Correction chap S 1 Ondes

Exercice n°1

1) Période temporelle du son : $T=\frac{\{9x0,5\}}{2}=2,25ms$

Sur l'écran de l'oscilloscope , on observe deux périodes sur 9 carreaux (divisions).

2) Longueur d'onde (période spatiale) : λ = v.T. λ = 340 . $2,25.10^{-3}$ = 0,765 m.

Exercice n°2

La période spatiale λ est obtenue à partir de la figure 1 : elle est égale au quart de la longueur de la corde soit λ = L/4 = 0,050 m.

La période temporelle est obtenue à partir de la figure 2 : il y a deux périodes en 1- 0,5 = 0,5 s, ce qui donne T = 0,25 s.

Confusion possible : il ne faut pas confondre les deux périodicités. Pour la périodicité spatiale, on observe le milieu matériel à un instant donné (photo) ; pour la périodicité temporelle, on suit le mouvement d'un point matériel du milieu en fonction du temps.

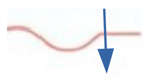
Une onde progressive périodique n'est pas forcément sinusoïdale (ici succession de signaux triangulaires qui se répètent périodiquement).

Exercice n°3

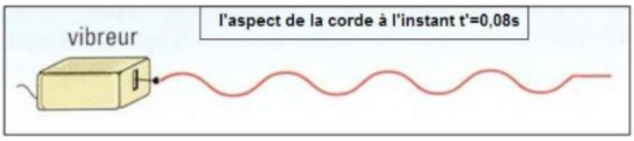
A 1. D'après l'enregistrement , le signal à parcouru 3 λ (soit l'équivalent d'une durée de 3 période) en 0,060 s.

Ce qui donne $T=\frac{0,060}{3}=0,02s$ soit $f=\frac{1}{0,02}=50\,Hz$ λ = v T d'où λ = 0,04 m.

2. Le capteur s'est déplacé vers le bas au début (voir début du signal : front de l'onde , le plus à droite).



3. On cherche la distance parcourue par le front de l'onde d' = v .t' = 2. 0,08 = 16 cm soit 16/4 = 4 longueurs d'onde.



B

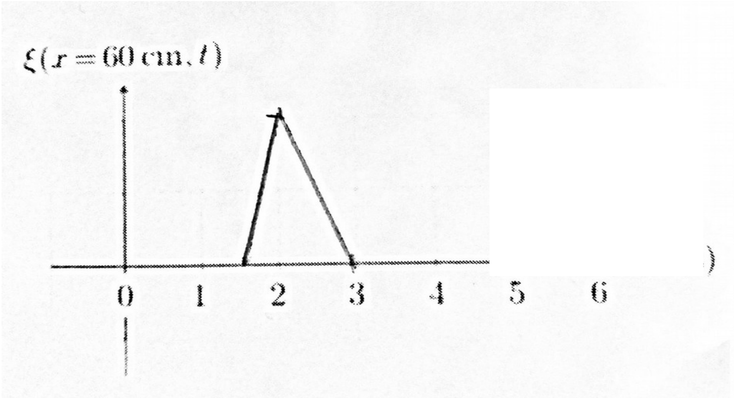
Le signal a pour longueur 30 cm ce qui correspond à une durée d/c = 30/20=1,5 s (durée de la perturbation).

Au bout de 1,5 seconde , le signal (début = le front de l'onde) atteint le capteur car celui-ci est situé à 60 cm de O ((60 – 30)/20=1,5 s .

Le sommet est atteint à t_S = 40/20 = 2s

Le signal atteint le capteur à t= 1 ,5 s et se termine à t = 1,5 + 1,5 = 3 s car le signal dure 1,5 s. chronogramme demandé :

Pour dessiner l'élongation en fonction du temps au point de position x = 60 cm, pensez à tracer le « symétrique » du signal.

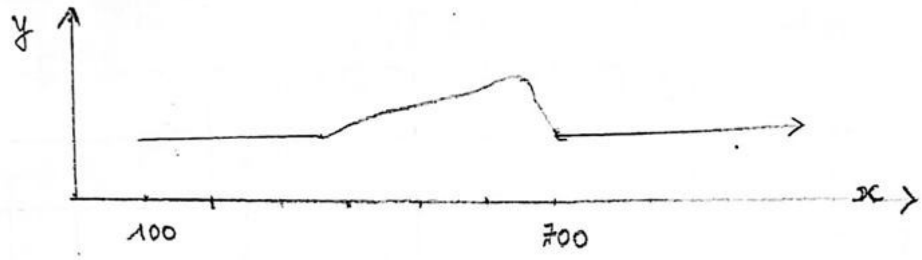


Confusion possible

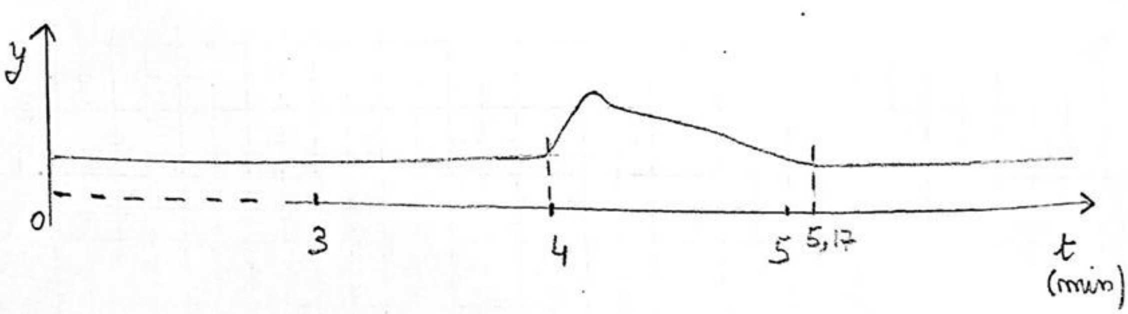
On peut confondre les deux représentations. L'onde est progressive (elle avance) mais n'est pas périodique (rien dans l'énoncé n'indique que le signal triangulaire se répète).

Exercice n°4

1. *Il s'agit d'une onde **mécanique**, **progressive**, **transversale**.*
2. *La perturbation a pour longueur 350 m d'après le graphe ce qui correspond à une durée Δt = 350/5 = **70s**. (v = 18/3,6 = 5 m.s^{-1}).*
3. *A t = 1minute (60 s), l'onde a parcouru 5X60= 300m.*



4. *A t= 0s, le front de l'onde est déjà à 400m, il devra donc parcourir pour atteindre le surfeur, 2200 – 400= 1800 m ce qui correspond à une durée de 1800/5 = 360s c'est à dire 6 minutes.*
5. *Hauteur de l'eau en fonction du temps, on passe donc à une **représentation temporelle**. L'onde arrive en x_d à la date (1600 - 400)/5 = 240 s soit 4 minutes.*
La perturbation dure 70s soit 1,17 minutes.



Exercice n°5

1. La longueur d'onde est la période spatiale des vaguelettes le long d'un rayon des cercles, c'est-à-dire la distance entre deux raies foncées ou claires successives. On mesure sur la figure 1 : 2,1 cm pour sept longueurs d'ondes, l'échelle étant de 1/5. Ainsi,

$$\lambda = \frac{\{5\,x\,2{,}1\}}{7} = 1{,}5\,cm.$$

2. L'onde étant progressive et sinusoïdale , la célérité se déduit de la relation c = λ f = 0,30 m.s^{-1}.

Exercice n°6

1. On observe des interférences à condition que les ondes lumineuses issues de F_1 et F_2 soient-cohérentes (de même fréquence et avec un déphasage constant).

Les sources F_1 et F_2 sont cohérentes, étant obtenues à partir d'une source unique et on a bien un dispositif interférentiel (dans ce cas deux fentes).

2. Le point M sera sur une

Frange brillante : la différence de marche $\delta = |F_2M - F_1M|$ est un multiple entier de la longueur d'onde. $\delta = k\lambda$ avec k entier.

Frange sombre : la différence de marche $\delta = |F_2M - F_1M|$ est un multiple impair de la demi-longueur d'onde. $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda = k\lambda + \frac{\lambda}{2}$ avec k entier.

3 Pour les points suivants, on va observer :

M est tel que $d_2 - d_1 = 0$: la différence de marche est nulle, **frange brillante**.

M est tel que $d_2 - d_1 = 3{,}20$ µm = 5*0,64 = 5 λ : frange brillante (k = 5).

M est tel que $d_2 - d_1 = 2{,}24$ µm = 3,5 *0,64 =3,5 λ = 7 λ /2 = 3 λ + λ/2, frange sombre.

Exercice n°7

1. La différence de marche entre l'onde incidente et l'onde réfléchie est δ = 2 D.

2. L'onde incidente et l'onde réfléchie peuvent interférer. Si elles se rencontrent en un point en opposition de phase, le signal est minimal (interférences destructives).Cela dépend de la valeur de δ.

Conditions d'interférences destructives: δ = (p + 1/2) λ avec p entier.

Or λ = c / f . Donc il existe des valeurs de fréquences pour lesquelles les interférences sont destructives.

3. 2 D = (p + 1/2) c / f_p d'où : f_p = (2p + 1) c / 4 D .

4. Domaine audible : 20 Hz $\leq f \leq$ 20 kHz .

Pour qu'aucune d'entre elles ne fasse partie du domaine audible, il faut donc que $f_p > 20$ kHz ou $f_p < 20$ Hz. On prendra p = 0.

$f_{p=0} = c/4D > 20\ 000$ et $c/4D < 20$ avec ces conditions, toutes les fréquences atténuées seront en dehors du domaine audible. Cela donne D < 4,3 mm et D > 4,3 m.

Il faudrait donc que les oreilles de l'auditeur soient presque collées au mur ! Compte tenu de l'encombrement dû à l'arrière de la tête, c'est tout simplement impossible. Ou alors, une pièce très grande. Ce qui paraît peu probable.

Il y aura donc des interférences destructives dans le domaine audible.

5. Les interférences ne sont parfaitement destructives que si les deux ondes ont même amplitude, mais l'amplitude de l'onde émise par une enceinte décroît avec la distance qu'elle parcourt. Par conséquent, si l'auditeur est suffisamment loin du mur, **l'onde réfléchie sur le mur a une amplitude suffisamment faible devant l'onde directement incidente pour que l'effet des interférences ne soit pas perceptible**.

Un revêtement adéquat **absorbera une partie de l'onde incidente sans la réfléchir**, ce qui aura le même résultat sur les interférences.

6. L'écart moyen entre deux fréquences pour lesquelles l'amplitude mesurée est minimale vaut $\Delta f = (12 - 4)/4 = 2$ kHz. D'après les questions précédentes,

$\Delta f = f_{p+1} - f_p = (2(p+1) + 1 - 2p - 1) / 4D = 2c/4D = c/(2D)$ d'où $D = c/(2\Delta f) = 8{,}6$ cm.

Penser à mesurer l'écart entre plusieurs minima pour gagner en **précision** .

La distance D est ici à nouveau faible par rapport à une distance « normale » entre l'auditeur et le mur, mais cela permet d'être sûr qu'à distance plus grande le résultat ne pourra qu'être meilleur.

Exercice n°8

1. PROPRIÉTÉS DE QUELQUES CAPTEUR PRÉSENTS DANS LA VOITURE AUTONOME

Les ondes sonores et ultrasonores sont des ondes mécaniques.Les ondes radio, la lumière visible, les ultraviolets et les infrarouges sont des ondes électromagnétiques.

Donc : ultrasons onde de type mécanique , radar et laser type électromagnétique.

2- Bande de fréquence de l'onde radio émise : $f_1 = 76$ GHz et $f_2 = 77$ GHz

Longueurs d'onde correspondantes : $\lambda_1 = c/f_1$ et $\lambda_2 = c/f_2$

$\lambda_1 = 3{,}9 \times 10^{-3}$ m = 3,9 mm et $\lambda_2 = 3{,}9 \times 10^{-3}$ m =3,9 mm. La bande d'ondes radio utilisées est donc la bande W.

3 - Si l'objet se rapproche , la fréquence de l'onde réfléchie augmente. Si l'objet s'éloigne de l'émetteur, la fréquence de l'onde réfléchie diminue .

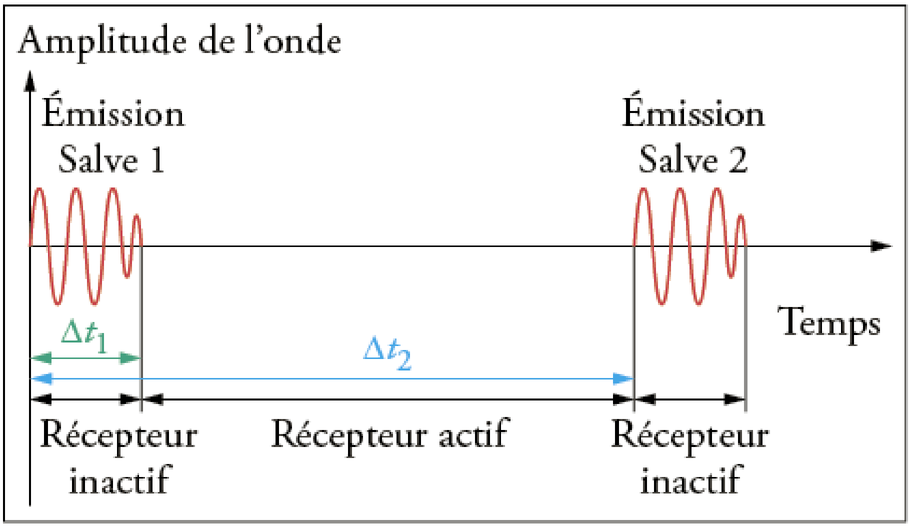
Les sons compris entre 20 et 400 Hz sont dits graves.

Les sons compris entre 400 et 2 000 Hz sont dits médiums.

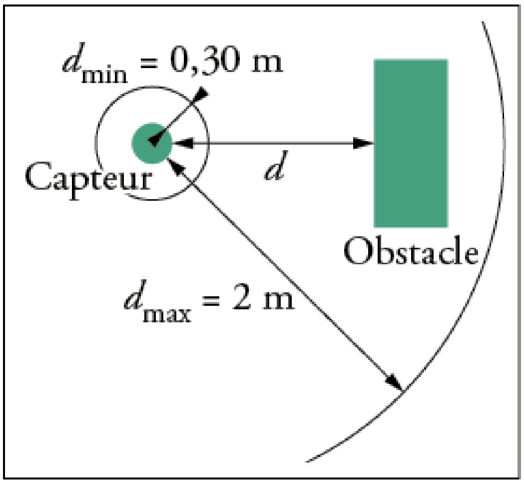
Les sons compris entre 2 000 et 20 000 Hz sont dits aigus.

2. PLAGE DE DÉTECTION D'UN OBSTACLE POUR LE « RADAR DE RECUL »

1- La période est la durée nécessaire pour qu'un événement se reproduise identique à lui-même



2-



3- La célérité de l'onde est celle du son dans l'air soit v = 343 m/s. Si l'obstacle est à une distance d_{min} du capteur, cela veut dire que l'onde parcourt la distance $2d_{min}$ pour faire l'aller-retour. Il lui faut donc une durée :

$\Delta t = 2x\frac{0{,}03}{243}$ $\Delta t = 1{,}7 \times 10^{-3}$ s = 1,7 ms = Δt_1. Cela correspond bien à la valeur donnée.

4- Si la distance d entre l'objet et le capteur est plus courte, le temps de réception va lui aussi être plus court puisque Δt est proportionnel à d ($\Delta t = d/v$) . Cela veut dire que la réception du signal se fera alors que le récepteur est inactif. La détection ne sera pas satisfaisante.

5- Pour pouvoir détecter des obstacles situés plus près, il faut que la durée d'inactivité du récepteur soit plus courte. Il faut donc diminuer la durée de la salve. En effet, le capteur est utilisé en récepteur et émetteur, il ne fonctionne correctement en récepteur que lorsqu'il a cessé d'émettre.

Pour détecter correctement les obstacles, il faut que le signal reçu après réflexion parvienne au capteur avant que celui-ci n'émette la salve suivante. Il faut donc que le retard mesuré soit inférieur à la période du signal émis par le capteur.

6- La célérité de l'onde est celle du son dans l'air soit v 343 m/s. Si l'obstacle est à une distance d_{max} du capteur, cela veut dire que l'onde parcourt la distance $2d_{max}$ pour faire l'aller-retour. Il lui faut donc une durée : 2 x2/343 = Δt_2

Exercice n°9

Le son a parcouru d + x ; la chauve-souris a parcouru d – x . Il y a croisement lorsque $t_C = t_s$

soit : $\frac{d+x}{v_{son}}=\frac{d-x}{v_C}$ soit (d+x) v_C = (d-x) v_{son} d'où $x=d\frac{v_{son}-v_C}{v_{son}+v_C}$

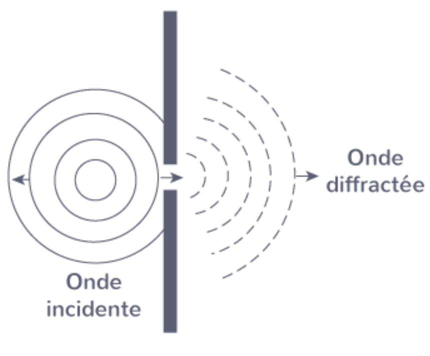
x = 10 .(343 – 8)/ (343 + 8) = 9,54 m La chauve-souris recevra le signal avant d'atteindre le mur.

Exercice n°10

Pour les ondes sonores, il y a diffraction si la longueur d'onde et la dimension de l'ouverture à travers laquelle passe l'onde sont du même ordre de grandeur.

Pour la fréquence de 100Hz, on calcule $\lambda=\frac{c}{f}=3,4\,m$ valeur qui est a peu près 80 fois plus grande que l'ouverture ; il n'y aura pas de diffraction.

En revanche pour la fréquence de 10000 Hz, on trouve comme longueur d'onde λ = 3,4 cm, valeur inférieure à l'ouverture ; il y a donc diffraction par cette dernière. Le son se repartira dans toute la salle et sera moins intense en direction de l'élève.



Diffraction d'une onde sonore par une porte

Par contre, cette ouverture ne peut pas diffracter la lumière visible : l'ordre de grandeur des radiations des longueurs d'onde visibles est 1 µm, la taille maximale d'une ouverture diffractant (en optique) est de 100 λ = 100 µm= 0,1 mm.

Annale de concours SONAR

1 Le récepteur permet d'avoir accès au temps mis par une impulsion ultra-sonore pour aller se réfléchir sur le second sous-marin et revenir. Connaissant la vitesse du son dans l'eau, un calculateur peut alors en déduire la distance séparant les deux sous-marins.

Les points à évoquer absolument sont que le sonar envoie des impulsions , que ces impulsions se réfléchissent, et que la méthode implique que leur célérité est connue.

2 Pendant la durée τ, l'impulsion parcourt une distance 2L, d'où $\tau = 2L/c$ soit $L = c\ \tau/2 = 300$ m.

3 Sur la figure de l'énoncé, on compte deux périodes et demi pendant la durée Δt, donc

$\Delta t = 2{,}5T$ soit $T = \Delta t/\ 2{,}5$ d'où f=5kHz

4 La longueur spatiale de l'impulsion vaut $\Delta x = c_{mer}\ \Delta t = 75$ cm .

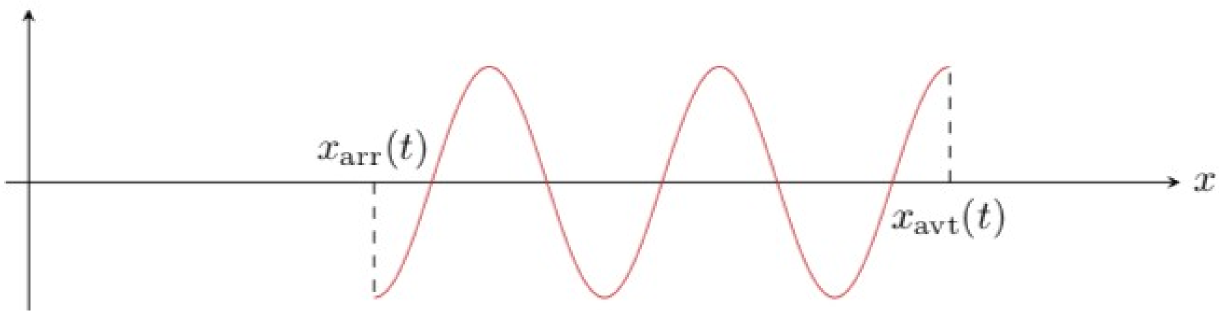
5 À l'instant t = 0, l'avant de l'impulsion se trouve en x = 0. À l'instant t, il se trouve en

$x_{avt}(t) = c_{mer}\ t = 18$m.

L'arrière de l'impulsion est émis du point x = 0 au bout de Δt. À l'instant t, il se trouve donc en $x_{arr}(t) = c_{mer}(t - \Delta t) = 17{,}25$ m .

L'impulsion est représentée ci-dessous :

surpression

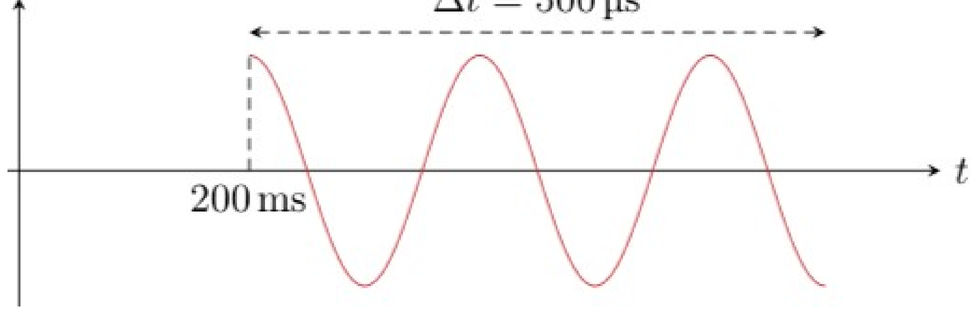


Représentation spatiale de l'impulsion à t = 12 ms..

Attention sur la figure : l'avant de l'onde est la partie émise en premier, donc pour laquelle la surpression est positive.

6 L'onde met un temps $\tau = 400$ ms pour faire l'aller-retour entre les deux sous-marins, il ne lui faut donc que $\tau/2 = 200$ ms pour parcourir la distance aller. L'impulsion est représentée ci-dessous :

surpression



Représentation temporelle de l'impulsion.