

DIFFRACTION D'UNE ONDE



OBJECTIFS

- ✓ Connaître l'importance de la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle sur le phénomène de diffraction.
- ✓ Exploiter une figure de diffraction dans le cas des ondes lumineuses et des ondes mécaniques.
- ✓ Réaliser un montage permettant de mettre en évidence le phénomène de diffraction dans le cas d'ondes lumineuses et réaliser des mesures permettant de vérifier la pertinence de la relation $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$.
- ✓ Déterminer la largeur d'une fente inconnue.
- ✓ Déterminer la longueur d'onde de la source LASER.

MATERIEL

- ✓ Une source LASER, banc d'optique + supports
- ✓ Ecran, règle graduée
- ✓ Fentes de différentes largeurs
- ✓ Cuve à ondes

1. LE PHENOMENE DE DIFFRACTION : RAPPELS ET COMPLEMENTS

Quand la lumière passe à travers une fente fine, elle se répand au-delà de la seule direction rectiligne prévue par l'optique géométrique (cf. cours sur l'optique géométrique). Ce phénomène est propre aux ondes, on observe la même chose pour les ondes sonores ou les ondes à la surface de l'eau, (cf figure ci-dessous), il s'appelle la **diffraction** (étude plus détaillée dans le programme de PT).

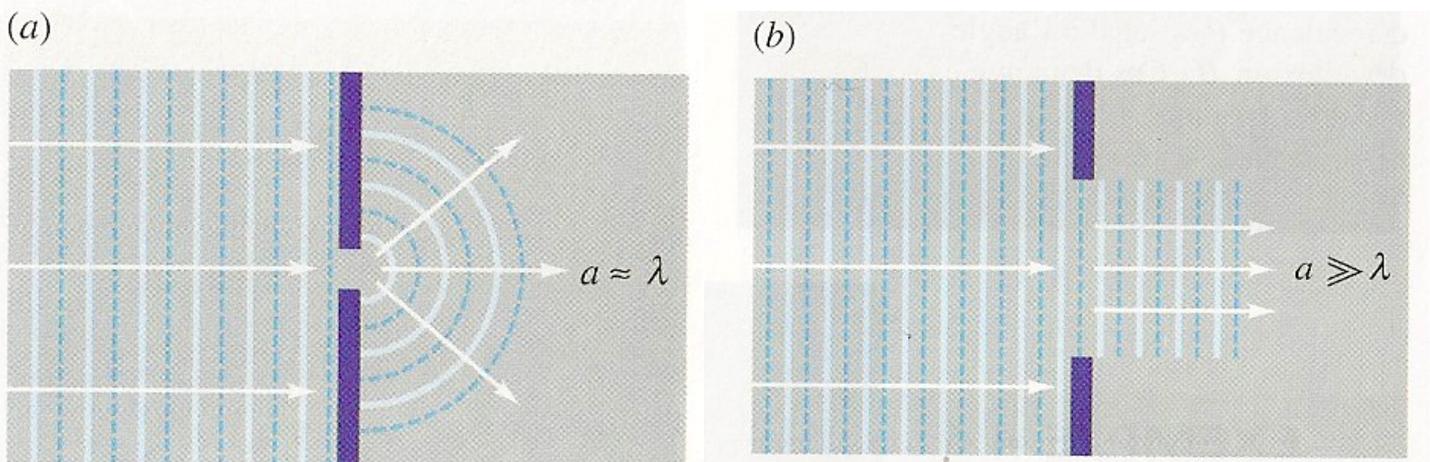
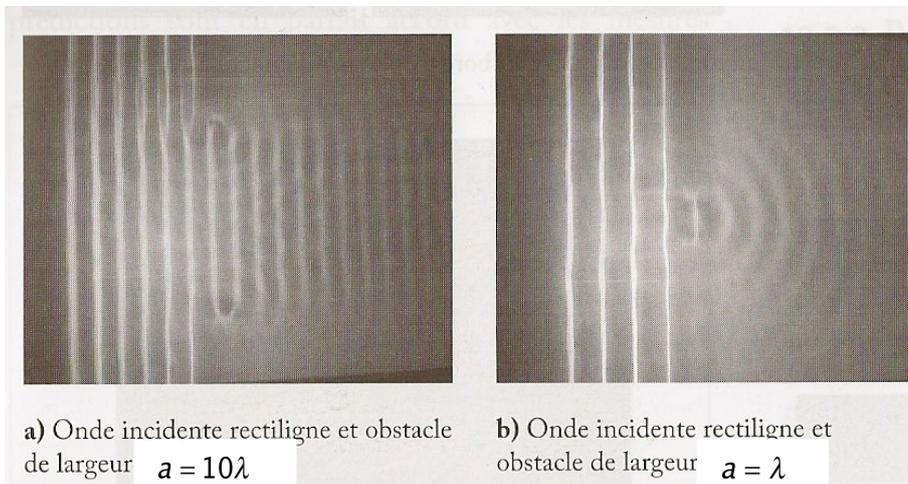


Figure 4.3 ▲

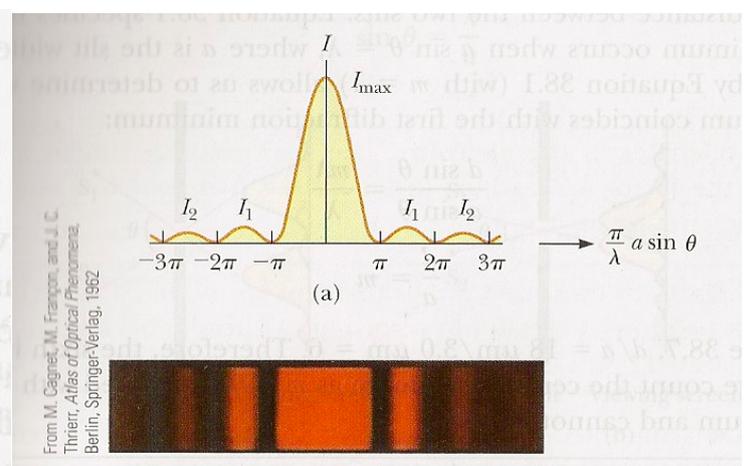
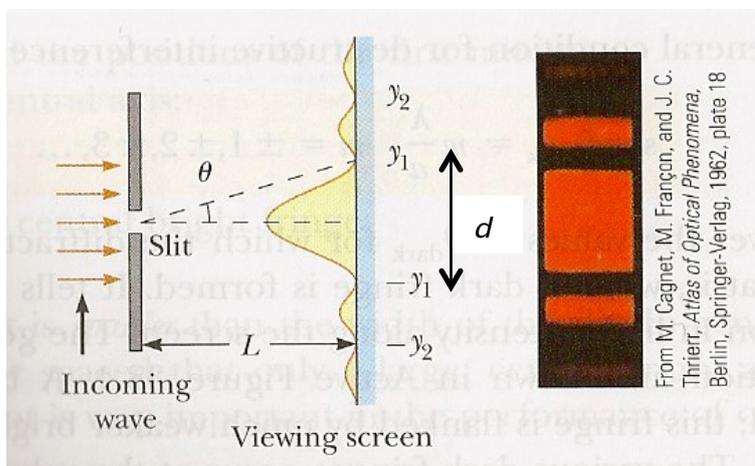
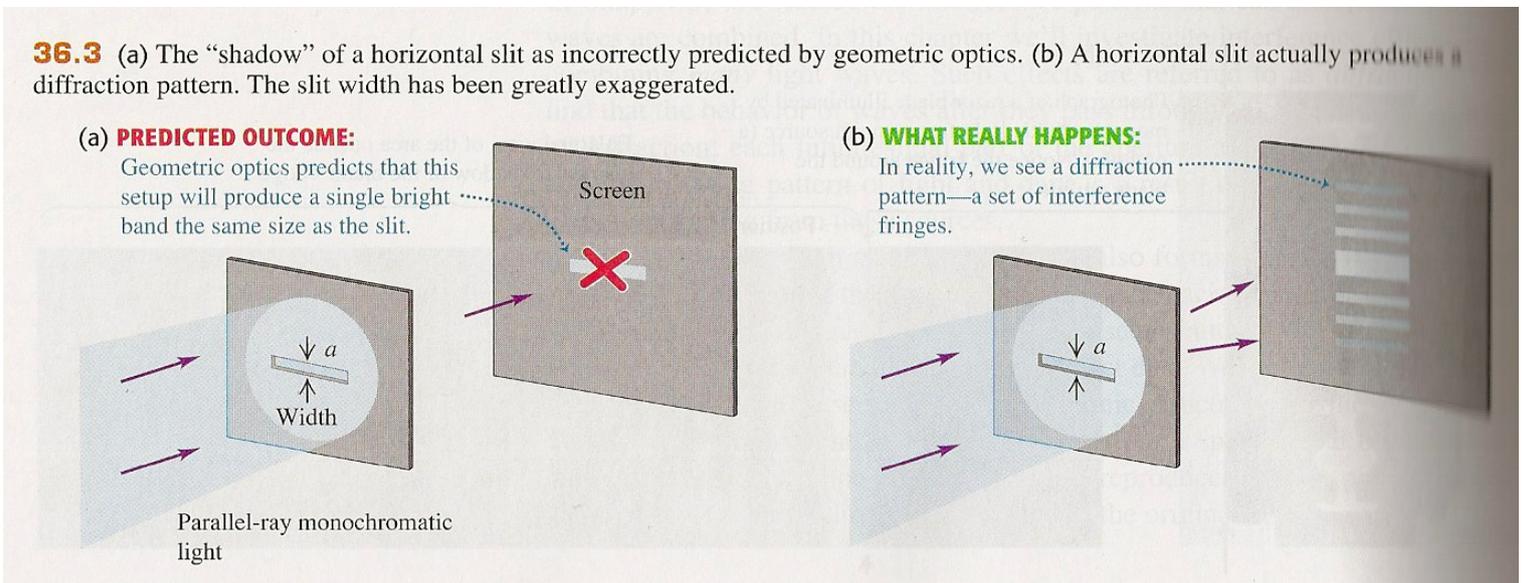
Passage d'une onde de longueur d'onde λ par une ouverture de dimension a . Les fronts d'onde sont représentés en bleu, et les rayons lumineux, en blanc. (a) Si $a \approx \lambda$, l'onde se propage dans toutes les directions vers la droite. Le changement de direction des rayons est appelé diffraction. (b) Si $a \gg \lambda$, l'onde continue de se propager dans la même direction.

On appelle **front d'onde** le lieu constitué de l'ensemble des points de l'espace qui, à un instant donné, possède la même phase pour la vibration de l'onde étudiée. En général, pour une onde progressive, **les fronts d'onde sont perpendiculaires à la direction de propagation de l'onde, c'est-à-dire à la direction de propagation de l'énergie transportée par l'onde** (cf. cours de PT)



On constate que l'onde se propage rectilignement après l'obstacle tant que la dimension de ce dernier est supérieure à sa longueur d'onde λ de l'onde en question.

La figure ci-dessous illustre ce qui se passe lorsqu'on envoie de la lumière (type faisceau laser) sur une fente fine. Au delà de l'image de la fente prédie par l'optique géométrique (nommée tache centrale), on observe l'apparition de tâches secondaires



Les figures ci-dessus montrent la répartition de l'énergie (ou intensité) lumineuse sur un écran placé loin de la fente (la distance écran-fente L est très supérieure à la largeur a de la fente, on parle dans ce cas là de diffraction à l'infini ou diffraction de Fraunhofer, cf. cours de PT). On

constate que de l'énergie lumineuse se répartit de part et d'autre de la **tâche centrale** en **des taches dites secondaires de moindre intensité**.

Vous montrerez dans le cours de PT que l'angle θ correspondant à la première extinction de lumière (cf. figure ci-dessus) est telle que :

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

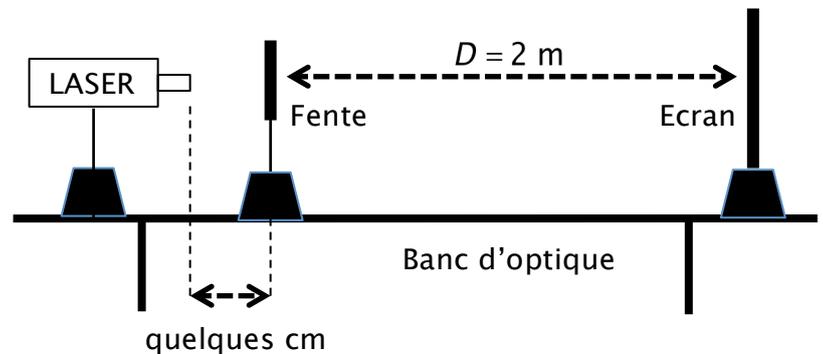
La largeur de la tache centrale d est reliée à θ part (cf. figure ci-dessus):

$$\tan \theta \approx \theta = \frac{d}{2L}$$

2. ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA LARGEUR D'UNE FENTE SUR LA LARGEUR ANGULAIRE, LONGUEUR D'ONDE DU LASER ET LARGEUR D'UNE FENTE

Procédure expérimentale

Réaliser le montage ci-contre.



Exploitation

1) Pour chacune des fentes de largeur connue, réaliser une figure de diffraction (sans modifier la distance D) et mesurer la largeur d de la tache centrale de diffraction. Remplir le tableau suivant :

Largeur de la tache centrale d (mm)					
θ (rad)					
a (mm)					
$1/a$ (mm ⁻¹)					

2) Tracer $\theta = f(1/a)$ (choisir et noter l'échelle appropriée). Décrire la courbe obtenue (utiliser Regressi ou une feuille de papier millimétré).

3) En utilisant la question 2), déterminer la longueur d'onde λ du LASER.

4) On utilise à présent une fente de largeur inconnue. Proposer un protocole pour déterminer expérimentalement la largeur de la dernière fente inconnue en utilisant le graphe précédent.

5) Réaliser l'expérience et déterminer la largeur de la fente.

3. CUVE A ONDES : DIFFRACTION D'UNE ONDE MECANIQUE

Procédure expérimentale

On dispose d'une cuve à ondes qui génère des ondes progressives unidirectionnelles à la surface de l'eau à une fréquence donnée (cf. figures ci-contre). Placer un obstacle de type fente sur le parcours de l'onde et observer ce qui se passe lorsque la taille de la fente varie.



Exploitation

1) Mesurer avec précision les longueurs d'onde λ_{avant} et $\lambda_{après}$ des ondes mécaniques observées sur la cuve à ondes avant et après le passage de la fente (largeur de 10 cm environ). Conclusion.

2) Après le passage de la fente, l'onde est diffractée dans un cône de demi-angle au sommet θ . En vous inspirant de la partie précédente sur la diffraction de la lumière, proposer et réaliser un protocole expérimental qui vous permette d'obtenir la courbe $\theta = f(1/a)$ où a est toujours la largeur de la fente. En déduire la valeur de longueur d'onde λ . Comparer aux valeurs de la question précédente.

3) Déterminer la célérité de l'onde mécanique.