

## TP : Dimension d'un cheveu

### CONTEXTE :

Britney est en pleine déprime, elle ne sait pas quel shampoing choisir pour ses cheveux ... un shampoing volumateur pour cheveux fins ou un shampoing lissant pour cheveux épais et indisciplinés ? Question existentielle me direz-vous ! Si seulement elle pouvait mesurer l'épaisseur d'un de ses cheveux ! Sauriez-vous l'aider car j'ai bien peur qu'elle ne se rase la tête de dépit !

### DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION :

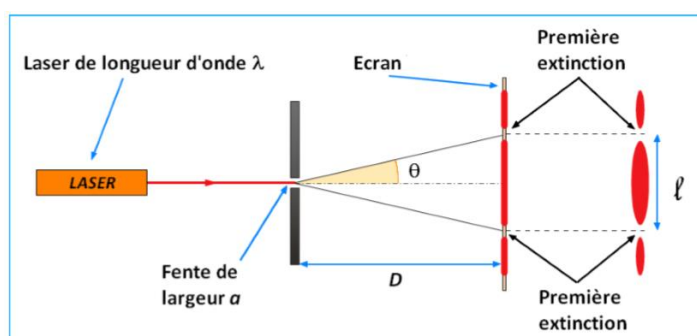
#### Document 1 : Epaisseur des cheveux

Le diamètre d'un cheveu varie de 50 à 100  $\mu\text{m}$  environ. Les cheveux fins contiennent jusqu'à 50 % de protéines en moins par rapport aux cheveux épais. Leur diamètre moyen est de 50 à 70  $\mu\text{m}$ , contre environ de 80 à 100  $\mu\text{m}$  (voire plus) pour les cheveux moyens à épais. Par conséquent, les cheveux fins possèdent de nombreuses particularités qui doivent être prises en compte lors du développement de produits capillaires et de coiffage adaptés à cette structure de cheveux.

#### Document 2 : La diffraction de la lumière

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  $\theta$  (en radian) est appelé « écart angulaire ».



#### Document 3 : Le 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.

### TRAVAIL A EFFECTUER

#### 1. Une première expérience (50 minutes conseillées) :

1.1. Quelle précaution de sécurité faut-il prendre lorsqu'on manipule un laser ?

.....

1.2. Déterminer la relation entre  $\theta$ ,  $l$  et  $D$ . Justifier. ....

1.3. On dispose du matériel suivant : laser rouge ; fentes calibrés de différentes largeurs «  $a$  »:

a (mm)	0,40	0,28	0,12	0,10	0,07	0,05	0,04
--------	------	------	------	------	------	------	------

Placer la fente de 0,04 mm (c'est la plus fine) dans le faisceau laser et former la figure de diffraction sur l'écran qui sera placé à  $D = \dots\dots\dots$  m de la fente. La longueur d'onde du laser est  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .

APPEL N°1 : Appeler le professeur pour lui présenter le montage ou en cas de difficulté.

1.4. Mesurer avec précision la longueur de la tache centrale correspondant à chaque fente.

Compléter le tableau suivant :

a ( mm)	0,40	0,28	0,12	0,10	0,07	0,05	0,04
ℓ ( cm)							

1.5. Sur Regressi,- rentrer les valeurs de a et ℓ .

- créer la grandeur  $\theta$  (utiliser la relation trouvée en 1.2.) et  $\frac{1}{a}$ .
- tracer le graphique  $\theta = f(\frac{1}{a})$ .

Modéliser la courbe (avec son équation).

Noter ici l'équation de la courbe : .....

Que peut-on dire des grandeurs  $\theta$  et  $\frac{1}{a}$  ? .....

Justifier : .....

Que représente le coefficient directeur de cette droite ? .....

En déduire la relation entre  $\theta$  ,  $\lambda$  et  $\frac{1}{a}$  .....

APPEL N°2 : Appeler le professeur pour lui présenter le tableau et le graphique ou en cas de difficulté.

2. Proposer un protocole (10 minutes conseillées) :

2.1. Serait-il possible de mesurer directement (à la règle) le diamètre d'un cheveu ? Justifier.

.....  
.....

2.2. Proposer un protocole permettant de déterminer avec précision le diamètre du cheveu de Britney.

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

APPEL N°3 : Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté.

3. Exploitation (20 minutes conseillées) :

3.1. Réaliser l'expérience proposée à la question 2.2 et déterminer avec précision l'épaisseur a du cheveu fourni. Les mesures et les calculs doivent apparaître.

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

3.2. L'incertitude sur la mesure du cheveu est donnée par : 
$$U(a) = a \times \sqrt{\left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{U(l)}{l}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

avec comme incertitudes liées aux mesures, les valeurs :  $U(\lambda) = 1 \text{ nm}$  ;  $U(D) = 1 \text{ cm}$  et  $U(l) = 1 \text{ mm}$ .

On précise que, pour le laser,  $\lambda = 650 \text{ nm}$ . Calculer  $U(a)$  et présenter le résultat de la mesure sous la forme  $a \pm U(a)$ .

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

3.3. Quel shampoing conseiller à Britney ?

.....  
.....

APPEL N°4 : Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation ou en cas de difficulté.
--