

## Chapitre 4 - Diffraction des ondes

Manuel pages 71 à 88

### Choix pédagogiques

Ce chapitre est la suite des chapitres consacrés aux ondes, il permet d'étudier l'une des propriétés des ondes : la diffraction.

Seront abordés l'influence de la taille  $a$  de l'ouverture ou de l'obstacle et l'influence de la longueur d'onde  $\lambda$  sur le phénomène de diffraction et l'écart angulaire de diffraction.

*Des animations, des simulations, des vidéos documentaires et d'expériences illustrent ce chapitre afin d'aider à sa compréhension. Elles sont disponibles dans le manuel numérique enrichi et, certaines d'entre elles, sur les sites Internet compagnon Sirius.*

### Page d'ouverture

La photographie d'ouverture illustre le phénomène de diffraction des ondes à la surface de l'eau. Les vagues créées par la houle (une onde rectiligne) subissent un phénomène de diffraction au passage des rochers (une ouverture). L'onde rectiligne génère une onde circulaire ; l'onde ainsi diffractée ne se propage plus seulement dans la direction initiale, mais dans plusieurs directions.

On peut interroger les élèves sur l'influence de la dimension de l'ouverture sur le phénomène observé.

## Activités

### Activité documentaire 1. Une propriété des ondes

#### Commentaires

Cette activité permet de découvrir le phénomène de diffraction avec des ondes ultrasonores.

La dernière question invite à une recherche documentaire.

Cette activité documentaire peut aussi se transformer en activité expérimentale.

#### Réponses

##### 1. Analyser les documents

a. La valeur de l'amplitude de la tension mesurée  $U$  est la plus élevée pour  $\alpha = 0^\circ$ .

Série 1 :  $U_{\max} = 400$  mV.

Série 2 :  $U_{\max} = 350$  mV.

Série 3 :  $U_{\max} = 200$  mV.

b. Les courbes 1 et 2 sont quasiment semblables, l'amplitude de la tension est maximale pour  $\alpha = 0^\circ$ , et ensuite, elle diminue nettement de manière symétrique.

Pour la courbe 3, l'amplitude de la tension est maximale pour  $\alpha = 0^\circ$ , et diminue de manière symétrique mais moins rapidement que les deux autres. À partir de  $\alpha = \pm 30^\circ$ , l'amplitude de la tension de la courbe 3 est plus importante que celles des courbes 1 et 2.

##### 2. Interpréter

a. Lorsqu'il y a une ouverture de largeur  $a$  sur le trajet de l'onde ultrasonore, l'amplitude  $U_{\max}$  est plus faible que lorsqu'il n'y a pas d'obstacle. Plus la largeur de la fente est faible, plus la tension  $U_{\max}$  est faible.

b. Si la largeur de la fente est de 20 mm, la propagation de l'onde n'est pas modifiée : les courbes 1 et 2 sont quasiment identiques.

Par contre, si la largeur de la fente est de 4 mm, alors la propagation de l'onde est modifiée : pour les courbes 1 et 3, au-delà de  $\alpha = \pm 30^\circ$ , l'amplitude de la tension  $U$  est plus importante pour la courbe 3.

c. Plus la largeur  $a$  est faible, plus le phénomène observé est important.

On aurait pu s'attendre à une propagation de l'onde dans le prolongement de la fente uniquement.

##### 3. Conclure

a. La diffraction se manifeste par un étalement des directions de propagation de l'onde lorsque celle-ci rencontre une ouverture (ou un obstacle).

b. Écoute d'une discussion derrière une porte ouverte, propagation des ondes radio malgré le relief naturel.

## Activité expérimentale 2. Ondes et obstacles

### Commentaires

Cette activité expérimentale permet de faire travailler les élèves en autonomie, ils peuvent émettre des hypothèses, puis les vérifier avec les vidéos proposées. L'objectif est d'illustrer certaines propriétés du phénomène de diffraction.

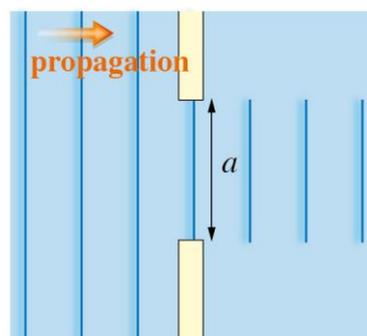
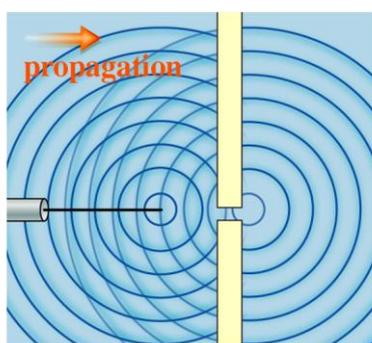
### Réponses

#### 1. Étude préalable

Les réponses peuvent être différentes suivant les élèves.

Voici des exemples de schémas que les élèves peuvent proposer :

1<sup>er</sup> cas : onde circulaire/fente/onde circulaire      2<sup>e</sup> cas : onde rectiligne/fente/ onde rectiligne

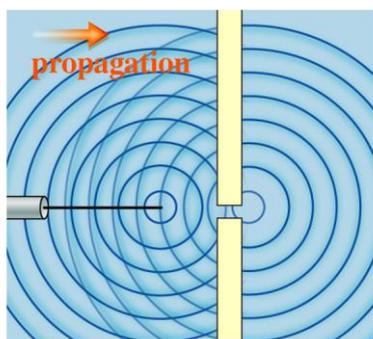


Dans le 1<sup>er</sup> cas, l'élève dessine une onde circulaire après la fente et dans le 2<sup>e</sup> cas, il dessine une onde rectiligne (diaphragmée). Souvent, il ne tient pas compte de la longueur d'onde avant et après la fente.

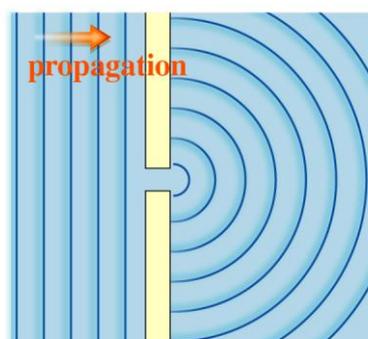
#### 2. Observer

- a. Lorsqu'une onde rectiligne (ou une onde circulaire) à la surface de l'eau franchit :
- une fente dont l'ouverture est de l'ordre du cm, la fente arrête partiellement l'onde, on dit que l'onde est diaphragmée ;
  - une fente dont l'ouverture est de l'ordre du mm, il y a étalement des directions de propagation de l'onde. L'onde générée est circulaire.

#### Onde circulaire/ fente/ onde circulaire



#### Onde rectiligne/fente/ onde rectiligne



b. Selon la réponse des élèves.

### 3. Exploiter

- Plus la largeur de la fente est faible, plus le phénomène observé est important.
- Le franchissement de l'obstacle ne modifie pas la longueur d'onde.

### 4. Conclure

Lorsqu'une onde rectiligne (ou circulaire) de longueur d'onde  $\lambda$  rencontre une ouverture ou un obstacle de « faible » dimension, elle est diffractée. L'onde générée est circulaire et de même longueur d'onde.

## Activité expérimentale 3. Diffraction de la lumière par un fil

### Commentaires

L'objectif de cette activité expérimentale est d'étudier l'influence de la dimension de l'objet diffractant sur la figure de diffraction.

Cette activité permet à l'élève de manipuler l'outil informatique, de se familiariser avec les incertitudes, de proposer un protocole et de le mettre en œuvre.

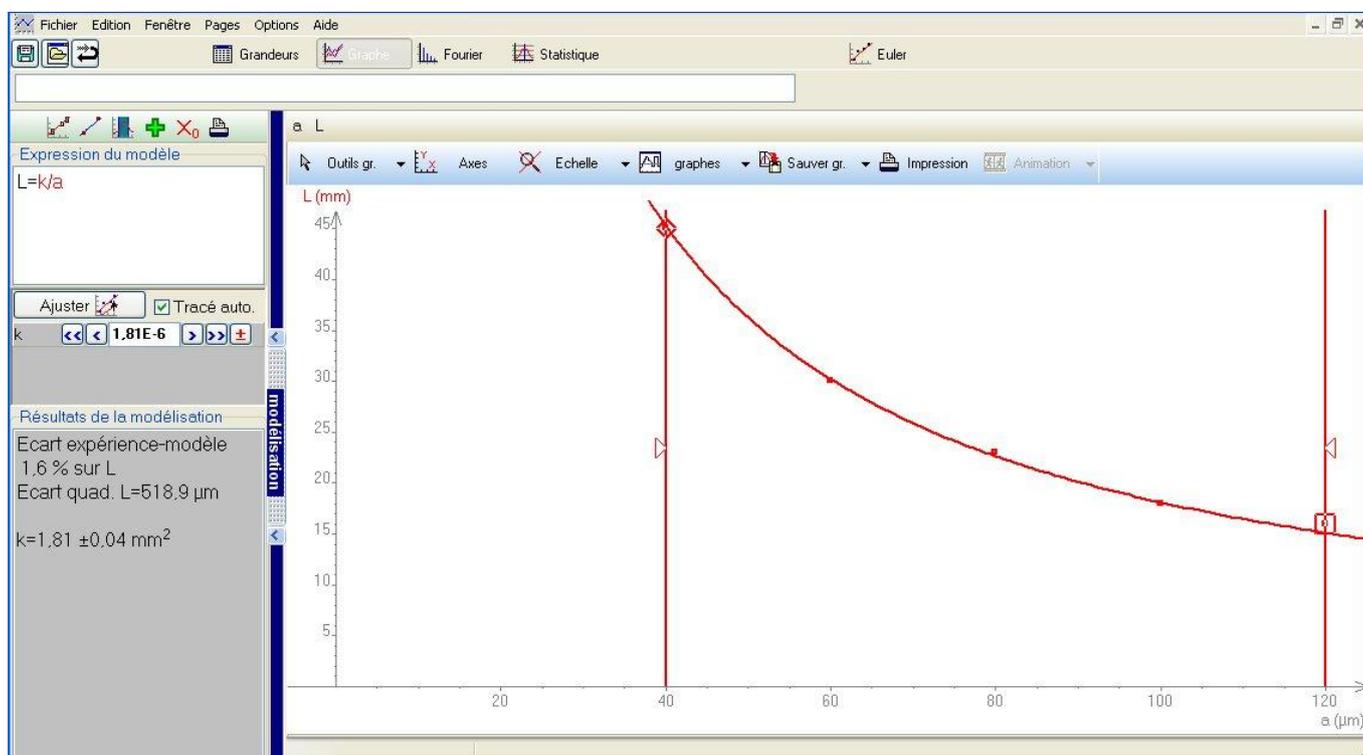
### Réponses

#### 1. Observer et exploiter

- Lorsque le diamètre  $a$  augmente, la largeur de la tache centrale  $L$  diminue.
- $D = 1,60 \text{ m}$  et  $a = 40, 60, 80, 100$  et  $120 \mu\text{m}$ .

Le traitement de l'ensemble des points est réalisé sous *Regressi* : la fonction modèle est :

$$L = \frac{k}{a}$$



La valeur de  $k$  ajustée par la modélisation est  $k = 1,81 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  (l'affichage ci-dessus donne 1,81, mais en mm<sup>2</sup>).

## 2. Interpréter

a.  $k = 1,81 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ . En identifiant  $L = \frac{k}{a}$  et la relation donnée  $L = \frac{2\lambda D}{a}$ , on obtient :

$$k = 2\lambda D$$

Donc,  $\lambda = \frac{k}{2D} = \frac{1,81 \times 10^{-6}}{2 \times 1,60} = 5,65 \times 10^{-7} \text{ m}$ .

b. La valeur constructeur est  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ .

L'écart relatif est de  $\frac{632,8 - 565}{632,8} = 0,11$  soit 11 %.

## 3. Conclure

a. Dans les mêmes conditions que précédemment (on ne modifie pas la source et la distance  $D$ ), on remplace le fil calibré par le fil de diamètre inconnu.

On mesure la largeur de la tache centrale  $L'$ .

En utilisant la question 2.a. ou la courbe 1.b., on détermine la valeur de  $a'$ .

b. Selon les valeurs des élèves.

## Simulation 4. Diffraction de la lumière blanche par une fente

### Commentaires

Cette activité permet d'étudier, à l'aide d'une simulation disponible sur le site élève [www.nathan.fr/siriuslycee/eleve-termS](http://www.nathan.fr/siriuslycee/eleve-termS) et le Manuel Numérique Enrichi, la figure de diffraction de la lumière blanche par une fente. Cette simulation permet de modifier les valeurs de différents paramètres.

L'élève peut travailler en autonomie.

### Réponses

#### 1. Formuler des hypothèses

a. La longueur d'onde  $\lambda$ , la distance objet fente-écran  $D$  et la largeur de la fente  $a$  peuvent influencer la largeur de la tache de diffraction  $L$ .

b. Si  $\lambda$  augmente,  $L$  augmente. Si  $D$  augmente,  $L$  augmente. Si  $a$  augmente,  $L$  diminue.

#### 2. Interpréter

a.  $\lambda_{\text{violet}} = 400 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{rouge}} = 800 \text{ nm}$ .

b. Si la longueur d'onde augmente,  $L$  augmente :  $L_{\text{violet}} < L_{\text{rouge}}$ .

Si la longueur d'onde augmente, l'écart angulaire de diffraction  $\theta$  augmente :  $\theta_{\text{violet}} < \theta_{\text{rouge}}$ .

#### 3. Conclure

a. Le centre de la figure de diffraction sera blanc (superposition de toutes les lumières colorées visibles) et on observera des irisations sur les bords.

## Exercices d'application

### 5 minutes chrono !

#### 1. Mots manquants

- a. diffraction
- b. longueur d'onde
- c. inférieure
- d. écart angulaire ; diffraction ; augmente ; diminue
- e. lumière blanche

#### 2. QCM

- a. Diffractée.
  - b. Verticale, composée d'une tache centrale très lumineuse et de taches latérales symétriques moins lumineuses.
  - c.  $\frac{\lambda}{a}$ .
  - d.  $\lambda = 800 \text{ nm}$ .
  - e. Blanche.
- 

## Compétences exigibles

3. a. L'étalement des directions est plus important dans le cas a, donc le phénomène de diffraction est plus important dans ce cas a.  
b. Plus la dimension du trou est petite, plus le phénomène de diffraction est important, donc le diamètre du trou a est plus petit que le diamètre du trou b.
- 

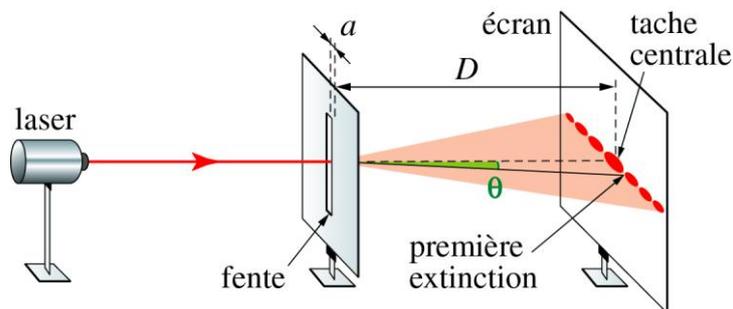
4. a. L'ouvreuse peut entendre le son grâce au phénomène de diffraction. Lorsque l'onde sonore franchit l'ouverture, il y a étalement des directions de propagation.  
b. Plus la dimension de l'ouverture est inférieure à la longueur d'onde, plus le phénomène de diffraction est important.  
 $a > \lambda_a = 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$ , et  $a < \lambda_g = 3,0 \text{ m} = 3,0 \times 10^2 \text{ cm}$ .  
Le son grave est donc plus diffracté que le son aigu.
- 

5. a. L'écart angulaire de diffraction,  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ , diminue si la largeur de la fente  $a$  augmente et augmente si la longueur d'onde  $\lambda$  augmente.  
b.  $\lambda_{\text{rouge}} > \lambda_{\text{violet}}$  donc  $\theta_{\text{rouge}} > \theta_{\text{violet}}$ .
-

**Sirius T<sup>erm</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 4. Diffraction des ondes**

6. a. L'écart angulaire de diffraction  $\theta$  est l'angle entre la direction de propagation en l'absence de diffraction et la direction donnée par le milieu de la première extinction.

b.



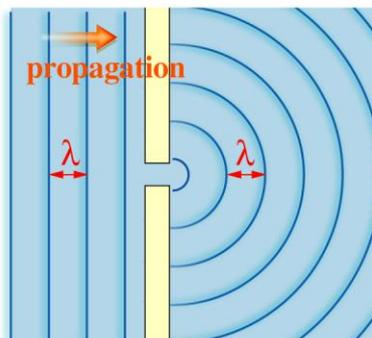
c.  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ .

---

**Compétences générales**

7. a.  $a$  et  $\lambda$  sont du même ordre de grandeur, il est donc pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.

b.



8. a. Liste du matériel nécessaire : émetteur d'ultrasons + alimentation + récepteur, oscilloscope + fils, disque gradué et fente réglable.

b. Alimenter un émetteur d'ultrasons réglé en mode continu.

Placer devant lui une fente réglable.

Placer face à lui un récepteur relié à un oscilloscope.

Déplacer le récepteur d'un angle  $\alpha$  sur un arc de cercle.

Mesurer, tous les  $10^\circ$ , l'amplitude  $U$  de la tension aux bornes du récepteur.

Faire les mesures avec une fente de largeur 20 mm, puis avec une fente de largeur 4 mm.

---

9. a. Si la fente est verticale, la figure de diffraction est horizontale et composée d'une tache centrale très lumineuse, encadrée par des taches secondaires moins intenses.

b. Si la fente est horizontale, la figure de diffraction est verticale et composée d'une tache centrale très lumineuse, encadrée par des taches secondaires moins intenses.

c. Si l'élève tourne la fente dans le sens des aiguilles d'une montre, la figure de diffraction tourne dans le plan de l'écran dans le sens des aiguilles d'une montre.

---

**10. a.** La largeur de la tache centrale est  $L = 24 \text{ mm}$ .

**b.** On a  $a = \frac{2\lambda D}{L}$ , donc  $a = 1,1 \times 10^{-4} \text{ m}$ .

**c.**  $100\lambda = 633 \times 10^2 \text{ nm} = 6,33 \times 10^{-5} \text{ m}$ . Ainsi,  $a > 100\lambda$ , mais ces deux valeurs ont le même ordre de grandeur. Le résultat est donc cohérent.

**11.** Les fils du rideau fin jouent le rôle d'obstacle de faible dimension. Le phénomène de diffraction intervient donc dans le troisième cas.

### **Exercices de méthode**

**12. Exercice résolu.**

**13. a.** Pour le point d'abscisse  $20 \text{ mm}^{-1}$ , on mesure une longueur de  $27 \text{ mm}$  pour son ordonnée. L'échelle pour l'ordonnée est de  $37 \text{ mm}$  pour la valeur  $L = 60 \text{ mm}$ .

Donc :

$$L_{(20\text{mm})} = 27 \times \frac{60}{37} = 44 \text{ mm}$$

$$L = \frac{m}{a} \text{ avec } m = \frac{44 - 0}{20 - 0} = 2,2 \text{ mm}^2$$

**b.**  $\theta$  est proportionnel à  $\frac{1}{a}$ ,  $\theta = \frac{m}{a}$  avec  $m = \frac{0,020 - 0}{3,44 \times 10^4 - 0} = 5,8 \times 10^{-7} \text{ m}$ .

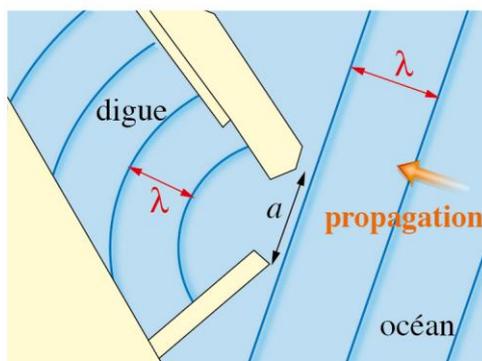
**14. a.**  $\lambda$  longueur d'onde de l'onde en m ;  $v$  vitesse de l'onde en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  et  $T$  période temporelle de l'onde en s.

$\lambda = v \times T$  avec la célérité  $v = 58 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  et la période temporelle  $T = 5,0 \text{ s}$ .

$$\lambda = 81 \text{ m}$$

**b.**  $a < \lambda$ , on peut donc observer le phénomène de diffraction.

**c.**



### Exercices d'entraînement

**15. 1.** La photographie b illustre le phénomène de diffraction. On observe, nettement sur cette photographie, l'étalement des directions de propagation après l'ouverture.

**2. a.** Si on diminue la fréquence, l'écart angulaire augmente.

Si on diminue la dimension de l'ouverture, l'écart angulaire augmente : le phénomène de diffraction est de plus en plus visible.

**b.** La diffraction ne modifie pas la longueur d'onde de l'onde incidente.

Plus la longueur d'onde est grande, plus l'écart angulaire de diffraction est grand.

**16. a.** Une onde est diffractée si elle rencontre un obstacle (ou une ouverture) dont la dimension est du même ordre de grandeur ou inférieure à la longueur d'onde de l'onde. Si l'obstacle est beaucoup plus grand, elle sera arrêtée.

Une émission centimétrique, dont la longueur d'onde est de l'ordre du cm sera arrêtée par une petite colline de quelques dizaines de mètres.

**b.**  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \times 10^8}{162 \times 10^3} = 1,85 \times 10^3 \text{ m} = 1,85 \text{ km}$ , l'ordre de grandeur de la longueur d'onde est 1 km.

**c.** La largeur de l'entrée de la vallée (ouverture) et la longueur d'onde sont du même ordre de grandeur, il y a aura diffraction de l'onde radio et donc étalement des directions de propagation de l'onde. Les habitants pourront donc être prévenus.

**17. a.**  $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{\lambda}{k\lambda} = \frac{1}{k}$ .

Si  $k = 1$   $\theta = 1,0 \text{ rad} = 57^\circ$  ;

Si  $k = 10$   $\theta = 0,10 \text{ rad} = 5,7^\circ$  ;

Si  $k = 100$   $\theta = 0,010 \text{ rad} = 0,57^\circ$ .

**b.** Le phénomène de diffraction est le plus important lorsque l'écart angulaire de diffraction est le plus grand ; donc pour  $k = 1$ .

**c.** Si  $a = 0,5 \text{ cm}$ ,  $\theta = 1 \times 10^{-4} \text{ rad}$ .

Si  $a = 50 \mu\text{m}$ ,  $\theta = 1 \times 10^{-2} \text{ rad}$ , le phénomène de diffraction est donc plus visible avec la fente de  $50 \mu\text{m}$ .

**18.** Plus la largeur de la fente est grande, plus l'intensité maximale est grande donc la fente n°3 correspond à la courbe a.

$\theta = \frac{\lambda}{a}$ . Si  $a_1 = \frac{a_3}{10}$  alors  $\theta_1 = 10 \times \theta_3$  ; donc la fente n°1 correspond à la courbe b.

Et la fente n°2 correspond alors à la courbe c.

**19. a.** D'après les expériences 2 et 3, si  $a$  diminue alors  $L$  augmente, donc  $a$  se trouve au dénominateur de l'expression : la première expression est fausse.

D'après les expériences 2 et 4, si  $D$  diminue alors  $L$  diminue, donc  $D$  se trouve au numérateur de l'expression : la deuxième expression est fausse.

**b.**  $\dim\left(\frac{2\lambda D}{a}\right) = \frac{\dim \lambda \times \dim D}{\dim a} = \frac{L^2}{L} = L$ .

La troisième expression est bien homogène à une longueur.

**Sirius T<sup>erm</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 4. Diffraction des ondes**

c.  $L_1 = \frac{2\lambda_1 D}{a}$  et  $L_2 = \frac{2\lambda_2 D}{a}$  ;  $\frac{L_1}{L_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ .

d.  $\lambda_1 = \frac{L_1}{L_2} \times \lambda_2$  ;  $\lambda_1 = \frac{3,4 \times 10^{-2}}{2,1 \times 10^{-2}} \times 405 \times 10^{-9} = 6,6 \times 10^{-7}$  m.

e. Calcul de l'écart relatif :

$$\left| \frac{\text{valeur obtenue} - \text{valeur attendue}}{\text{valeur attendue}} \right| = \frac{6,6 \times 10^2 - 658}{658} = 3,0 \times 10^{-3} = 0,30 \%$$

Cette valeur est compatible avec celle du fabricant.

20. a. Si  $\lambda = 400$  nm alors  $L = 0,040$  m = 4,0 cm.

Si  $\lambda = 550$  nm alors  $L = 5,5$  cm.

Si  $\lambda = 800$  nm alors  $L = 8,0$  cm.

b. Dans le cas de la diffraction de la lumière blanche par une fente, la figure de diffraction obtenue présente une tache centrale blanche (superposition de toutes les lumières colorées visibles) et des taches latérales irisées.

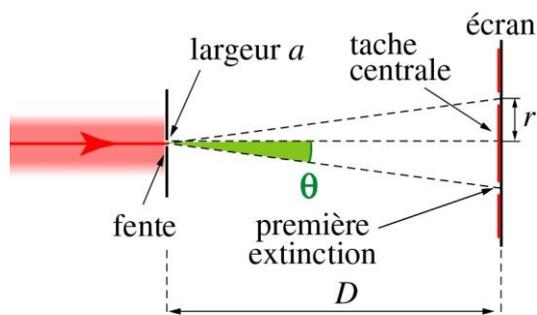
21. a.  $\lambda = \frac{v}{f}$  ;  $1450 < v < 1700$  m·s<sup>-1</sup> ;  $1,5 \times 10^{-3} < \lambda < 1,7 \times 10^{-3}$  m.

b. Si la dimension de l'obstacle devient inférieure à la longueur d'onde alors le phénomène de diffraction devient trop important.

c. Si on souhaite diminuer la longueur d'onde pour détecter des détails plus petits, il faut augmenter la fréquence.

d. Les fréquences utilisées sont de 2,0 MHz pour les organes profonds, de 6,0 MHz pour les petits organes et la pédiatrie, et de 15 MHz pour l'ophtalmologie.

22. a.



b.  $\tan\theta \approx \theta = \frac{r}{D}$  ;  $\frac{r}{D} = 1,22 \frac{\lambda}{a}$  donc  $r = 1,22 \times \frac{\lambda D}{a}$ .

c. Si la longueur d'onde  $\lambda$  augmente alors le rayon  $r$  augmente.

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} ; r_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} r_1 ; r_2 = 8,6 \text{ mm}$$

**23. 1. a.** On observe un étalement des directions de propagation, le phénomène mis en évidence est donc celui de la diffraction.

**b.** Si la longueur d'onde augmente, la largeur de la tache centrale augmente ; donc on élimine  $L = \frac{aD}{\lambda}$ .

Si la distance  $D$  augmente, la largeur de la tache centrale augmente, on élimine  $L = k \frac{\lambda a}{D}$ .

$L$  n'est pas proportionnelle à  $\frac{1}{a^2}$  car la courbe b n'est pas une droite, on élimine  $L = k \frac{\lambda D^2}{a^2}$ .

$L$  est proportionnelle à  $\frac{1}{a}$  car la courbe c est une droite qui passe par l'origine, on élimine  $L = kaD\lambda$ .

On retient  $L = k \frac{\lambda D}{a}$ .

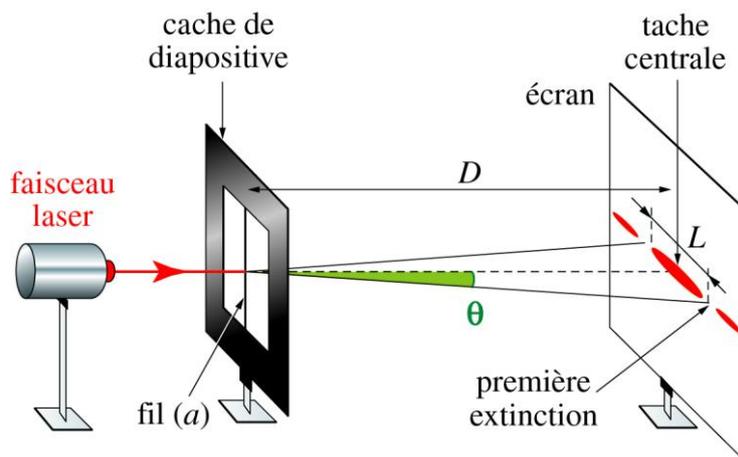
**c.** On calcule le coefficient directeur de la droite  $m = \frac{20 \times 10^{-3} - 0}{1,0 \times 10^4 - 0} = 2,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ .

Or  $m = k\lambda D$ , donc  $k = \frac{m}{\lambda D}$  ;  $k = \frac{2}{633 \times 10^{-9} \times 1,60} = 2$ .

**2.**  $a' = \frac{2\lambda D}{L}$ .  $a' = 1,0 \times 10^4 \text{ m}$ .

### Exercices de synthèse

**24. a.**



**b.**  $L = \frac{2\lambda D}{a}$ .

**c.**  $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{L_2}{L_1}$  ;  $\lambda_2 = \frac{L_2}{L_1} \lambda_1$ .

**d.**  $\lambda_2 = 5,6 \times 10^2 \text{ nm}$ .

25. a. Avec  $h_1 = 4\,000$  m, la houle est classée en ondes courtes.

b.  $v_1 = \sqrt{\frac{g\lambda_1}{2\pi}}$ .  $v_1 = 11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .  $T = \frac{\lambda_1}{v_1}$ .  $T = 7,3 \text{ s}$ .

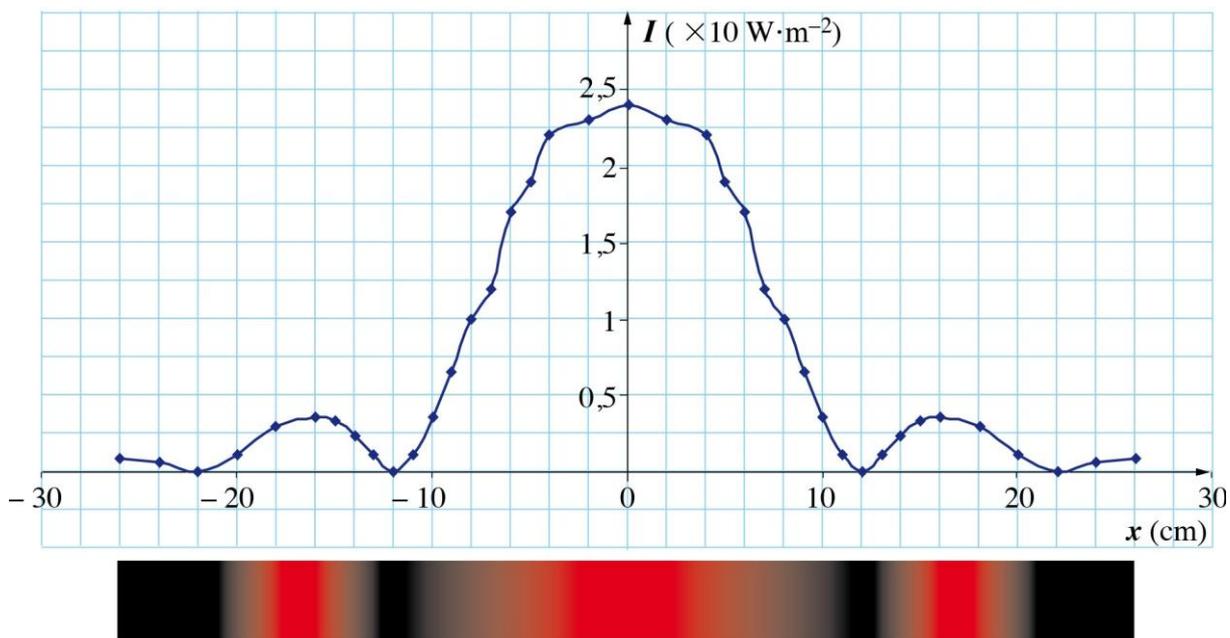
c.  $v_2 = \sqrt{gh_2}$ .  $v_2 = 5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .  $\lambda_2 = v_2 T$ .  $\lambda_2 = 40 \text{ m}$ .

d. Le phénomène de diffraction est observé si  $a$  est du même ordre de grandeur ou inférieure à la longueur d'onde. Il ne sera observé que dans le cas où  $a = 30 \text{ m}$ .

26. a. et b.

X en cm	Intensité courbe rouge $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	Intensité courbe verte $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	Intensité courbe bleue $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	Couleur
0	10	10	10	blanche
5,5	0,15	0	0,15	magenta
6	0,02	0,10	0,15	cyan
7	0,1	0,1	0	jaune

27. a. et b. Tracé de la figure de diffraction avec  $L = 24 \text{ mm}$ .



On observe que la tache lumineuse centrale concentre presque la totalité de l'intensité lumineuse et qu'elle est deux fois plus large que les taches secondaires.

c. L'écart angulaire de diffraction est l'angle entre la direction de propagation de l'onde en l'absence de diffraction et la direction définie par le milieu de la première extinction :

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

d.  $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$  ;  $\theta = 4,8 \times 10^{-3} \text{ rad}$ .

**28. a. et b.** c avec e avec  $\alpha < \alpha_{\text{lim}}$  ; b avec d avec  $\alpha = \alpha_{\text{lim}}$  ; a avec f avec  $\alpha > \alpha_{\text{lim}}$ .

c.  $\alpha_{\text{lim}} = 1,22 \frac{\lambda}{a}$ .  $\alpha_{\text{lim}} = 1,3 \times 10^{-7}$  rad.

En utilisant la valeur non arrondie pour continuer le calcul, on trouve :

$$\alpha_{\text{lim}} \approx 7,7 \times 10^{-6} = 2,8 \times 10^{-2}$$

d.  $\alpha = \frac{2}{3,84 \times 10^5} = 5,2 \times 10^{-6}$  rad  $> \alpha_{\text{lim}}$  donc les deux images seront séparées.

---

**29. Matériel :** diode laser, fils (ou fentes) de différents calibres  $a$ , écran.

Protocole : Diriger le faisceau de la diode laser vers un écran.

Placer sur le trajet du faisceau laser, un fil placé verticalement (ou horizontalement). La distance fil-écran est de 2,0 m.

Mesurer la largeur de la tache centrale de diffraction  $L$  pour chaque fil.

Mesurer dans les mêmes conditions, la largeur de la tache centrale de diffraction  $L'$  pour le fil d'épaisseur inconnue  $a'$ .

Déterminer une relation entre  $L$  et  $\frac{1}{a}$ .

Utiliser cette relation, pour déterminer  $a'$ .

---

### **30. Exemple de rédaction**

Un **microscope acoustique** (le premier date de 1974) utilise des **ondes ultrasonores**, ondes mécaniques longitudinales de fréquences supérieures à 20 kHz.

Il permet d'étudier la structure interne d'échantillons (même ceux en matériaux opaques) sans les endommager. On peut obtenir des images acoustiques d'échantillons de quelques cm<sup>2</sup> de surface sur quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.

Ces images fournissent des informations sur les propriétés mécaniques et sur la structure des matériaux, cette technique est utilisée dans la **recherche et l'industrie** pour détecter des défauts dans les matériaux mais aussi dans le **domaine médical** pour explorer des échantillons d'os et de cartilage ainsi que dans le domaine **agroalimentaire** pour le contrôle de certains produits.

Le fonctionnement d'un microscope à ultrasons est le suivant : un générateur d'ultrasons convertit un signal électrique en un signal acoustique. Le faisceau focalisé en une petite tache est recueillie par **réflexion** (ou transmission) après interaction entre l'onde incidente et les **irrégularités du matériau**. L'onde est ensuite reconvertie en un signal électrique.

La **résolution spatiale** de l'instrument, c'est-à-dire la dimension des plus petits détails repérables, est de l'ordre de **0,1  $\mu\text{m}$**  pour une onde ultrasonore de fréquence 1 GHz.

La résolution est limitée par le phénomène de **diffraction** qui intervient lorsque la taille des irrégularités est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde de l'onde ultrasonores. L'image obtenue est alors de trop mauvaise qualité pour repérer des défauts de taille inférieure à 0,1  $\mu\text{m}$ .

---