

EXERCICE I : INTERFÉRENCES (10 points)

1. ÉTUDE DES INTERFÉRENCES OBTENUES AVEC UNE SOURCE MONOCHROMATIQUE

On réalise des interférences lumineuses à l'aide de fentes d'Young. Les fentes F_1 et F_2 sont distantes de $a = 0,20$ mm et les interférences sont observées sur un écran situé à la distance $D = 1,0$ m de ces fentes comme l'indique la figure 1 ci-dessous.

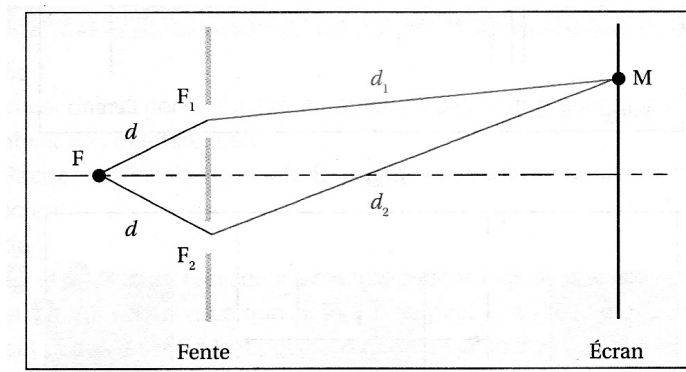


Figure 1

La source lumineuse F est monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,64 \mu\text{m}$ et se comporte comme une source synchrone et en phase. Elle est située à égale distance de F_1 et F_2 . Soit M un point de la figure d'interférences observée sur l'écran : M est situé à la distance d_1 de F_1 et à la distance d_2 de F_2 .

- 1.1. Les ondes lumineuses issues de F_1 et F_2 sont-elles cohérentes ? Justifier en définissant ce terme.
- 1.2. À quelles conditions le point M sera-t-il sur une frange brillante ? sur une frange sombre ?
- 1.3. Que peut-on dire du point M tel que $d_2 - d_1 = 0 \mu\text{m}$? du point M tel que $d_2 - d_1 = 3,20 \mu\text{m}$? du point M tel que $d_2 - d_1 = 2,24 \mu\text{m}$? Justifier.

2. ÉTUDE DES INTERFÉRENCES OBTENUES AVEC UNE SOURCE NON MONOCHROMATIQUE

La source F n'est plus monochromatique mais des filtres colorés permettent d'obtenir des radiations monochromatiques différentes (voir figure 2). Pour chaque radiation, on mesure la longueur correspondant à six fois l'interfrange i (voir figure 3).

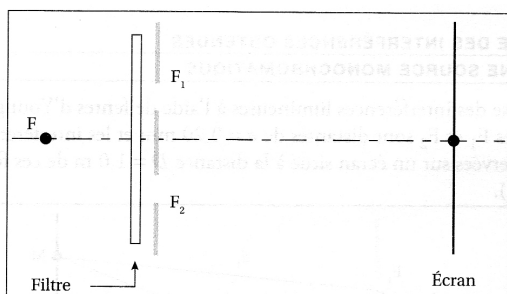


Figure 2

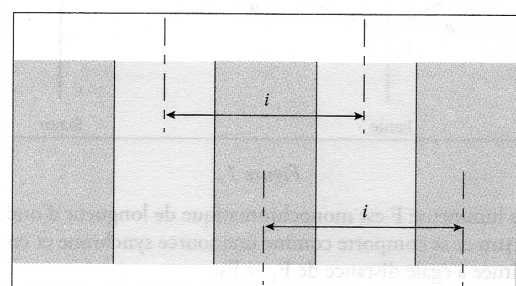


Figure 3

- 2.1.** Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à 6 interfranges plutôt que celle mesurant une seule interfrange ?
- 2.2.** Compléter le tableau suivant présentant les résultats obtenus sachant que chaque filtre a une couleur différente.

λ (μm)	0,47	0,52	0,58	0,61	0,65
Couleur					
$6i$ (mm)	14,1	15,6	17,4	18,3	19,5
i (mm)					

- 2.3.** À l'aide d'une courbe tracée sur papier millimétré ou à l'aide du mode statistique de la calculatrice, déterminer la fonction $i = f(\lambda)$.
- 2.4.** La relation $i = \frac{\lambda \cdot D}{a}$ donnant l'expression de l'interfrange est-elle en accord avec la réponse précédente ? Justifier.
- 2.5.** Comment faudrait-il modifier le dispositif expérimental pour obtenir des mesures avec une plus grande précision ?
- 2.6.** Quelle serait la valeur de l'interfrange obtenue avec une radiation de longueur d'onde $0,50 \mu\text{m}$? Justifier la réponse.
- 2.7.** On dispose d'une source monochromatique de longueur d'onde inconnue. Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la longueur d'onde de cette source.

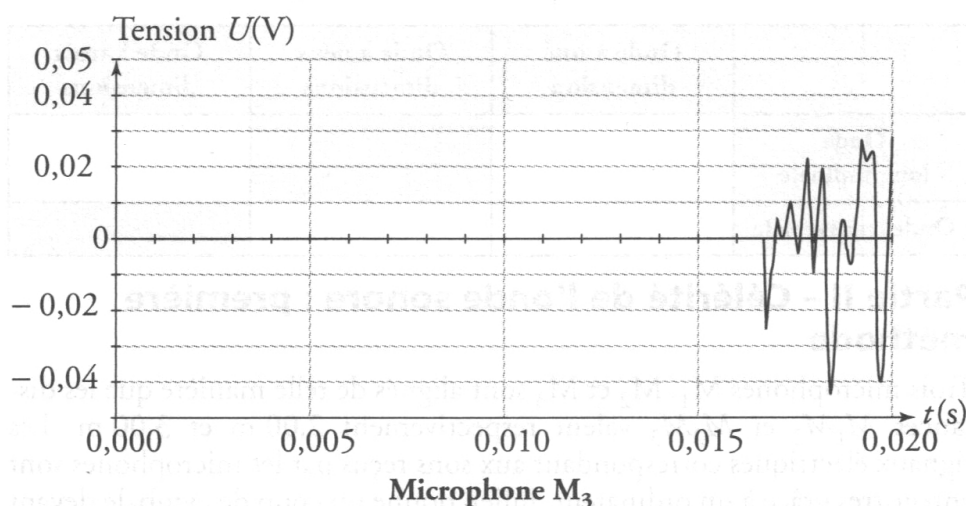
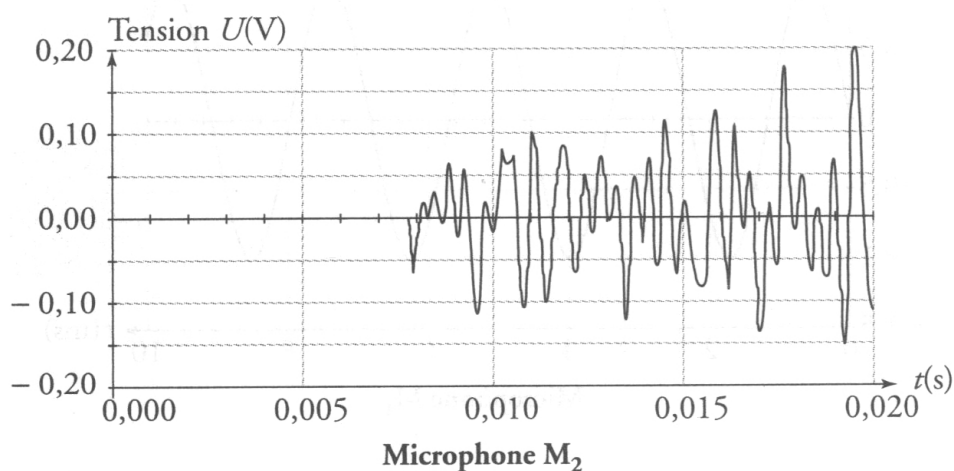
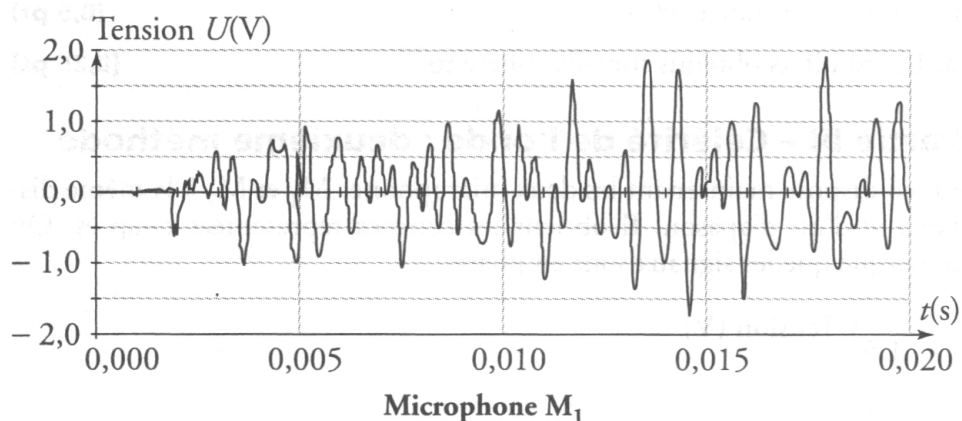
EXERCICE II : LES ONDES SONORES (10 points)

Membre d'un groupe de rock et élève de Terminale S, Paul est très intéressé par les phénomènes liés au son. Dans cet exercice seront abordées un certain nombre de propriétés et caractéristiques des ondes sonores.

1. CÉLÉRITÉ DE L'ONDE SONORE : PREMIÈRE MÉTHODE

Trois microphones M_1 , M_2 , M_3 sont alignés de telle manière que les distances M_1M_2 et M_2M_3 valent respectivement 2,00 m et 3,00 m. Les signaux électriques correspondant aux sons reçus par les microphones sont enregistrés grâce à un ordinateur. Paul donne un coup de cymbale devant le premier microphone M_1 puis lance immédiatement l'enregistrement. La température de la pièce est de 18°C .

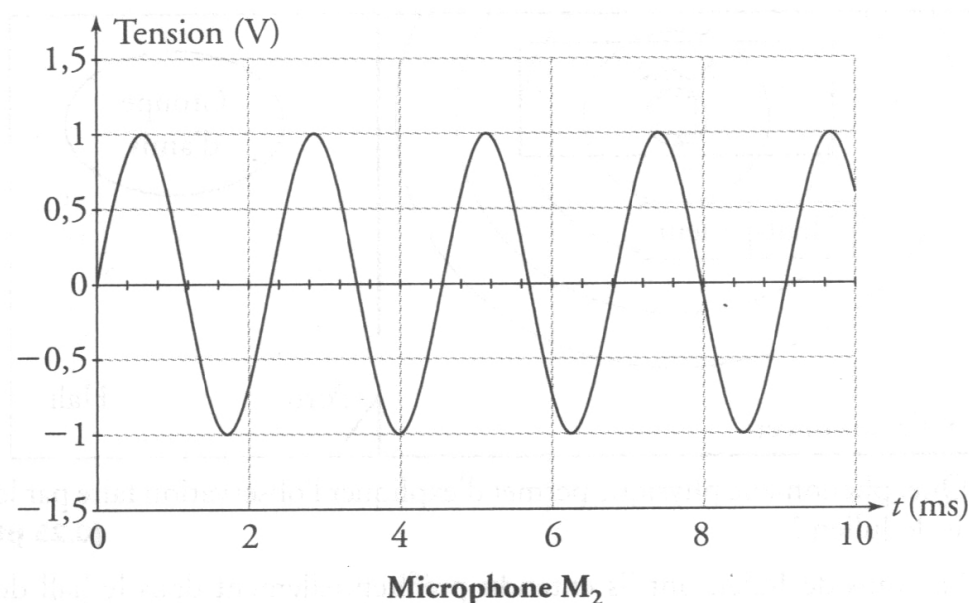
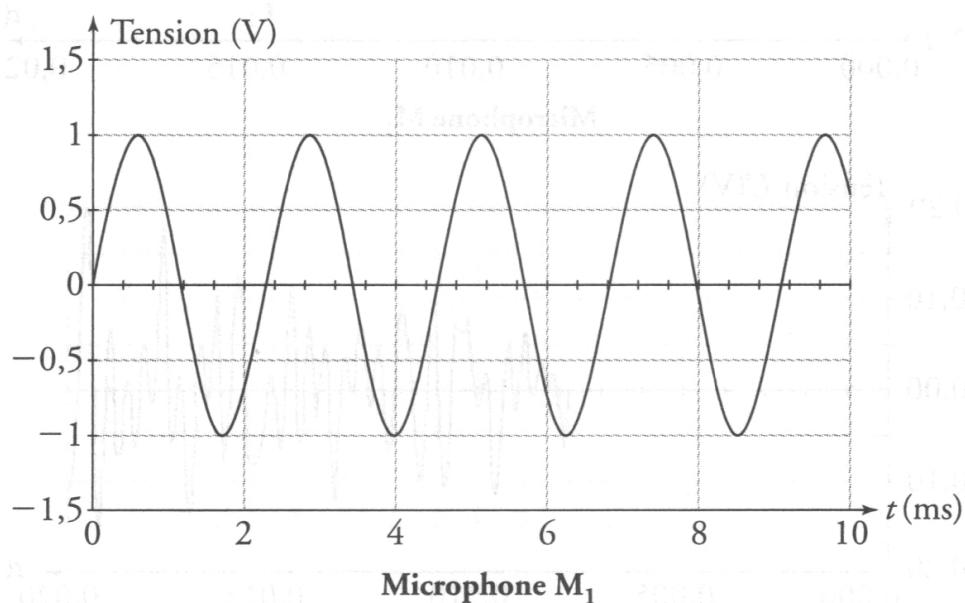
Les courbes obtenues sont représentées ci-dessous.



- 1.1. Comment peut-on déterminer la célérité de l'onde sonore à l'aide des courbes obtenues ?
- 1.2. Effectuer le calcul de la célérité de l'onde sonore pour la distance M_1M_2 puis pour la distance M_2M_3 .
- 1.3. Les résultats obtenus sont-ils cohérents ?

2. CÉLÉRITÉ DE L'ONDE SONORE : DEUXIÈME MÉTHODE

Paul dispose maintenant les deux microphones M_1 et M_2 à la même distance d'un diapason. Il obtient les courbes représentées ci-dessous. On remarque que les signaux sont en phase.



- 2.1. Déterminer la période puis la fréquence du son émis par le diapason.

Paul éloigne le microphone M_2 peu à peu jusqu'à ce que les courbes soient de nouveau en phase. Il réitère l'opération jusqu'à compter cinq positions pour lesquelles les courbes sont à nouveau en phase. La distance D entre les deux microphones est alors égale à 3,86 m.

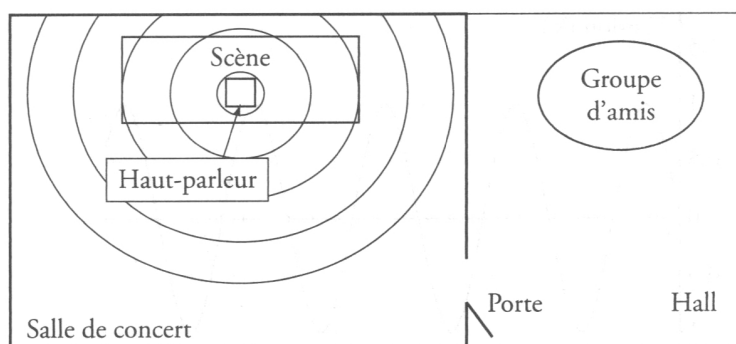
- 2.2. Pourquoi compte-t-on plusieurs retours de phase plutôt qu'un seul ?

2.3. Définir la longueur d'onde. Dédurre sa valeur numérique de l'expérience précédente.

2.4. Calculer alors la célérité de l'onde.

3. AUTRE PROPRIÉTÉ DES ONDES SONORES

Lors d'un concert donné par Paul dans une salle, des amis arrivés un peu en retard s'étonnent d'entendre de la musique alors qu'ils sont encore dans le hall et donc séparés de la scène par un mur très bien isolé phoniquement. Ils remarquent cependant que la porte, d'une largeur de 1,00 m, est ouverte. La situation est représentée sur le schéma ci-dessous.



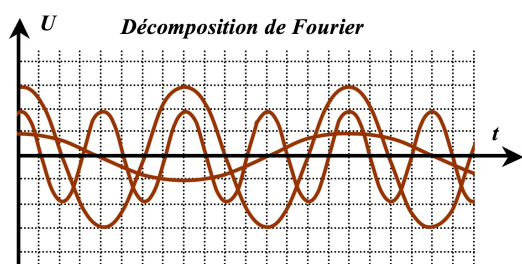
3.1. Quel phénomène physique permet d'expliquer l'observation faite par les amis de Paul ?

3.2. Les amis de Paul ont-ils entendu préférentiellement dans le hall des sons graves ($f = 100 \text{ Hz}$) ou des sons très aigus ($f = 10\,000 \text{ Hz}$) ? Justifier la réponse en calculant les longueurs d'onde correspondantes.

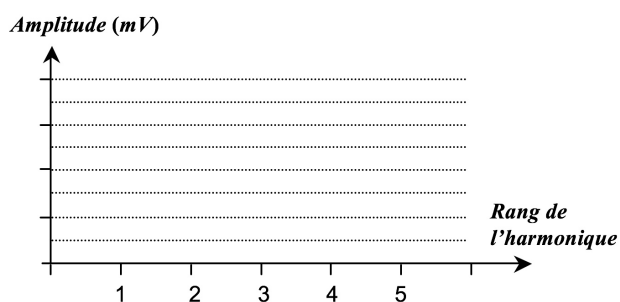
4. DÉCOMPOSITION D'UN SON ET EFFET DOPPLER

4.1. Une source sonore immobile par rapport à un dispositif d'enregistrement émet une note continue.

À l'aide de la décomposition de Fourier de ce son présentée ci-dessous à gauche, compléter le graphe de droite donnant son spectre sonore.



Echelle horizontale : $0,25 \text{ ms / div}$
Echelle verticale : 2 mV / div



4.2. La source s'éloigne à présent du dispositif d'enregistrement avec une vitesse de valeur v . La longueur d'onde λ' alors perçue est supérieure à la longueur d'onde λ_0 du signal sonore émis. On notera c la célérité des ondes sonores.

4.2.1. Choisir, en justifiant, la relation correcte entre λ' et λ_0 parmi les propositions suivantes, sachant que $v < c$.

$$\lambda' = \frac{v}{c} \cdot \lambda_0 \quad (1) \quad \lambda' = \lambda_0 \cdot \left(1 - \frac{v}{c}\right) \quad (2) \quad \lambda' = \lambda_0 \cdot (c - v) \quad (3) \quad \lambda' = \lambda_0 \cdot \left(1 + \frac{v}{c}\right) \quad (4)$$

4.2.2. Le son perçu par le système d'enregistrement est-il plus aigu ou plus grave que celui de la source ? Justifier mathématiquement la réponse.