

### LP 3 : Aspect ondulatoire de la lumière.

#### EI : diamètre d'un cheveu.

Sources :

<https://www.refletsdelaphysique.fr/articles/refdp/pdf/2016/01/refdp201647-48p16.pdf>

Houard.

Sirius Terminale

Revue image de la physique 1992 (sujet X 2015)

Optique ondulatoire H prépa deuxième année.

Fruchard

Niveau : terminale

Pré-requis :

->Onde lumineuse : description, double périodicité, domaine de fréquence du visible.

->modèle particulaire de la lumière.

->ondes mécaniques.

->modèle du rayon lumineux.

->incertitudes.

->trigonométrie.

Objectifs :

Être capable de caractériser le phénomène de diffraction.

Être capable de caractériser les phénomènes d'interférences.

Partie pris : Leçon de fin de lycée qui permet réellement d'illustrer l'optique ondulatoire et les limites que cela impose sur de nombreux systèmes physiques. Beaucoup d'instruments repose sur l'optique. On se cantonnera à une description plutôt qu'à des démonstration trop complexes qui n'apportent pas nécessairement beaucoup plus d'éclairage sur les notions évoqués.

Séquence pédagogique : Cours d'optique qui se place avant l'effet photoélectrique, mais bien entendu avant le cours sur les ondes. Commencer par l'aspect ondulatoire, permet de bien fixer les connaissances des élèves, il est important que cela constitue le socle car la lumière se comporte davantage comme une onde dans la plupart des systèmes considérés que comme une particule.

TD : Des études de figure de diffraction où l'on cherche les paramètres de l'objet et sa forme. C'est l'occasion de faire de la trigo ainsi que de raisonner sur des figures.

TP : Détermination de la taille d'un pixel de téléphone -> objet du quotidien. Les pixels sont si petits qu'on n'en connaît pas la taille (avec les infos constructeur on peut la retrouver) Il est donc intéressant de mettre en œuvre des méthodes pour les étudier des objets du quotidien.

Difficultés :

- ➔ La lumière est un concept plus abstrait pour l'élève habitué à étudier plutôt les ondes acoustiques.
- ➔ Les confusions entre les deux notions, ou dans les deux cas on a une forme de périodicité.

Pour accompagner l'élève face aux difficultés

- ➔ Support, animations, expérience.
- ➔ Cours scindé en deux parties bien distinctes.

Plan :

I-phénomène de diffraction

II-phénomène d'interférence

Intro :

Slide -> Huygens VS Newton

Ondulatoire VS corpusculaire

Expérience -> réflexion d'un laser sur un téléphone.

Modèle scalaire de la lumière avec lequel on a étudié les lentilles... est insuffisant pour décrire ça.

Objectifs :

Diffraction : mise en œuvre et caractéristiques.

Interférences : mise en œuvre et caractéristiques.

I-phénomène de diffraction

Découverte -> 18<sup>ème</sup> siècle (milieu)

Avant source de lumière-> soleil-> trou dans les volets -> quand on diminue trop le faisceau finit par s'élargir.

VIDEO <https://www.youtube.com/watch?v=egRFqSKFmWQ>

Ondes mécaniques sur l'eau. -> quand on élargit la fente un peu moins de diffraction.

A . Définition et conditions d'observations

Définition : (sirius) Le phénomène de diffraction est une propriété des ondes qui se caractérise par un étalement des directions de propagation de l'onde, lorsque celle-ci traverse une ouverture, sans changement de fréquence.

Schéma ou on représente les directions de propagation avant et après passage par l'obstacle.

➔ Condition sur l'ouverture.

Vocabulaire : tâche centrale, secondaire, extinction.

➔ Conditions d'observations ->  $a < 100 \cdot \lambda$  (pas exact ordre de grandeur)

->forme de la figure de diffraction en fonction de la forme de l'objet

ANIMATION : [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_fr.html)

B. Mesure d'objets micrométrique

Schéma avec a, L, D, theta

On démontre que  $\theta \approx \lambda / 2D$  -> unités

Application : diamètre d'un cheveux. -> on a fait une droite d'étalonnage. Pour retrouver la longueur.

On a aussi la relation  $\theta = \lambda/a$  (on pourrait le démontrer par la droite d'étalonnage)

### C. Limites imposés par la diffraction

SLIDE

- Autodiffraction du faisceau laser
- Laser sur la lune 10 km de diamètre. Peu de lumière reçu.

Schéma.

->microscope.

### II-Phénomène d'interférence.

#### A. Nature du phénomène

Définition -> slide.

Illustration géogebra. <https://www.geogebra.org/m/bk4bSqSC>

Faire varier les fréquence le déphasage.

- Principe du casque antibruit -> attention pas de la lumière.

Nature -> origine de la source-> même source.

Synchrones : même fréquence.

Cohérente-> retard entre les deux signaux constants.

#### B. formule de Fresnel

(petit hors programme ; dans le programme on définit la différence de chemin optique et on bricole dessus pour parler de constructif destructif ; avec fresnel qu'on ne démontre pas mais où on fait remarquer que ça respecte bien la périodicité )

$I = 0$  interférences destructives -> expression de  $\delta$ .

$I = 4I_0$  constructive.

Interfranges -> calcul de la longueur d'onde.

Conclusion :

Slide

Ouverture -> mesurer des vitesses effet doppler.