

CHAPITRE 3 : PROPRIETES DES ONDES

I. Phénomène de diffraction

1. Observations expérimentales

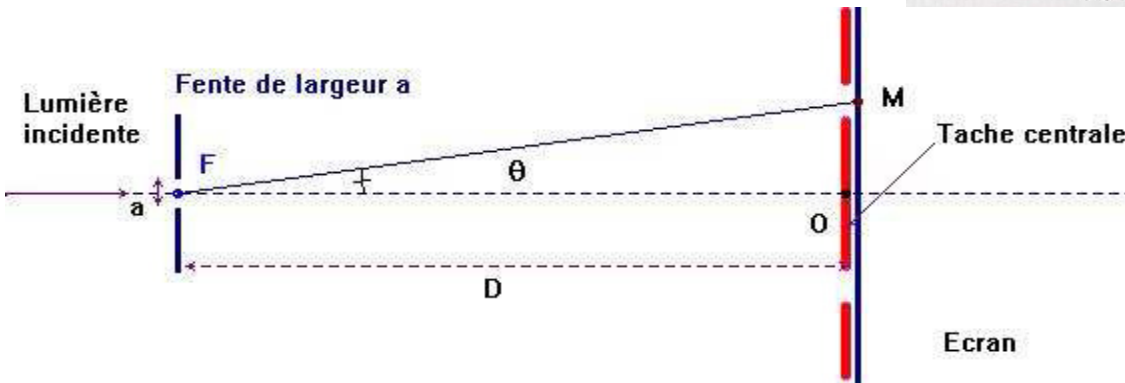
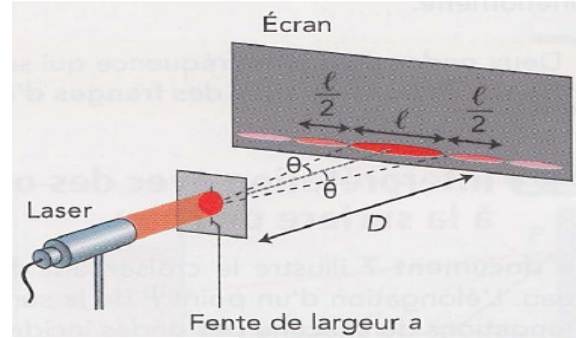
Lorsqu'un faisceau laser rencontre une fente ou un fil de faible dimension la lumière ne se propage plus rectilignement et s'épandit perpendiculairement à l'obstacle.

Lorsqu'une onde rencontre un obstacle de faible dimension (a) par rapport à sa longueur d'onde (λ), sa direction de propagation est modifiée : un phénomène de diffraction se produit (il est d'autant plus marqué que a est voisin ou inférieur à λ).

2. Influence de divers paramètres

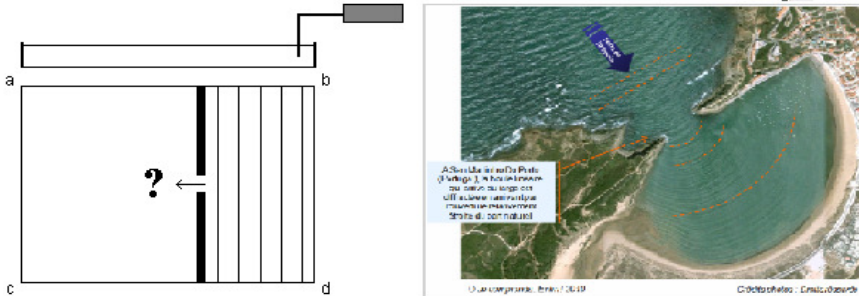
L'importance du phénomène de diffraction est mesurée par l'**écart angulaire de diffraction**, angle entre la direction de l'onde en l'absence de diffraction, et la direction définie par le milieu de la première extinction :

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



Remarque : λ et a s'expriment en mètre => le radian n'est pas une unité au sens physique du terme. Analyse dimensionnelle = sans dimension.

3. Autres diffractions

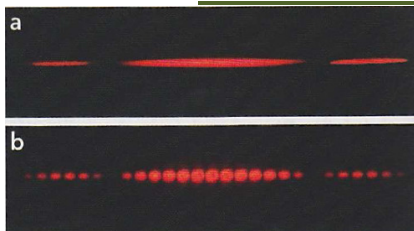


Onde mécanique : La diffraction est donc une modification de la direction de propagation d'une onde au passage d'une petite ouverture ou d'un petit obstacle, sans modification de sa fréquence ou de sa longueur d'onde.

Lumière blanche : Observation de taches irisées. Chaque radiation de longueur d'onde λ donne sa propre figure de diffraction. La tache centrale est blanche mais bordée de rouge.

II. Phénomène d'interférences

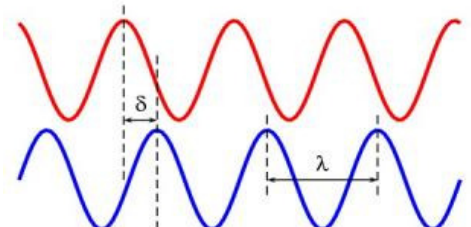
1. Observations expérimentales : ondes lumineuses

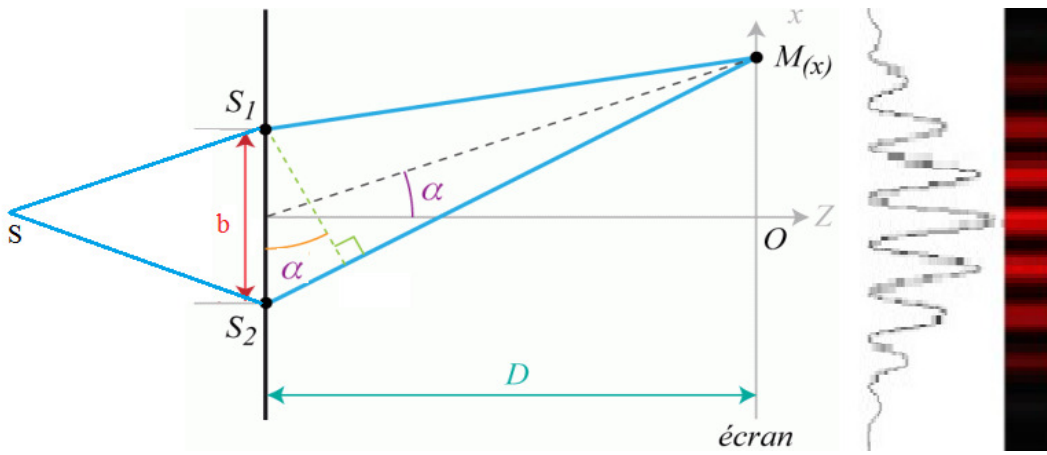


On parle d'interférences lorsque deux (ou plusieurs) ondes de même fréquence ajoutent leur effets en un même point de l'espace. L'amplitude résultante en un point M est la somme des amplitudes des deux ondes en ce point. Ex : Deux fentes éclairées avec la même source (fentes d'Young). **Définitions :**

- **La différence de marche δ** : Elle représente la différence des distances à parcourir entre chacune des deux sources et le point M où elles interfèrent :

$$\delta = S_2M - S_1M$$





• L'interfrange i est la distance séparant 2 franges brillantes consécutives ou 2 franges sombres consécutives :

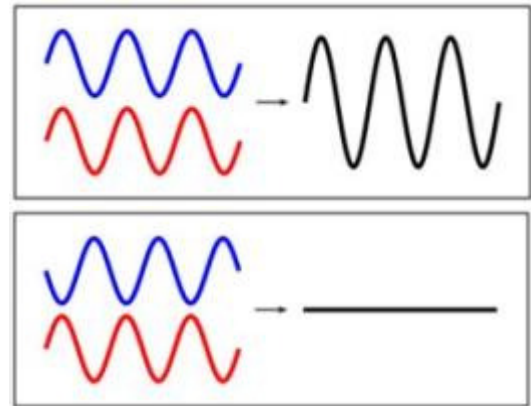
$$i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$$

2. Interprétation à l'aide d'ondes mécaniques

Ex : 2 pointes frappant la surface de l'eau.

Au point A les ondes arrivent en **phase**, la vibration résultante a alors une **amplitude maximale**. Les interférences sont dites **constructives** : $\delta = k \cdot \lambda$

Au point B les ondes arrivent en **opposition de phase**, la vibration résultante a alors une **amplitude minimale**. Les interférences sont dites **destructives** : $\delta = (k + \frac{1}{2}) \cdot \lambda$



3. Interférences en lumière blanche

Des taches d'huile, des CD ou des DVD, des ailes d'insectes ou des bulles de savon éclairées en lumière blanche font apparaître des irisations.

Chaque radiation de longueur d'onde λ donne sa propre figure d'interférences, et la superposition de ces figures conduit à l'observation de zones colorées.

III. Effet Doppler

1. Présentation

Une onde mécanique ou électromagnétique émise avec une fréquence f_E est perçue avec une fréquence f_R différente lorsque l'émetteur se déplace par rapport à l'observateur : c'est l'effet Doppler. Cet effet s'applique à toutes les ondes dans tous les milieux.

Par exemple le son d'une sirène est perçu plus aigu quand le véhicule qui l'émet s'approche d'un observateur et plus grave quand il s'en éloigne.



2. Applications

a. Radars

Les radars routiers (cinémomètres) utilisent l'effet Doppler avec des ondes électromagnétiques pour mesurer la valeur de la vitesse des véhicules (ils sont à la fois émetteurs et récepteurs).

b. Astrophysique

L'effet Doppler appliqué à la lumière permet de mesurer les vitesses des étoiles par rapport à la Terre dans la direction d'observation.

Lorsqu'une étoile s'éloigne de la Terre, son spectre d'absorption se décale vers les basses fréquences (grandes λ - effet « **redshift** ») et inversement (effet « **blueshift** »). (Doc 16p69).

La mesure du **décalage des raies d'absorption** d'un élément chimique sur le spectre d'une étoile permet donc de déterminer si celle-ci **s'éloigne ou se rapproche** de la Terre, ainsi que sa **vitesse de déplacement** en comparant les longueurs d'ondes de son spectre d'absorption à celui d'un spectre de référence.