

|                          |                                                                                                                             |                                                                                                                                                        |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Spécialité<br/>PC</b> | <h1 style="text-align: center;">THEME 4</h1> <h2 style="text-align: center;">Chapitre 2 – Diffraction et interférences</h2> | <div style="text-align: center;"> <br/> <b>M. VAN HOORDE</b> </div> |
| <b>TERMINALE</b>         | <b>TP – NON NOTE</b>                                                                                                        |                                                                                                                                                        |

### Compétences attendues :

- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.

### Compétences expérimentales :

|     |                                                                                                                                                                                              | A | B | C | D |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| REA | Réaliser un dispositif expérimental ; maîtriser certains gestes techniques.<br>Effectuer un relevé de mesures<br>Utiliser le tableur Excel pour tracer un graphique et modéliser une courbe. |   |   |   |   |
| VAL | Exploiter et interpréter des observations, des mesures.<br>Utiliser les symboles et les unités adéquats.                                                                                     |   |   |   |   |
| ANA | Proposer une stratégie pour répondre à un problème posé ; proposer un protocole expérimental.                                                                                                |   |   |   |   |

## I – Diffraction et mesure de longueur :

Lorsqu'une onde rencontre un obstacle de dimension voisine de celle de sa longueur d'onde, elle est diffractée. Cette propriété va permettre d'accéder à la taille de l'obstacle.

Les documents suivants vous aideront à répondre aux différentes questions et ainsi vous permettrons de **déterminer le diamètre d'un fil** (ou d'un cheveu).

### Doc 1 : Principe de Babinet

Jacques BABINET est un physicien français né à LUSIGNAN (Vienne) en 1794, et mort à Paris en 1872. Il est aujourd'hui peu connu des profanes et l'est à peine plus des scientifiques, mais il fut un excellent physicien, et surtout un très grand vulgarisateur.

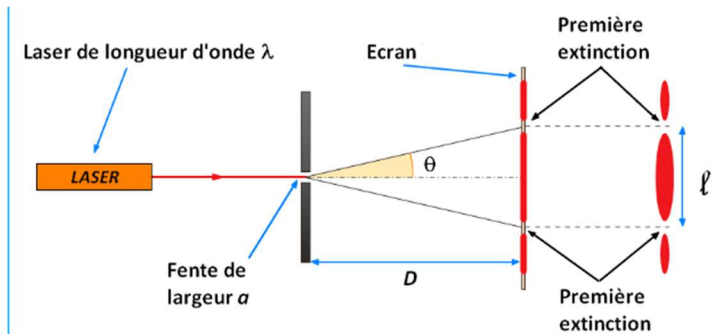
En 1841, le physicien suisse Daniel Colladon montre, à Genève, que la lumière est guidée par les filets d'un jet d'eau. En 1842, Jacques Babinet constate la même chose dans les filets d'eau et des bâtons en verre. Il apporte donc une contribution à la découverte des fibres optiques ! Il est encore connu par son théorème sur les écrans complémentaires en diffraction : il démontre que, moyennant certaines conditions de distance, les figures de diffraction produites par deux écrans complémentaires (par exemple, un fil et une fente de même largeur) sont identiques.



### Doc 2 : Dispositif expérimental de la diffraction de Fraunhofer

Lorsqu'une onde lumineuse rencontre un obstacle de dimension voisine de sa longueur d'onde  $\lambda$ , sa direction de propagation est modifiée : c'est le phénomène de diffraction.

Le phénomène est d'autant plus marqué que la dimension est petite par rapport à  $\lambda$ . L'onde diffractée présente alors des maxima et des minima d'amplitude (zones lumineuses et zones d'ombre).



L'angle  $\theta$  appelé « écart angulaire » est défini à partir de la tache centrale et de la première extinction. Il est défini en radians. Si la distance  $D$  est grande devant la longueur  $\ell$  de la tache centrale alors  $\theta \approx \tan \theta = \frac{\ell}{2D}$ .



Attention ne jamais regarder directement le faisceau Laser : risque de se brûler la rétine !

**Doc 3 : Diamètre des fentes de la diapositive**

Voici les diamètres, notés **a**, de la diapositive que vous allez utiliser.

Attention, elles ne sont pas classées dans l'ordre car elles sont dans l'ordre de la diapositive.

|                    |    |    |    |     |     |     |     |
|--------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| a en $\mu\text{m}$ | 70 | 40 | 50 | 100 | 120 | 280 | 400 |
|--------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|

**Doc 4 : Equation de droite et modélisation**

Pour savoir si la courbe obtenue est bien modélisée par une droite, il faut regarder le coefficient de corrélation  $R^2$ . Il doit être supérieur à 0,99 pour que la modélisation soit acceptable.

**Q1.** Réaliser le protocole du doc 2, et reproduire la figure observée sur l'écran, on prendra **D=1,5m**.  
Légender en indiquant : la tâche centrale, les premières extinctions et la largeur L de la tâche centrale.

**Q2.** Pour chaque fente de diamètre **a**, mesurer la largeur **L** de la tache centrale de diffraction délimitée par les milieux des deux premières extinctions. Placer les mesures de **L** dans le tableau suivant et le compléter, **excepté la dernière ligne**.

| a en $\mu\text{m}$     | 70 | 40 | 50 | 100 | 120 | 280 | 400 |
|------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| a en m                 |    |    |    |     |     |     |     |
| 1/a en $\text{m}^{-1}$ |    |    |    |     |     |     |     |
| L en m                 |    |    |    |     |     |     |     |
| $\theta$ en rad        |    |    |    |     |     |     |     |

**Q3.** Pour des angles suffisamment petits ( $\theta < 15^\circ$ ), on peut faire l'approximation que  $\tan \theta \approx \theta$ . En vous aidant du doc 2, donner l'expression de  $\theta$  en fonction de **D** et **L** pour des angles inférieurs à  $15^\circ$ . Compléter alors la dernière ligne du tableau précédent.

.....

.....

.....

.....

.....

**APPEL N°1 (REA) : Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté.**

|                          |                                                                                                                                              |                                                                                                                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Spécialité<br/>PC</b> | <p style="text-align: center;"><b>THEME 4</b></p> <p style="text-align: center;"><u>Chapitre 2</u> – <i>Diffraction et interférences</i></p> |  <p style="text-align: center;"><b>M. VAN HOORDE</b></p> |
| <b>TERMINALE</b>         | <b>TP – NON NOTE</b>                                                                                                                         |                                                                                                                                             |

**Q4.** Tracer une courbe judicieusement choisie à l'aide du tableur-grapheur « **Excel** » pour montrer que  $\theta$  est inversement proportionnel à **a**.

Afficher l'équation de la droite et le coefficient de corrélation  $R^2$ .

La modélisation est-elle satisfaisante ? Noter le coefficient de proportionnalité que l'on notera **k** ; imprimer le graphique et le coller ci-dessous :

.....

.....

.....

.....

**APPEL N°2 (REA) : Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté.**

**Q5.** Comparer ce coefficient de proportionnalité à la longueur d'onde  $\lambda$  du laser utilisé (voir sur le laser).

.....

.....

.....

.....

.....

**Q6.** À l'aide de la question précédente exprimer  $\theta$  en fonction de  $\lambda$  et **a**. Préciser l'unité des grandeurs.

.....

.....

**Q7.** A l'aide des questions Q3 et Q6, déterminer l'expression de L en fonction de  $\lambda$ , a et D.

.....

.....

.....

**APPEL N°2 (VAL) :** Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté.

**Q8. Proposer** maintenant un protocole expérimental pour mesurer le **diamètre d'un fil inconnu**.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**APPEL N°3 (ANA) :** Appeler le professeur pour lui présenter votre analyse ou en cas de difficulté.

**Q9.** Réaliser votre protocole expérimental pour déterminer le diamètre d du fil inconnu.

.....

.....

.....

.....

.....

**Q10.** L'incertitude-type sur la mesure de L vaut  $u(L) = 2\text{ mm}$ , celle sur D vaut  $u(D) = 4\text{ mm}$  et celle sur  $\lambda$  vaut  $u(\lambda) = 5\text{ nm}$ . Dans le cas d'incertitude-types composées, on applique la formule suivante :

$$\frac{u(d)}{d} = \sqrt{\left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2}$$

Calculer l'incertitude-type absolue sur le diamètre d du cheveu. Conclure en donnant votre résultat du diamètre du cheveux.

.....

.....

.....

.....

.....