Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Ondes et signaux	M.KUNST-MEDICA

Chapitre 4 : Diffraction et interférences

Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie

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

Questions		Compétence visée	Niveaux validés				Points attribués
			A	B	C	D	
Appel n°1		S'approprier, valider					/2
Appel n°2		Réaliser					/2
Appel n°3		Analyser, calculer					/2
Appel n°4		S'approprier, valider					/3
Appel n°5		Réaliser					/1 /1 /2
Appel n°6		Analyser, calculer					/6
Devoir global	Rendre compte à l'écrit en utilisant un vocabulaire scientifique adapté et présenter son travail sous une forme appropriée et être vigilant vis-à-vis de l'orthographe	Communiquer					/0,5
Total 1 :	**Remarques :**		**/19,5**				

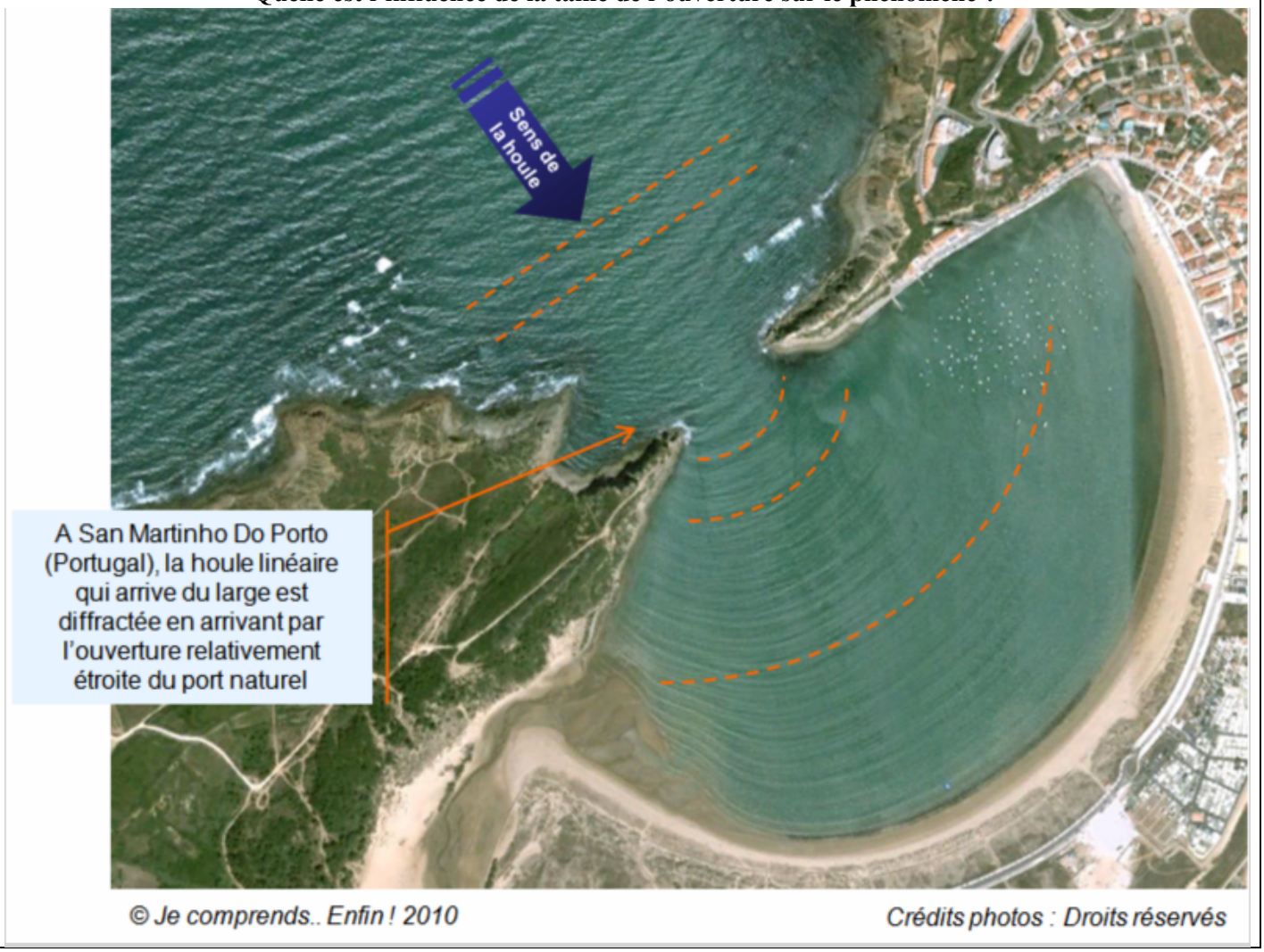
Niveau A : le candidat a réalisé une communication cohérente complète avec un vocabulaire scientifique adapté.
Niveau B : le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté.
Niveau C : le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou avec un vocabulaire scientifique mal adapté.
Niveau D : le candidat a réalisé une communication incohérente ou absente.

Notation individuelle :

CLASSE :	NOMS – PRENOMS des élèves du groupe		Élève n° 1 :		Élève n° 2 :		Élève n° 3 :	
Activité	**Capacités attendues**	**Compétence visée**	**Points attribués**	**Signatures**	**Points attribués**	**Signatures**	**Points attribués**	**Signatures**
Séance en groupe	Travailler en équipe, partager des tâches, s'engager dans un dialogue constructif, respecter ses camarades, son professeur et les lieux de travail ...	Être autonome et faire preuve d'initiative	/0,5		/0,5		/0,5	
TOTAL 2			/0,5		/0,5		/0,5	
Total 1 + 2			/20		/20		/20	

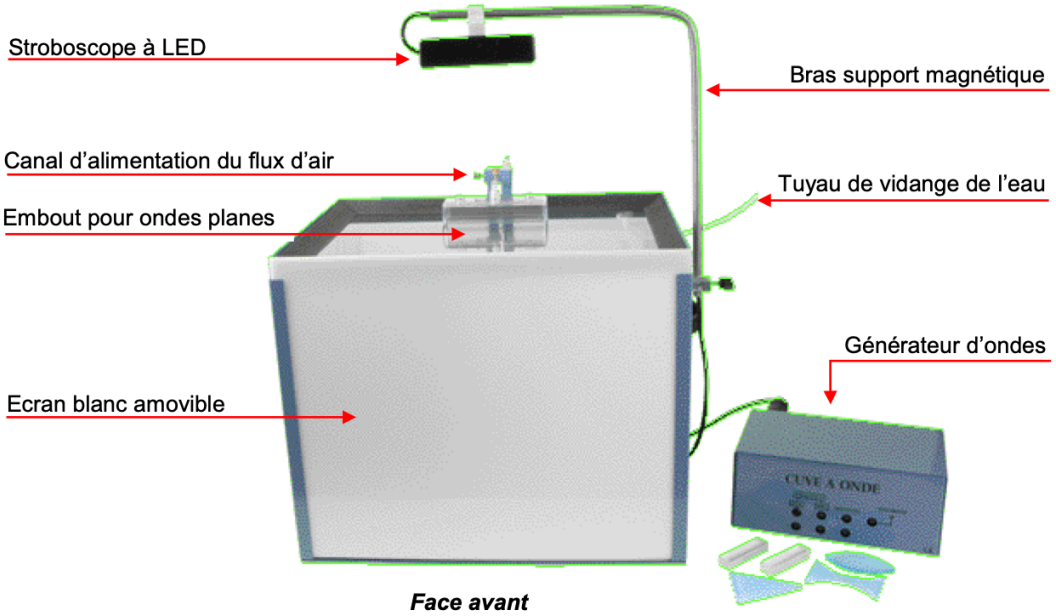
I. Étude qualitative

La direction de propagation des vagues peut être modifiée si elles rencontrent une ouverture ; c'est le phénomène de diffraction.
Quelle est l'influence de la taille de l'ouverture sur le phénomène ?



© Je comprends.. Enfin ! 2010 Crédits photos : Droits réservés

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



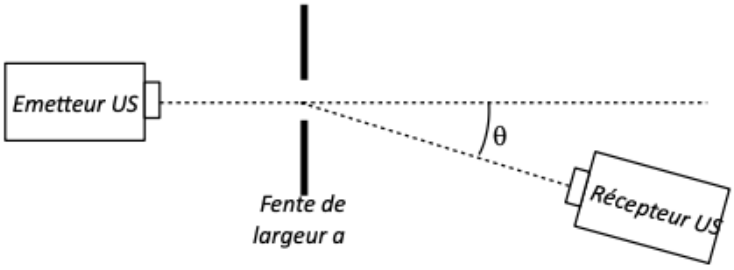
Face avant

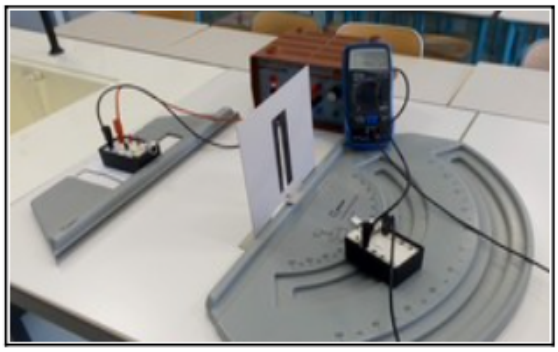
Influence de la largeur d'une fente

L / λ = 1 ⟶ L / λ >> 1

Expérience 2 : Expérience avec des ondes ultrasonores.

On dispose du montage suivant :

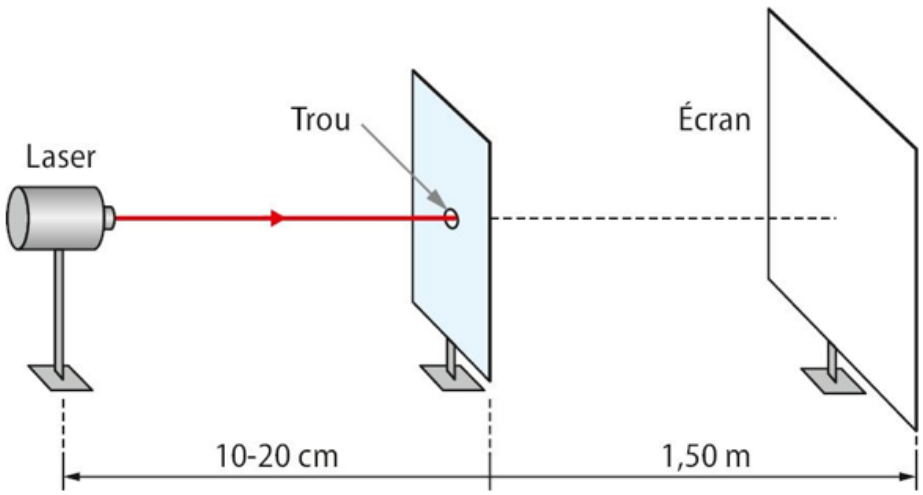




On mesure la tension U délivrée par le récepteur en l'absence de fente pour différents angles θ. Puis on ajoute une fente de largeur a et on répète cette expérience pour deux largeurs de fente : 4 cm et 2 cm. On obtient les résultats suivants :

Angle θ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
U (mV)	15	14,5	14	13	11,5	10	9	7,5	6	5	3	1	0
U_{4cm} (mV)	15	12	7	3	7	6,5	2	3	4,5	1	0	0,5	0
U_{2cm} (mV)	11	10,5	9	7,5	5,5	3	5	7	8	5	5,5	2	3,5

Expérience 3 : Expérience avec des ondes lumineuses.



Mettre en œuvre le dispositif ci-dessus en utilisant successivement des trous de diamètres différents. Observer sur l'écran.

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

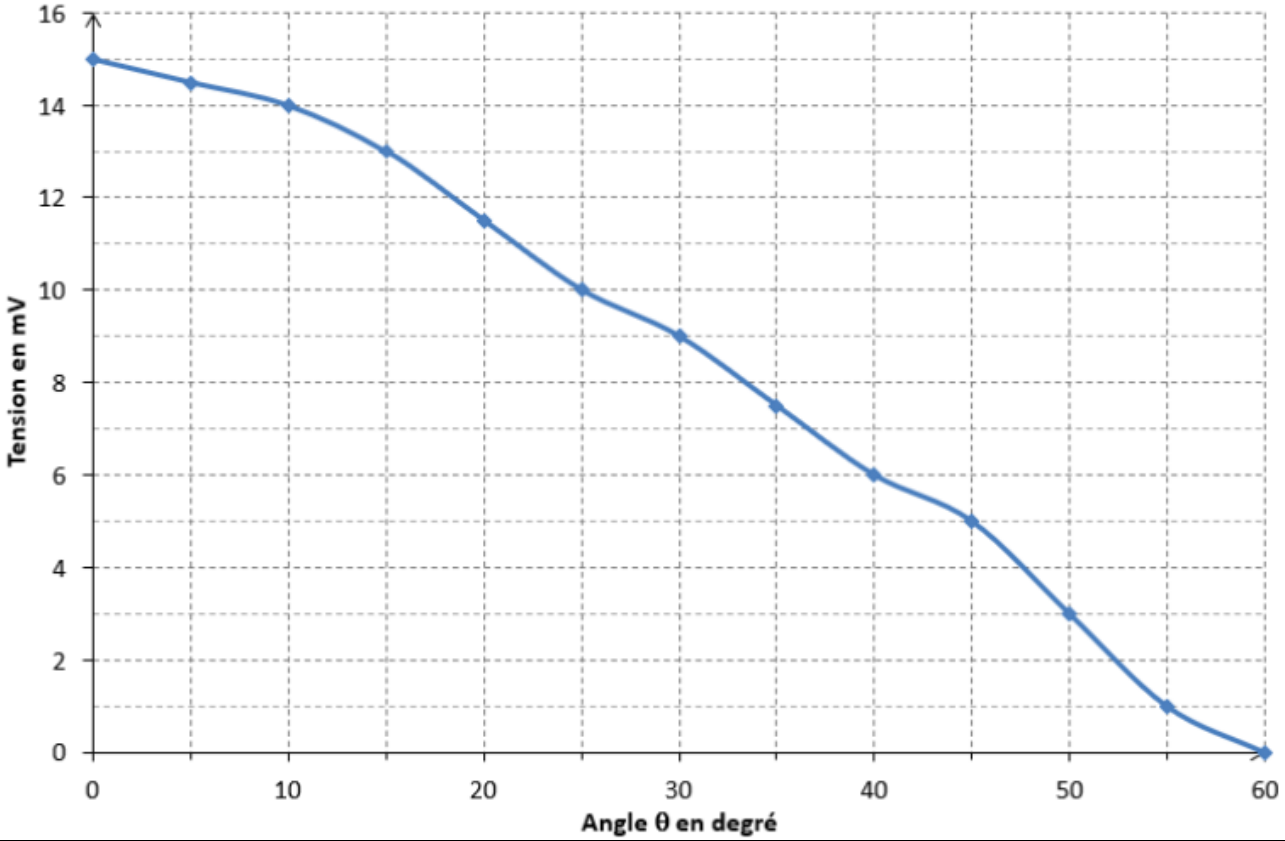
Sur la paillasse professeur l'expérience 1 est réalisée. **Décrire** l'expérience, **observer** et **conclure**.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Appel n°1 du professeur pour validation

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.



Appel n°2 du professeur pour validation

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

……
……
……

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

……
……
……
……
……
……
……
……

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

……
……
……
……
……
……
……
……
……

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

……
……
……
……
……
……
……

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

……
……
……
……
……

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

……
……
……
……
……

Appel n°3 du professeur pour validation

Expérience 3 : Expérience avec des ondes lumineuses.

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Appel n°4 du professeur pour validation

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

Contexte Si un faisceau laser parvient à un écran sans rencontrer un obstacle intermédiaire, il apparaît une simple tache lumineuse à l'endroit où le faisceau rencontre l'écran. Si ce même faisceau laser rencontre un obstacle intermédiaire comme une fente, un fil ou le bord d'un objet avant de parvenir à l'écran, il apparaît une figure de diffraction.

Sécurité :
Attention ! Le faisceau du laser ne doit jamais pénétrer directement dans l'œil (lésion irréversible de la rétine). Il faut également se méfier d'éventuelles réflexions parasites.

Document n° 1 : Un peu d'histoire

La diffraction caractérise la déviation des ondes (lumineuse, acoustique, radio, rayon X...) lorsqu'elles rencontrent un obstacle. Ce phénomène semble avoir été observé pour la première fois par Léonard de VINCI en 1500. Pour l'expliquer, le physicien néerlandais Christiaan HUYGENS proposa en 1678 une théorie ondulatoire de la lumière.

Document n° 2 : Relation entre la taille caractéristique de l'obstacle et la longueur d'onde

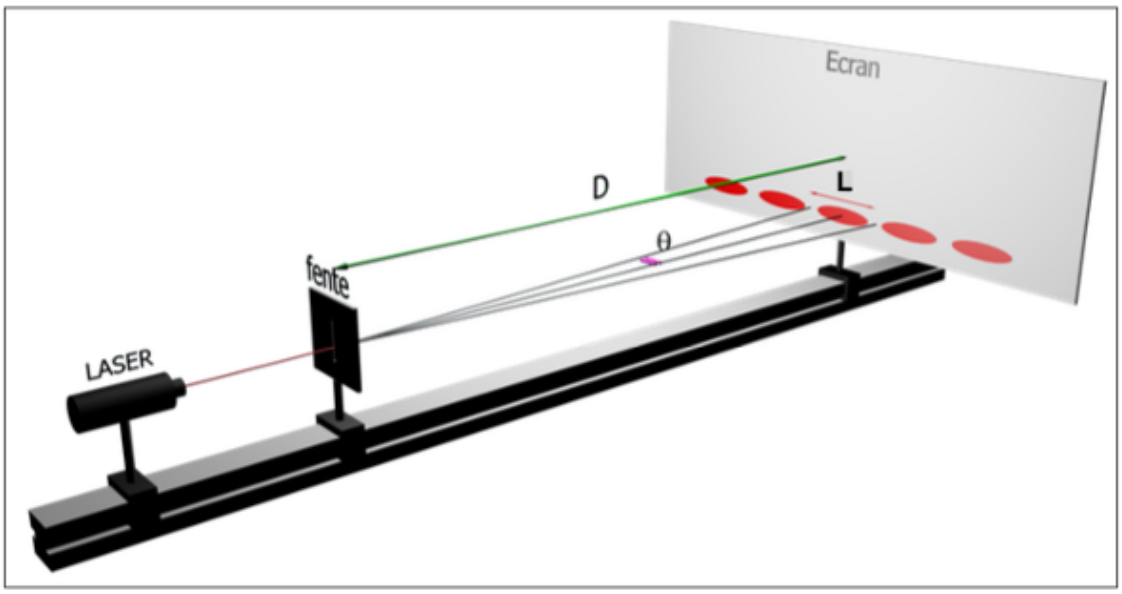
Lorsqu'un faisceau parallèle de lumière de longueur d'onde λ traverse une fente ou rencontre un fil de largeur a, la moitié du diamètre apparent de la frange est égale à :

$$\theta \approx \frac{\lambda}{a}$$

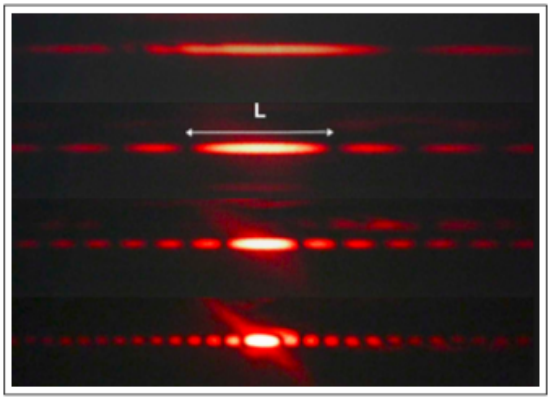
Document 3 :

Lors de la mesure du cheveu par cette méthode, l'incertitude élargie sur la mesure du diamètre a du cheveu est donnée par la relation suivante : $U(a) = a \times \sqrt{(\frac{U(L)}{L})^2 + (\frac{U(D)}{D})^2}$

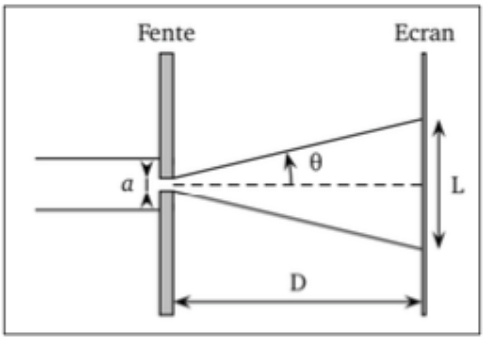
- l'incertitude sur la largeur L de la tache centrale : $U(L) = \sqrt{\frac{2}{3}} \times p$ p = étant la plus petite graduation de l'appareil de mesure utilisé (=la règle)
- l'incertitude U(D) sur la distance D est estimée à 3 mm.



Document n°4 : Montage expérimental



Document n°5 : Exemples de figure de diffraction obtenues



Document n°6 : Schéma annoté de l'expérience

Document 7 : Coefficient de détermination :

Le coefficient de détermination varie entre 0 et 1, soit entre un pouvoir de prédiction faible et un pouvoir de prédiction fort.

C'est un indicateur qui permet de juger la qualité d'une régression linéaire simple. Il mesure l'adéquation entre le modèle et les données observées ou encore à quel point l'équation de régression est adaptée pour décrire la distribution des points.

Si le R^2 est nul, cela signifie que le modèle mathématique utilisé n'explique absolument pas la distribution des points.

Si le R^2 vaut 1, cela signifie que l'équation de la droite de régression est capable de déterminer 100 % de la distribution des points. Cela signifie alors que le modèle mathématique utilisé, ainsi que les paramètres a et b calculés sont ceux qui déterminent la distribution des points.

En bref, plus le coefficient de détermination se rapproche de 0, plus le nuage de points se disperse autour de la droite de régression. Au contraire, plus le R^2 tend vers 1, plus le nuage de points se resserre autour de la droite de régression.

Quand les points sont exactement alignés sur la droite de régression, alors $R^2 = 1$.

On dispose d'un laser émettant une radiation rouge de longueur d'onde λ dans le vide. Le faisceau du laser est dirigé vers un écran. Un fente verticale très fine, de largeur a, est placée sur le trajet du faisceau laser à une distance D de l'écran. La lumière du laser est alors diffractée : on observe sur l'écran une figure de diffraction. La figure de diffraction obtenue permet d'observer des taches lumineuses : on mesurera la largeur L de la tache centrale.

Réaliser (paillasse professeur)

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

a (mm)								
L (cm)								

9. **Utiliser** la fente mystère qui est placée en bout de rangée, après la fente la plus fine de taille b inconnue, et mesurer la largeur L de la première tache de diffraction.

……
……
……
……

10. **Tracer** L (mm) en fonction de 1/a (mm^{-1}) 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.

……
……

Appel n°5 du professeur pour validation

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

Appel n°6 du professeur pour validation