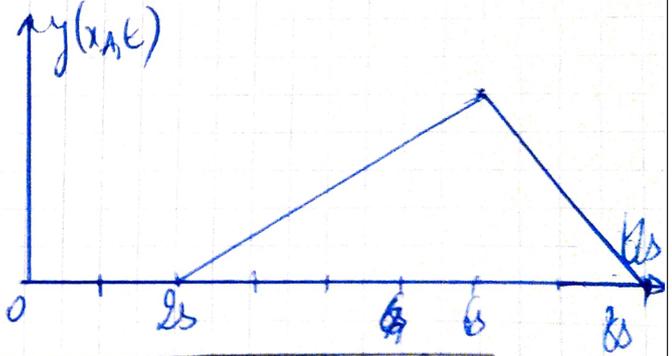
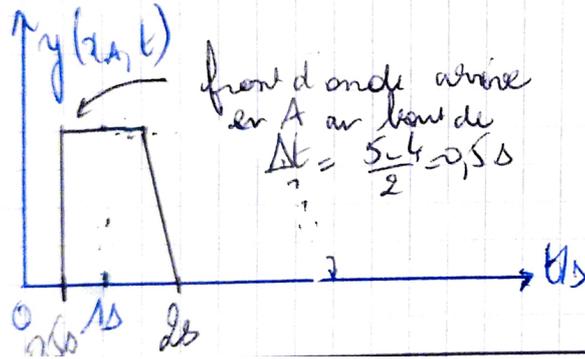
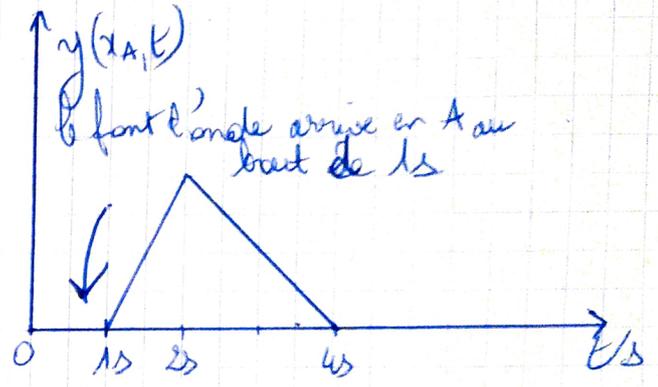
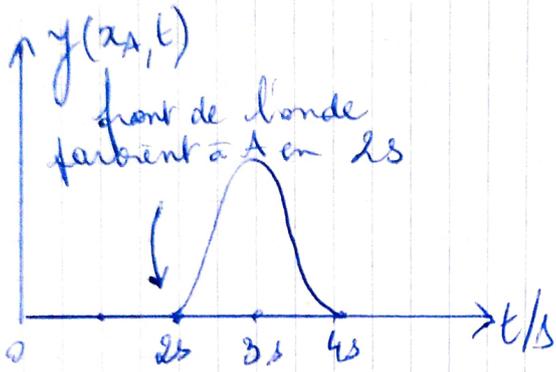
Exercice n°2 Du profil au signal

Chacun des cas ci-dessous illustre l'état d'une onde progressive $y(x, t)$ de célérité c à l'instant $t = 0$.

Représentez le signal perçu au point A pour $t > 0$ avec comme convention 1 carreau \leftarrow 1 s.

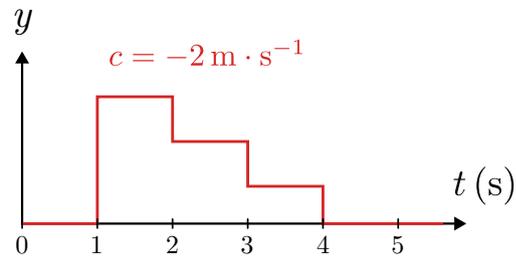
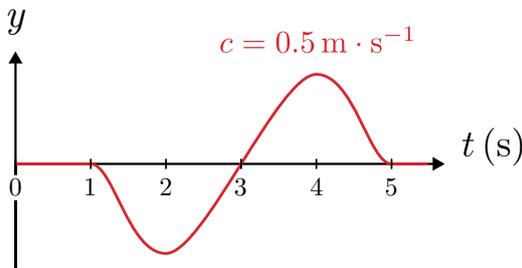


Solution:

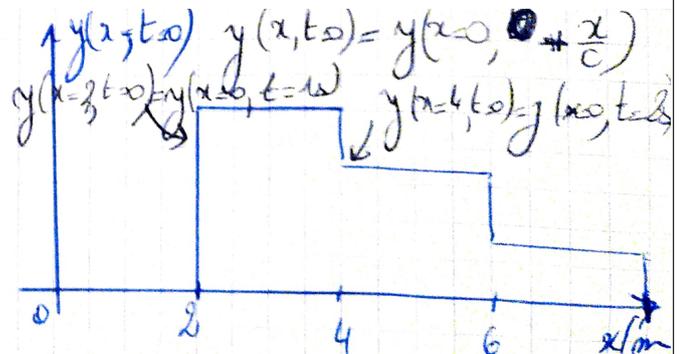
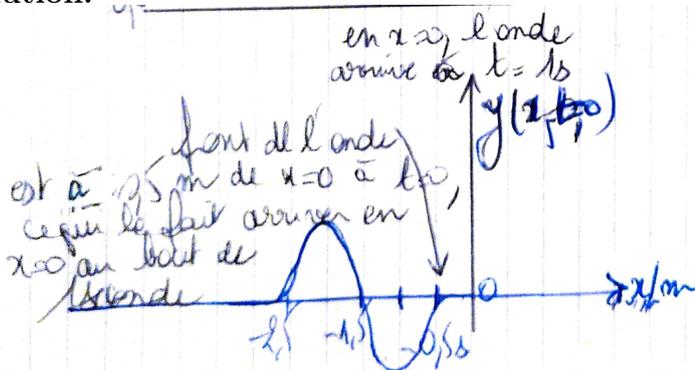


Exercice n°3 Du signal au profil

Chacun des cas ci-dessous illustre le signal d'une progressive $y(x, t)$ de célérité c en $x = 0$. Représentez le profil de l'onde à $t = 0$ avec comme convention 1 carreau $\leftarrow 1$ m.



Solution:



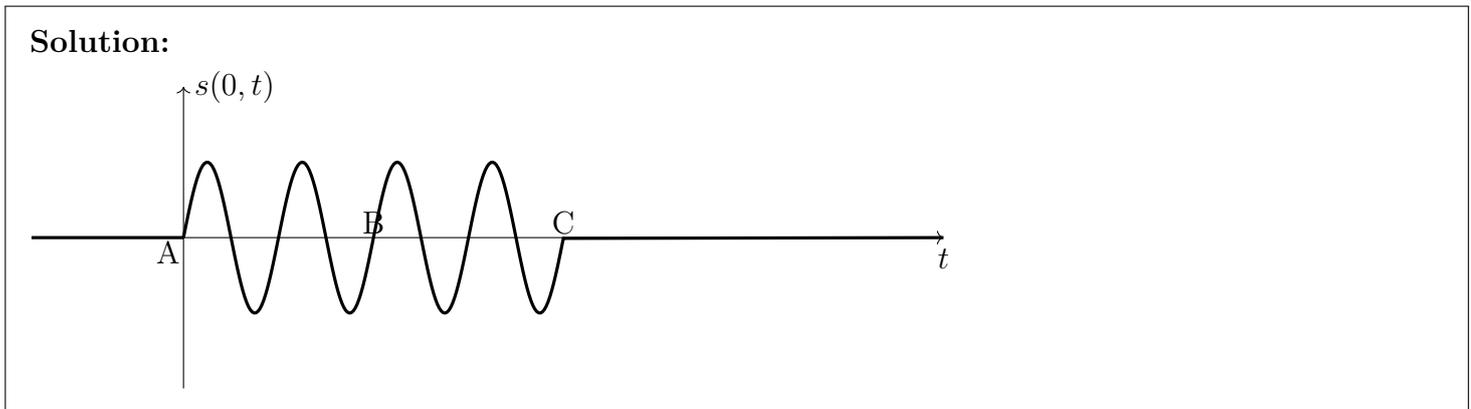
II Exercices d'approfondissement

Exercice n°4 Train d'onde

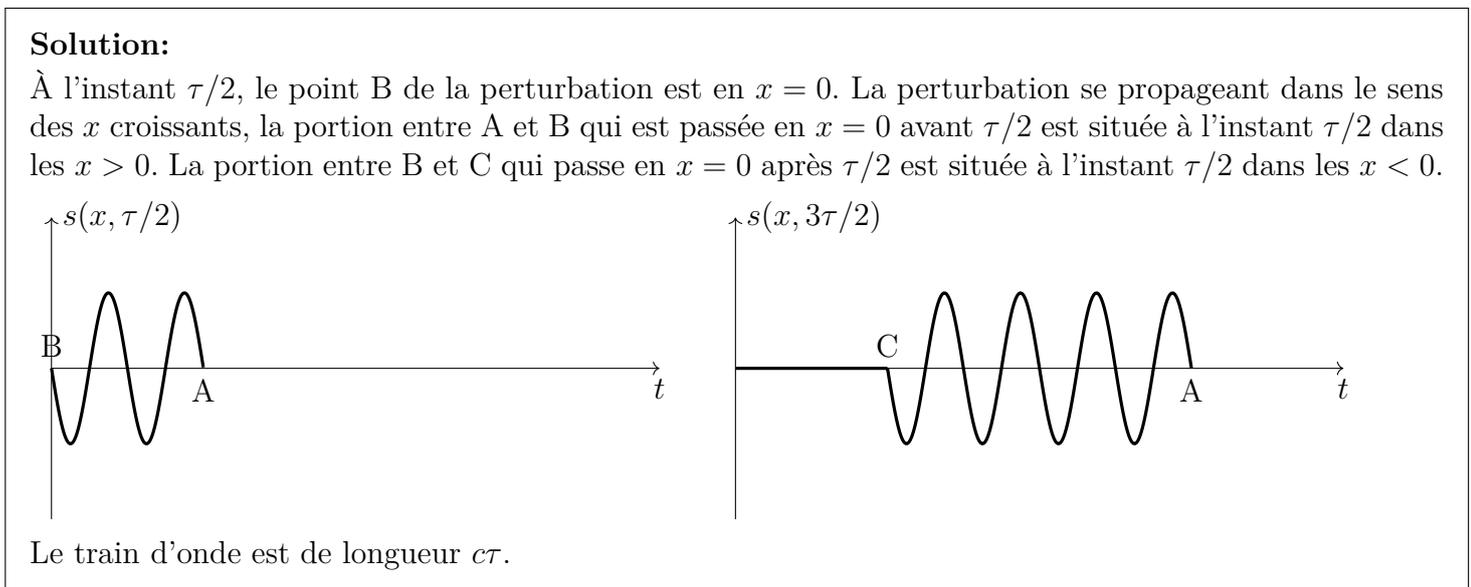
Une onde se propage à la célérité c le long de l'axe (Ox) dans le sens des x croissants. La source, située en $x = 0$, émet un train d'ondes, c'est-à-dire une oscillation de durée limitée τ :

$$s(0, t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) & \text{si } 0 \leq t < \tau \\ 0 & \text{si } t \geq \tau \end{cases}$$

R1. Représenter $s(0, t)$ en fonction de t (on prendra $\tau = 4T$).



R2. Construire $s(x, \tau/2)$ et $s(x, 3\tau/2)$ en fonction de x pour $x > 0$, sans exprimer la fonction $s(x, t)$.
Quelle est la longueur du train d'onde dans l'espace?

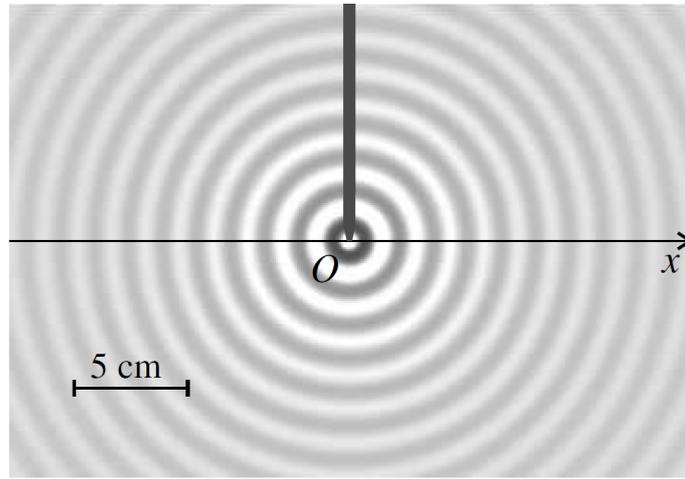


R3. Exprimer $s(x, t)$ pour x positif quelconque et vérifier votre construction.

Solution: $s(x, t) = s\left(0, t - \frac{x}{c}\right) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < \frac{x}{c} \\ \sin\left(\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{c}\right)\right) & \text{si } \frac{x}{c} \leq t < \tau + \frac{x}{c} \\ 0 & \text{si } t \geq \tau + \frac{x}{c} \end{cases}$

Exercice n°5 Cuve à ondes

On excite la surface de l'eau avec un oscillateur de fréquence $f_{\text{osc}} = 20$ Hz, placé en un point O et filmé vue du dessus :



Le tout est éclairé par une lampe, en dessous de la cuve, capable de s'allumer et s'éteindre périodiquement.

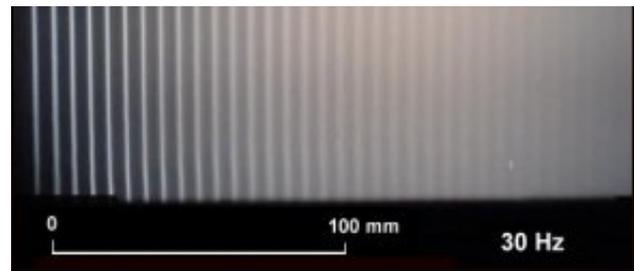
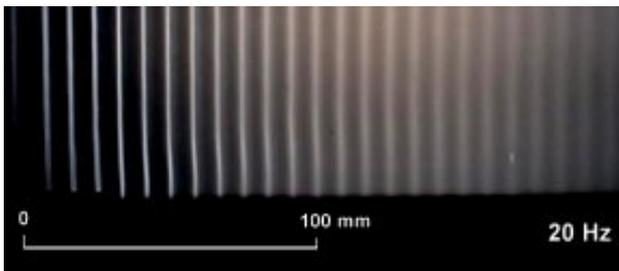
R1. Pour que le film donne une image statique, que doit valoir la fréquence f de la lampe?

R2. Dédurre de l'image la célérité des ondes

III Résolution de problèmes

Exercice n°6 Caractère dispersif de la cuve à ondes

À l'aide d'une baguette accrochée à un pot vibrant, on réalise des ondes bidimensionnelles dans une cuve à onde remplie par 5 cm d'eau. À l'aide des deux photographies, montrer que la cuve est un milieu dispersif.



Exercice n°7 Orage

Lors d'un orage on compte le temps séparant l'observation de l'éclair et l'écoute du tonnerre. On dit que pour déterminer la distance à laquelle la foudre est tombée il suffit de compter le nombre de seconde séparant l'observation de l'éclair et l'écoute du tonnerre et multiplier par 300.

Expliquer

Solution: