Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Ondes et signaux	M.KUNST-MEDICA	La Salle Avignon – Frères des Écoles Chrétiennes
Chapitre 4 : Diffraction et interférences			
Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie			

Correction Activité expérimentale n°4.1 : Passage d'une onde par une ouverture

I. Étude qualitative :

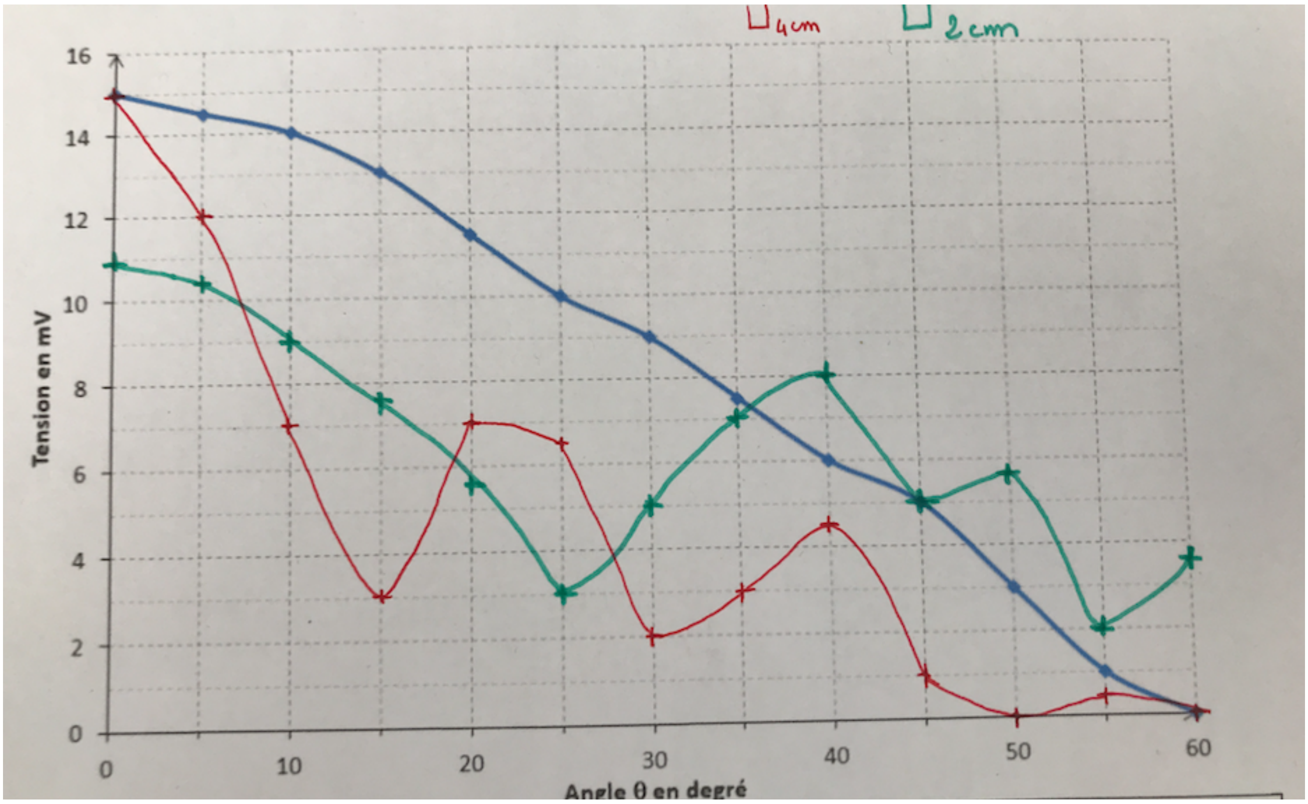
Expérience 1 : Expérience avec des vagues à la surface de l'eau.

Sur la paillasse professeur l'expérience 1 est réalisée. **Décrire** l'expérience, **observer** et **conclure**.

Dans l'expérience n°1 qui utilise une cuve à ondes, l'objectif est de faire varier la largeur d'une fente sur le passage d'une onde.
On observe alors l'influence de la largeur de cette fente : Plus la taille de l'ouverture est petite, plus « l'étalement » des ondes après l'ouverture est marqué.

Expérience 2 : Expérience avec des ondes ultrasonores.

1. Sur le graphique ci-dessous, figure la tension U en fonction de l'angle θ en l'absence de fente. **Tracer** en différentes couleurs les courbes correspondants aux deux tensions manquantes.



Pour comprendre un peu ces résultats: https://www.youtube.com/watch?v=p6AnlmX0GVc

2. **Noter** ce que l'on observe lorsque la taille de la fente diminue.

Sans fente, la tension mesurée par le récepteur diminue assez linéairement. Plus l'angle augmente, moins la tension mesurée est importante.

On observe dans les deux cas où il y a présence d'une fente une amplitude de la tension mesurée qui ne varie pas de la même manière. Elle augmente pour certains angles, après avoir diminuée pour d'autres.
De plus pour une fente de 2 cm et un angle supérieur à 35°, l'amplitude mesurée au niveau du récepteur est supérieure à celle mesurée dans le cas où il n'y a pas de fente. Cela signifie que la présence d'une fente modifie la direction de propagation des ondes ultrasonores, d'autant plus que la fente est petite.

3. **Calculer** la longueur d'onde des ultrasons. La fréquence des ultrasons est de 40 kHz, et leur célérité dans l'air vaut 340 m.s^{-1}.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{40\,000} = 8{,}5 \times 10^{-3}\ \text{m} = 8{,}5\ \text{mm}$$

4. **Déterminer** la valeur de l'angle avec le premier « creux » pour la courbe modélisant la plus grande diffraction.

$\frac{\lambda}{a} \simeq$ 0,43. Les deux grandeurs sont du même ordre de grandeur, le phénomène de diffraction se manifeste.
Pour un angle de 25°, nous obtenons le premier creux de la courbe qui modélise la plus grande diffraction.

5. **Convertir** l'angle en radian, puis calculer le rapport $\frac{\lambda}{\theta_{creux}}$ en précisant l'unité du résultat.

θ_{creux} = 25 π / 180 = $\frac{5}{36}\pi$ rad, $\frac{\lambda}{\theta_{creux}}$ = 8,5.10^{-3} / $\frac{5}{36}\pi$ = 2 x 10^{-2} m, on retrouve à peu près l'ouverture « a » de 2 cm.

6. Quel paramètre en commun avec l'expérience 1 retrouve-t-on ?

Plus le rapport $\frac{\lambda}{a}$ entre la longueur d'onde et la largeur de la fente augmente, plus l'onde est diffractée. $\frac{\lambda}{a}$

7. **En déduire** la relation permettant de calculer l'angle θ connaissant la longueur d'onde λ et la largeur « a » de la fente.

On peut en déduire $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (Remarque : valable si $\frac{\lambda}{a}$ est petit)

Expérience 3 : Expérience avec des ondes lumineuses.

Sur la paillasse professeur l'expérience 3 est réalisée. **Décrire** l'expérience, **observer** et **conclure**.

On observe que la taille de la figure sur l'écran est d'autant plus grande que le diamètre du trou est petit.

La diffraction est une modification de la direction de propagation d'une onde au passage d'une petite ouverture. La diffraction est caractéristique des ondes (mécaniques ou électromagnétiques) et est d'autant plus marquée que la taille de l'obstacle ou de l'ouverture est faible.

II. Étude quantitative : diffraction d'une lumière monochromatique.

Dans mon exemple, l'écran est à la distance D = 1,50 m de la fente.

Réaliser (paillasse professeur)

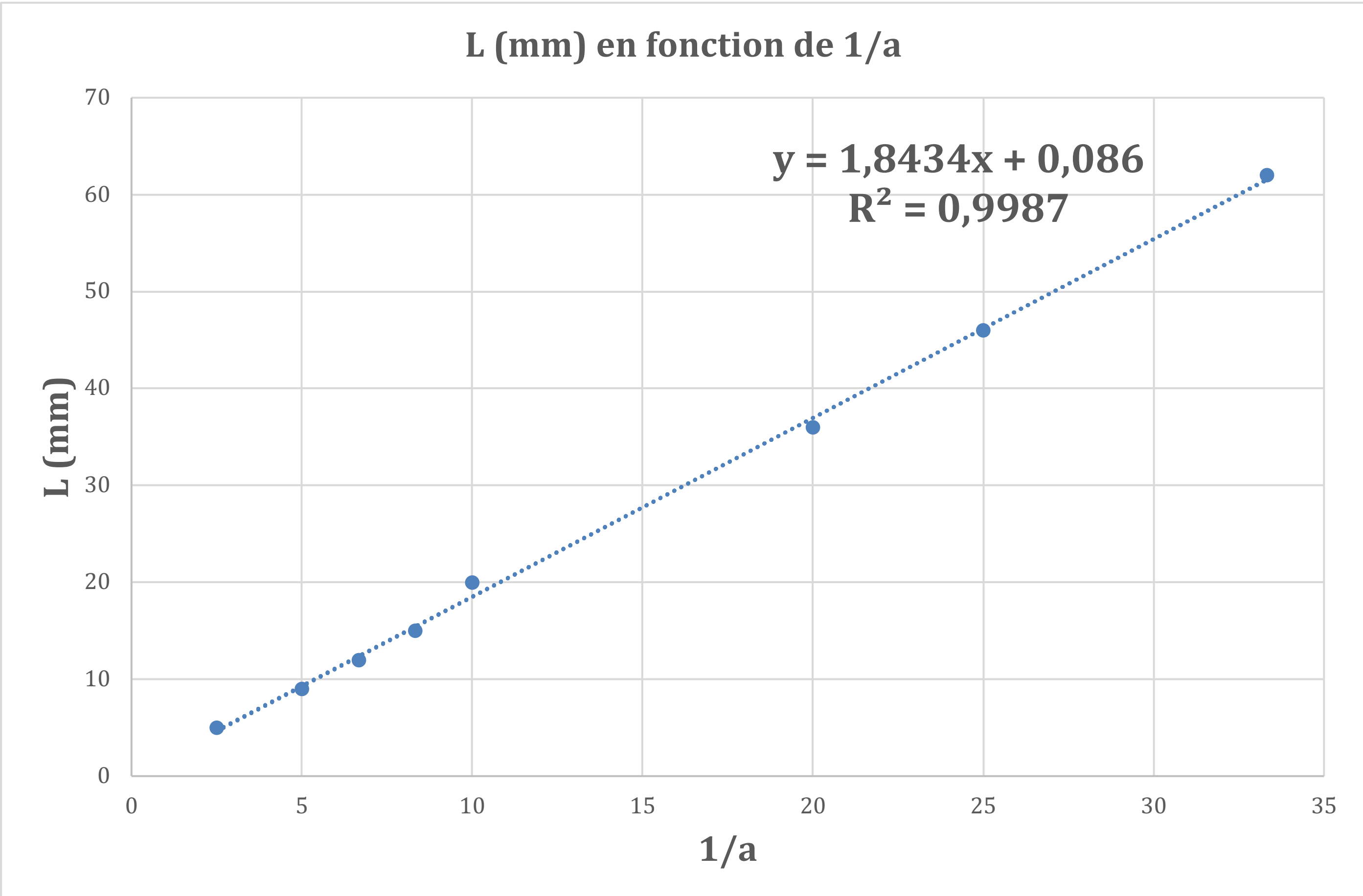
8. Pour chaque fente, **noter** sa largeur a, et **mesurer** la largeur L de la première tâche de diffraction (tache lumineuse centrale). **Compléter** le tableau ci-dessous.

a (mm)	0,400	0,200	0,150	0,120	0,100	0,050	0,040	0,030
L (mm)	5,0	9,0	12	15	20	36	46	62

9. **Disposer** un objet diffractant de taille b inconnue dans une diapositive vide, comme un cheveu, et mesurer la largeur L de la première tache de diffraction.

L = 2,5 cm pour mon exemple.

10. **Tracer** L en fonction de 1/a sur Regressi ou Excel. Puis, **trouver** l'équation de la droite modélisant au mieux les valeurs expérimentales. **Noter** cette équation ainsi que le coefficient de détermination correspondant.



On peut considérer l'ordonnée à l'origine comme étant égale à 0, soit y = 1,84 x.

11. **Montrer** par de la trigonométrie élémentaire que si θ est petit, alors $\theta \simeq \frac{L}{2D}$

D'après le document 6, on a $\sin\theta = \frac{L}{2D}$, or si θ est petit alors $\sin\theta = \theta$, d'où $\theta \simeq \frac{L}{2D}$

12. **En déduire** la relation entre L et a. Montrer alors que L est proportionnel à 1/a.

D'après le document 2, $\theta = \frac{\lambda}{a}$ et $\theta \simeq \frac{L}{2D}$, on en déduit L = $\frac{2D\lambda}{a}$, or 2D λ est une constante, on a donc bien L proportionnel à « a ». Si

13. **Déduire** de la valeur de la pente de la droite et de la relation précédente, une estimation de la longueur d'onde λ de la lumière LASER (λ = 650 nm pour les diodes lasers).

Le coefficient directeur de la droite k = 1,84 mm^2 = 2Dλ, soit λ = 1,84.10^{-6} m^2 / (2 x 1,50) = 6,13.10^{-7} m, soit 613 nm. Cette valeur est du même ordre de grandeur que la valeur donnée de 650 nm.

14. **Utiliser** la droite d'étalonnage précédente pour trouver la taille b de l'objet diffractant de taille inconnue.

On mesure pour le cheveu, une largeur L de tache centrale de 2,5 cm. Avec l'outil pointeur ou l'équation de droite, on détermine que $\frac{1}{a}$ = 13,6 mm^{-1} , soit a = 74 μm. La fente mystère a donc une épaisseur de 74 μm.

15. **Déterminer** l'incertitude absolue U(L) sur la mesure de la largeur L de la tache centrale.

U(L) = $\sqrt{\frac{2}{3}}$ x p, avec p = 1mm. Soit U(L) = 0,8 mm

16. **Donner** la valeur du diamètre du cheveu et son encadrement en utilisant la formule de l'incertitude élargie U(a).

U(D) = 3 mm

$$U(a) = a \times \sqrt{\left(\frac{U(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2} = 0{,}074 \text{ x } \sqrt{\left(\frac{0{,}8}{25}\right)^2 + \left(\frac{3}{1500}\right)^2} = 3.10^{-3} \text{ mm}$$

U(a) = 3 μm (arrondi par excès à 1 CS)

71 μm < $L_{inconnu}$ < 77 μm

L indiqué par le constructeur est de 70 μm avec une marge de 10%, la valeur expérimentale est cohérente avec la valeur théorique.