

THÈME 4

ONDES ET SIGNAUX

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers de Strasbourg

Septembre 2020

CHAPITRE 3 : DIFFRACTION ET INTERFÉRENCES

I. Diffraction des ondes

1. Onde diaphragmée, onde diffractée
2. Diffraction des ondes lumineuses
3. Conséquences concrètes

II. Interférences

1. Quand les ondes se rencontrent
2. Cas des ondes sinusoïdales
3. Conditions d'interférences
4. Différence de marche

III. Interférences d'ondes lumineuses

1. Trous d'Young et champ d'interférences
2. Différence de chemin optique et conditions d'interférences
3. Interfrange
4. Conséquences concrètes

I. Diffraction des ondes

1. Onde diaphragmée, onde diffractée

- Mise en évidence du phénomène sur la cuve à ondes (schémas).
- Soient a la dimension caractéristique d'un obstacle ou d'une ouverture et λ la longueur d'onde de l'onde considérée. Deux cas de figure se présentent.
- Soit la dimension de l'obstacle ou de l'ouverture a est grande par rapport à la longueur d'onde ($a \gg \lambda$) et l'onde est simplement diaphragmée (elle a même fréquence, même longueur d'onde et même direction de propagation avant et après l'obstacle).
- Soit la dimension de l'obstacle ou de l'ouverture a est petite par rapport à la longueur d'onde ($a \lesssim \lambda$) et l'onde est diffractée (elle a même fréquence, même longueur d'onde mais on assiste à un éparpillement des directions de propagation après l'obstacle).
- Remarque : plus la dimension a de l'obstacle ou de l'ouverture est petite, plus le phénomène de diffraction est marqué.

I. Diffraction des ondes

1. Onde diaphragmée, onde diffractée

Définition du phénomène de diffraction

La diffraction est une propriété caractéristique des ondes qui se manifeste par un étalement des directions de propagation de l'onde lorsque celle-ci rencontre un obstacle ou une ouverture de petite dimension devant la longueur d'onde ($a \lesssim \lambda$).

Plus la dimension de l'obstacle ou de l'ouverture est petite, plus la diffraction est prononcée.

I. Diffraction des ondes

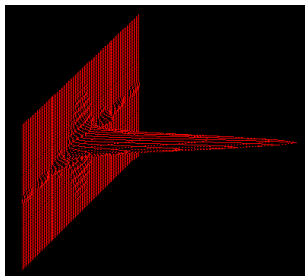
2. Diffraction des ondes lumineuses

- Dans le cas des ondes lumineuses, la diffraction peut encore être observée avec des obstacles ou des ouvertures dont la dimension peut atteindre jusqu'à 100 fois la longueur d'onde.
- On définit l'écart angulaire de diffraction θ comme l'angle sous lequel on voit, depuis l'obstacle, la demie tache centrale de diffraction (voir schéma).
- Dans le cas d'un obstacle ou d'une **ouverture rectangulaire** (fente ou fil par exemple), l'écart angulaire est tel que : $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- Dans le cas d'un obstacle ou d'une ouverture circulaire (trou ou point par exemple), l'écart angulaire est tel que : $\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{a}$
- Remarque : en lumière blanche, la figure de diffraction présente une tache centrale blanche et des taches latérales de diffraction irisées.

1. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

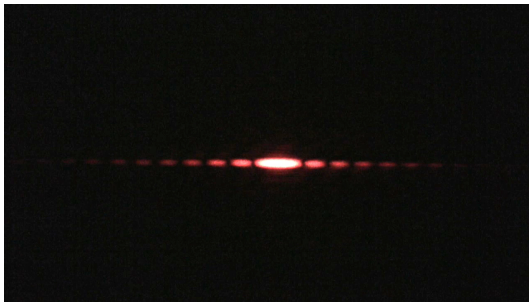
Répartition de l'intensité lumineuse dans une figure de diffraction par une fente éclairée en un point



I. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

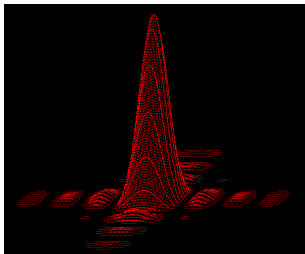
Figure de diffraction par une fente éclairée en un point



1. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

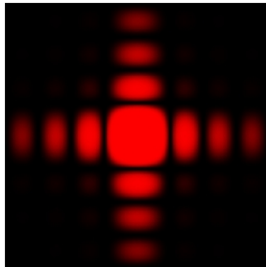
Répartition de l'intensité lumineuse dans une figure de diffraction par une ouverture carrée



I. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

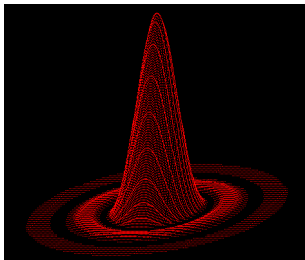
Figure de diffraction par une ouverture carrée



1. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

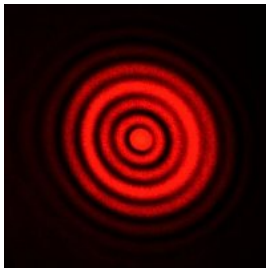
Répartition de l'intensité lumineuse dans une figure de diffraction par une ouverture circulaire



I. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

Figure de diffraction par une ouverture circulaire



1. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

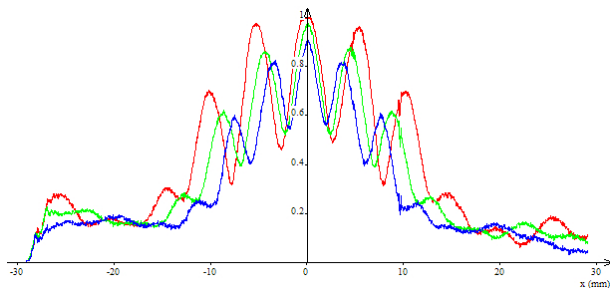
Figure de diffraction par une fente éclairée en lumière blanche



1. Diffraction des ondes

2. Diffraction des ondes lumineuses

Répartition de l'intensité lumineuse dans une figure de diffraction par une fente éclairée en lumière blanche



I. Diffraction des ondes

3. Conséquences concrètes

- Sur les supports de stockage optique tels que le DVD ou le Blue-ray Disc, l'augmentation de la capacité de stockage nécessite de rapprocher les reliefs codant l'information et de resserrer les pistes. Or le faisceau laser servant à la lecture subit la diffraction par l'ouverture par laquelle il sort de la source laser. Cela limite la capacité de stockage en raison de la tache de diffraction sur le disque, tache qui ne doit pas recouvrir deux pistes simultanément. On cherche donc à utiliser une longueur d'onde la plus petite possible pour réduire la tache de diffraction.
- En astronomie, la monture des objectifs diffracte la lumière reçue : on cherche donc à augmenter le diamètre des lentilles et des miroirs afin de diminuer le phénomène de diffraction et d'améliorer la résolution des instruments d'observation astronomique.