



## TD 2 - Interférences et diffraction

### Notions et capacités mises en œuvre dans ce TD

- Exprimer un déphasage
- Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives
- Utiliser la relation entre l'échelle angulaire du phénomène de diffraction et la taille caractéristique de l'ouverture

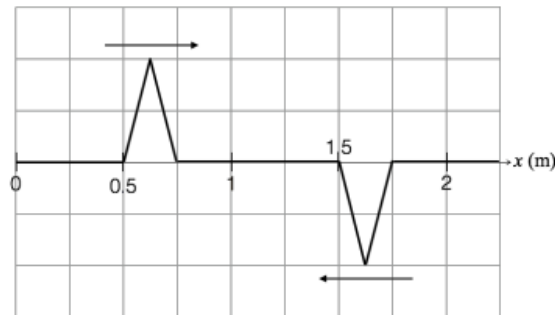
### QCM

- 1) **Des interférences constructives s'observent en tout point de l'espace où deux ondes de même nature :**
  - a. Se superposent.
  - b. Sont en phase.
  - c. Sont en opposition de phase.
  
- 2) **On étudie des ondes de même nature émises en phase. Des interférences destructives s'observent si la différence de marche est :**
  - a. nulle.
  - b. un multiple entier de longueur d'onde.
  - c. un multiple impair d'une demi longueur d'onde.
  
- 3) **Une onde rencontre un obstacle. On observe un phénomène de diffraction :**
  - a. Si la taille de l'obstacle est beaucoup plus grande que la longueur d'onde.
  - b. Si la taille de l'obstacle est de même ordre de grandeur que la longueur d'onde.
  
- 4) **La diffraction modifie :**
  - a. La fréquence de l'onde.
  - b. La longueur d'onde de l'onde.
  - c. Ni l'un ni l'autre.
  
- 5) **Deux ondes de même amplitude, initialement émises en phase et de même longueur d'onde 3 cm, se propagent à la surface de l'eau. Elles arrivent en un point avec une différence de marche non nulle valant 6 cm.**
  - a. Les interférences sont constructives.
  - b. Les interférences sont destructives.
  
- 6) **Deux stations de radio émettent en phase des ondes de longueurs d'onde 50 m. Un point A est à 125 m des deux stations.**
  - a. Les interférences sont constructives en A.
  - b. Les interférences sont destructives en A.
  
- 7) **Deux stations de radio émettent en phase des ondes de longueurs d'onde 100 m. Un point B est à 400 m de l'une et 450 m de l'autre.**
  - a. Les interférences sont constructives en B.
  - b. Les interférences sont destructives en B.

**Exercice n° 1 : Superposition de 2 ondes le long d'une corde (★★)**

Deux ondes se propagent dans la même direction et en sens contraire sur une corde. La valeur commune de la célérité des deux ondes est  $c = 5 \text{ m.s}^{-1}$ .

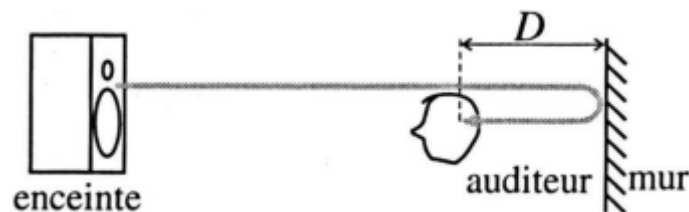
A l'instant  $t_0 = 0 \text{ s}$  la corde a l'aspect suivant :



- 1) L'onde est-elle longitudinale ou transversale ?
- 2) Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_1 = 0,1 \text{ s}$ .
- 3) Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 0,2 \text{ s}$ .
- 4) Représenter le chronogramme du point situé à l'abscisse  $x = 1 \text{ m}$ .

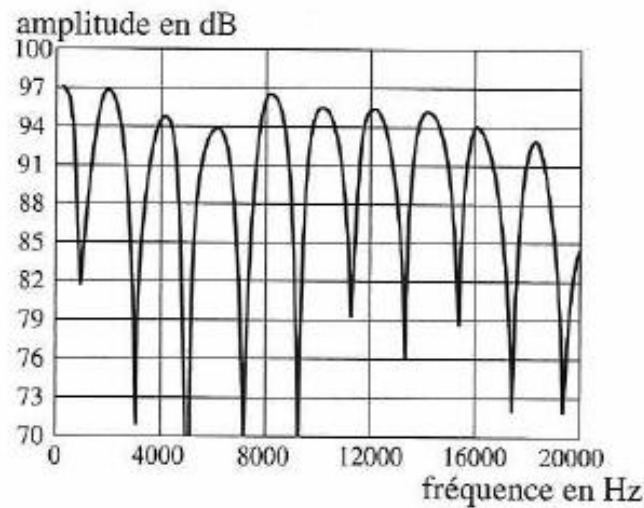
**Exercice n° 2 : Problème d'écoute musicale (★★)**

La qualité de l'écoute musicale que l'on obtient avec une chaîne hi-fi dépend de la manière dont les enceintes sont disposées par rapport à l'auditeur. On dit qu'il faut absolument éviter la configuration représentée sur la figure : présence d'un mur à distance  $D$ , trop courte derrière l'auditeur. On note  $c = 343 \text{ m/s}$  la célérité du son dans l'air.



On se place en un point  $M$  atteint par deux ondes issues de la source sonore : l'onde directe et l'onde réfléchi. On note  $f$  la fréquence émise.

- 1) Exprimer le décalage temporel  $\tau$  entre les 2 ondes arrivant à l'oreille de l'auditeur.
- 2) En déduire le déphasage  $\Delta\phi$  lié à la propagation, en fonction de  $c$ , la distance  $D$  et de la fréquence  $f$ .
- 3) Expliquer pourquoi, pour une distance  $D$  donnée, il y a atténuation de l'amplitude de l'onde pour certaines fréquences.
- 4) Exprimer ces fréquences  $f_p$  en fonction d'un entier positif  $p$ .
- 5) Quelle condition devrait vérifier  $D$  pour qu'aucune de ces fréquences ne soient dans le domaine audible ? Commenter.
- 6) Expliquer qualitativement pourquoi on évite l'effet nuisible en éloignant l'auditeur du mur.
- 7) La figure ci-après donne le résultat d'une expérience dans laquelle on a placé un micro à une certaine distance  $D$  du mur, puis envoyé un signal de fréquence variable et d'amplitude constante  $A_0$ . Calculer numériquement la distance  $D$ .



- 8) Une enceinte est constituée d'un caisson dans lequel est placé un haut-parleur. Le son sort de l'enceinte par une ouverture de diamètre de l'ordre de 20 cm.
- Calculer les longueurs d'onde des ondes sonores de fréquence 500 Hz, 4 kHz et 8 kHz.
  - Préciser quel son sera le mieux diffracté à la sortie du haut-parleur.
  - En justifiant, préciser si une personne placée sur le côté d'une enceinte entendra davantage les sons graves ou les sons aigus.
  - On fournit ci-dessous un diagramme de directivité du haut-parleur. Il représente l'atténuation du niveau d'intensité sonore reçu en fonction de la direction par rapport à une direction de référence, pour différentes fréquences. L'axe du haut-parleur  $\theta = 0^\circ$  étant pris comme direction de référence, l'atténuation du niveau sonore dans cette direction est nulle (0 dB). Par convention, le cône de rayonnement définit la portion d'espace dans laquelle le haut-parleur émet une intensité sonore qui n'est pas inférieure à son intensité maximale de plus de 3 dB.
- Commenter les cônes de rayonnement en terme de diffraction et retrouver l'ordre de grandeur du diamètre du haut-parleur.

