

Opt7n – INTERFÉRENCES

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : interférences, interférence.

Fichier associé : Interferences_eleve_CAS.tns.

1. Objectifs

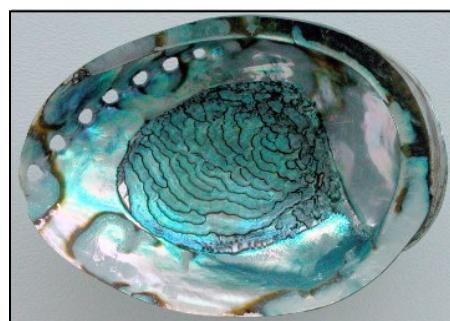
- Comprendre le phénomène d'interférences,
- Utiliser une figure d'interférence pour déterminer la longueur d'onde d'un LASER.

2. Énoncé

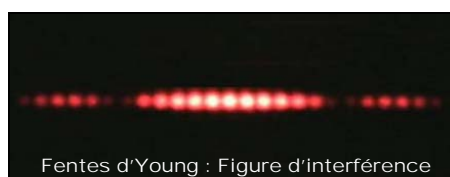
« Lorsqu'on observe certains coquillages, on peut percevoir des irisations. On observe le même phénomène avec une bulle de savon ou bien quand une fine couche d'huile se trouve à la surface de l'eau.

Ce phénomène est dû au phénomène physique connu sous le nom d'interférences lumineuses.

Au laboratoire, on peut étudier ce phénomène en lumière monochromatique avec un LASER grâce au dispositif des fentes d'Young.



► Comment utiliser les interférences produites par des fentes d'Young pour déterminer la longueur d'onde d'un LASER ?



Fentes d'Young : Figure d'interférence

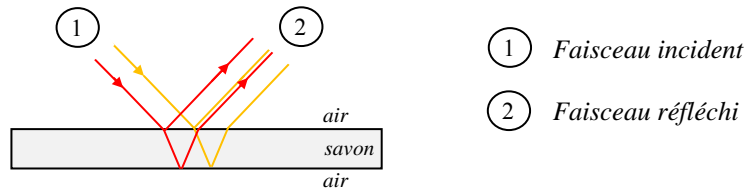
3. Compréhension du phénomène

Le phénomène d'**interférences** met en évidence l'aspect **ondulatoire** de la lumière. Lorsque deux ondes monochromatiques coexistent en un même point, leurs effets peuvent s'ajouter ou bien s'annuler comme l'illustre la figure ci-dessous :

<p>Ondes en phase Les effets s'ajoutent</p>	<p>Ondes en opposition de phase Les effets s'annulent</p>

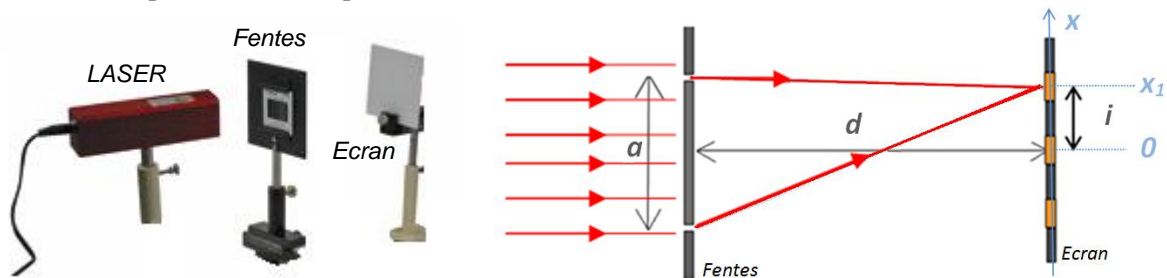
Lorsqu'un rayon de lumière est amené à parcourir deux trajets différents pour arriver en un même point, ils seront **déphasés** : le phénomène d'interférences pourra alors apparaître.

Lorsqu'un rayon de lumière arrive sur la surface d'une bulle de savon, une partie est réfléchi par la couche supérieure de la bulle et une autre partie par la couche inférieure :

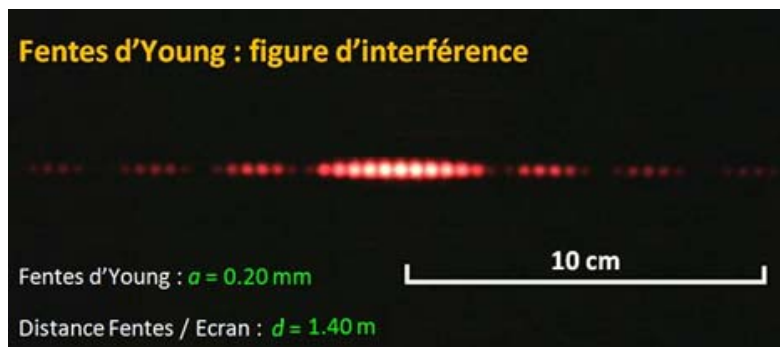


Le faisceau incident, constitué de **rayons en phase**, deviendra, une fois réfléchi, constitué de rayons lumineux n'ayant pas suivi le même chemin : ils seront **déphasés**. Le déphasage dépendra de l'épaisseur de la couche de savon. Selon le déphasage on pourra avoir des interférences constructives ou destructives. Ainsi, suivant la couleur de la lumière et l'épaisseur de la couche on aura donc des interférences constructives ou destructives. Or on sait que la **lumière blanche** est constituée de **radiations** dont les **longueurs d'ondes** varient d'environ **400 nm (violet)** à **800 nm (rouge)**. A un endroit donné de la structure, la couche permettra des interférences constructives pour une longueur d'onde privilégiée, agissant ainsi un peu à la manière d'un filtre (élimination des longueurs d'ondes autres que celle privilégiée). Comme la structure est irrégulière, les longueurs d'ondes privilégiées dépendront de l'endroit où l'on se trouve sur la structure, d'où l'apparition d'irisations.

Au laboratoire, on peut observer le phénomène d'interférences avec le dispositif des **fentes d'Young** :

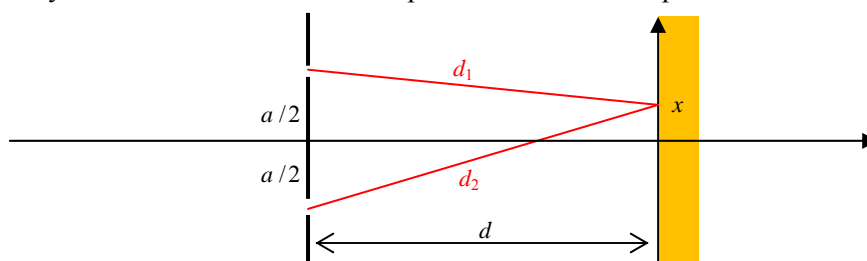


La lumière provenant de chacune des fentes ne parcourt pas la même distance pour arriver en un point donné de l'écran : les rayons provenant de chaque fente sont déphasés et vont pouvoir interférer de manière constructive ou destructive. On observe sur l'écran une succession de **franges claires** (interférences **constructives**) et **sombres** (interférences **destructives**) :



4. Calcul de l'interfrange

Le trajet de deux rayons lumineux arrivant sur un point de l'écran est représenté sur le schéma ci-dessous :



On note δ la différence de trajet entre les deux rayons : $\delta(x) = d_2 - d_1$.

La condition pour qu'il y ait une interférence constructive en un point donné x_k de l'écran est que $\delta_k = \delta(x_k)$ soit un multiple de la longueur d'onde du LASER utilisé :

$$\delta_k = k \times \lambda.$$

En appliquant le théorème de Pythagore, on déduit que (voir figure) :

$$\delta(x) = \sqrt{\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + d^2} - \sqrt{\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + d^2}.$$

On démontre que si $d \gg a$ alors $\delta(x) \approx \frac{a}{d} \times x$.

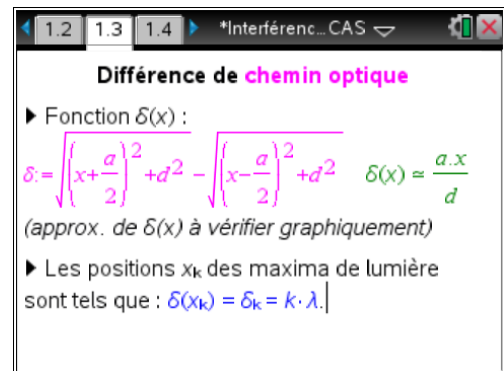
► Tracer sur le même graphe la courbe de $\delta(x)$ ainsi que son approximation linéaire.

Conclure sur la validité de cette approximation.

N.B. On choisira pour a et d les valeurs suivantes :

$$a = 0,20 \text{ mm}, d = 1,40 \text{ m}.$$

Par la suite, on adoptera l'approximation $\delta(x) \approx \frac{a}{d} \times x$.



► Déterminer l'expression de l'interfrange i en fonction de λ , a et d .

N.B. L'interfrange est la distance entre le premier et le second maximum de lumière.

4. Détermination de la longueur d'onde d'un LASER

► Utiliser l'image de la figure d'interférence présentée afin de calculer avec le maximum de précision possible la valeur de l'interfrange i .

► En déduire la valeur de la longueur d'onde du LASER utilisé pour l'expérience.

N.B. On pourra comparer cette valeur avec celle donnée par le constructeur : $\lambda = 633 \text{ nm}$.

