

## TP 2 – Interférences

### Le programme officiel

Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Interférences de deux ondes lumineuses, différence de chemin optique, conditions d'interférences constructives ou destructives.	<i>Exploiter l'expression donnée de l'interfrange dans le cas des interférences de deux ondes lumineuses, en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.</i>

### Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
Réaliser	- Utiliser un modèle. - Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.). - Mettre en oeuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.
Valider	- Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance. - Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence.
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : - utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ; - échanger entre pairs.

### Mesure et incertitudes

NOTIONS ET CONTENUS	Capacités exigibles
Incertitudes-types composées.	Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude-type d'une grandeur s'exprimant en fonction d'autres grandeurs dont les incertitudes-types associées sont connues.
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer, le cas échéant, le résultat d'une mesure $m_{mes}$ à une valeur de référence $m_{ref}$ en utilisant le quotient $\frac{ m_{mes} - m_{ref} }{u(m)}$ où $u(m)$ est l'incertitude-type associée au résultat.

### Capacités expérimentales

- Mettre en œuvre des dispositifs permettant d'étudier les phénomènes de diffraction et d'interférences.
- Respecter les règles de sécurité préconisées lors de l'utilisation de sources lumineuses.

## TP 2 – Interférences

### Matériels

#### Matériels élèves :

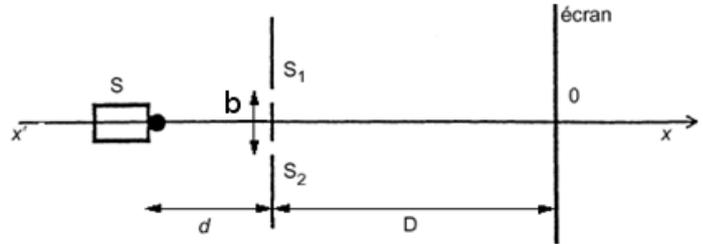
- Laser rouge ou vert sur support élévateur ;
- Potence avec pince ou porte diapo ;
- Un réglet ;
- Un mètre ruban ;
- Un écran ;
- Diapo avec différentes doubles fente d'Young (dont celle à 0,50 mm d'écartement) ;
- Diapo réseau 140 traits/mm.

**TP 2 – Interférences**

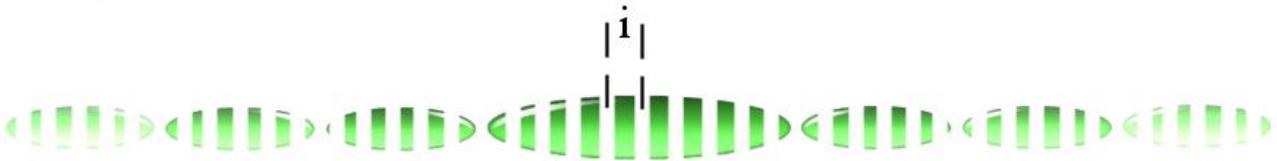
**1. La double fente de Young**

**1.1. Le dispositif**

Pour obtenir des interférences il faut que les sources lumineuses soient de **même fréquence et en phase**. Ces conditions peuvent être obtenues en éclairant perpendiculairement des fentes parallèles avec la même source. On utilise des fentes de Young : deux fentes parallèles à la distance **b = 0,50 +/- 0,05 mm** (information du constructeur).



Sur l'écran, on observe une alternance de franges sombres et éclairées, la distance entre deux centres consécutifs de zones sombres est appelée **interfrange** et notée **i**. L'interfrange **i** étant petite, il est conseillé d'en mesurer plusieurs (**I** pour un nombre **n**) pour minimiser les incertitudes. Par ailleurs, pour de bonnes observations il faut que la distance D soit grande ( D > 2m).



**1.2. La bonne formule**

Réaliser une **expérience qualitative rapide** et analyser vos résultats pour choisir la bonne relation liant i, b, D et λ.

relation ① :  $i = \frac{\lambda b}{D}$  ;      relation ② :  $i = \frac{\lambda D}{b}$  ;      relation ③ :  $i = \frac{\lambda}{bD}$

.....  
 .....  
 .....

**Formule choisie :**

..... ( 1 )

**1.3. La mesure précise**

Réaliser une expérience pour mesurer **avec précision** l'interfrange i et en déduire la longueur d'onde λ du LASER utilisé.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

D = .....

λ<sub>mesuré</sub> = .....

### 1.4. La validation

En physique, un résultat se présente sous la forme :  $X = x \pm 2u(x) = x \pm \Delta x$ .

- Avec :
- X : grandeur mesurée
  - x : valeur de la mesure
  - u(x) : incertitude type
  - $\Delta x$  : incertitude élargie

Pour valider une mesure il faut alors la comparer avec une valeur de référence. Pour ce faire on utilise le z-score :

$$z\text{-score} = \frac{|X_{\text{mesuré}} - X_{\text{référence}}|}{u(X)}$$

qui montre l'écart (en nombre de fois l'écart type) entre la valeur mesurée et celle de référence. Pour une distribution normale, 95% des mesures se situent à  $\pm u(X)$ .

**Ainsi, on admettra que la mesure est cohérente si  $z\text{-score} \leq 2$ .**

Dans notre cas, on peut déterminer  $u(\lambda)$  par :

$$u(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{u(b)}{b}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

avec :  $\frac{u(i)}{i} = \frac{u(I)}{I}$      $u(I) = \frac{\sqrt{2}}{3} \times (\text{une graduation})$      $u(D) = \frac{\sqrt{2}}{3} \times (\text{une graduation})$

Calculer les différentes incertitudes en expliquant brièvement les calculs :

u(b) : .....

u(i) : .....

u(D) : .....

u( $\lambda$ ) : .....

.....  
 .....

Relever la valeur de référence de longueur d'onde du laser :  $\lambda_{\text{référence}} = \dots\dots\dots$ .

Déterminer le z-score et conclure :

z-score : .....

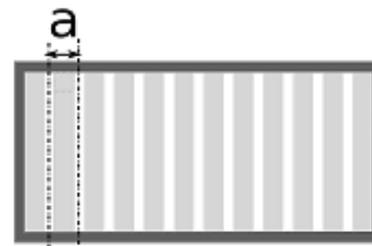
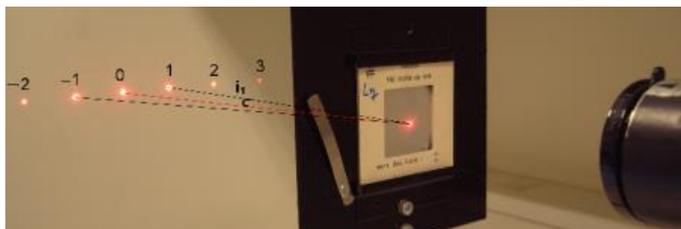
.....  
 .....

## 2. Application

### 2.1. La situation

La théorie étant validée par des mesures expérimentales (aux incertitudes et erreurs près), nous pouvons nous en servir pour l'appliquer afin de déterminer l'écartement entre 2 traits d'un réseau.

Un réseau est défini comme un ensemble de fentes parallèles très fines. Chaque fente est séparée de la suivante d'une distance  $a$ . Lorsqu'on éclaire le réseau sous **incidence normale**, on peut observer des taches lumineuses sur un écran positionné en aval, parallèlement au réseau issues des interférences des ondes issues de chaque fente éclairée.



### 2.2. La formule

**DOCUMENT 1** : formule mathématique issue de la formule des réseaux

La lumière laser de longueur d'onde  $\lambda$  issue des différentes fentes du réseau interfère dans des directions d'angle  $i_k$  repérées par rapport à la normale au réseau et telles que :  $\sin(i_k) = \frac{k\lambda}{a}$ .

$k$  correspond à l'ordre de d'interférence et  $a$  la distance entre deux fentes.

Ainsi, sur un écran positionné parallèlement au réseau on observe différentes taches lumineuses.

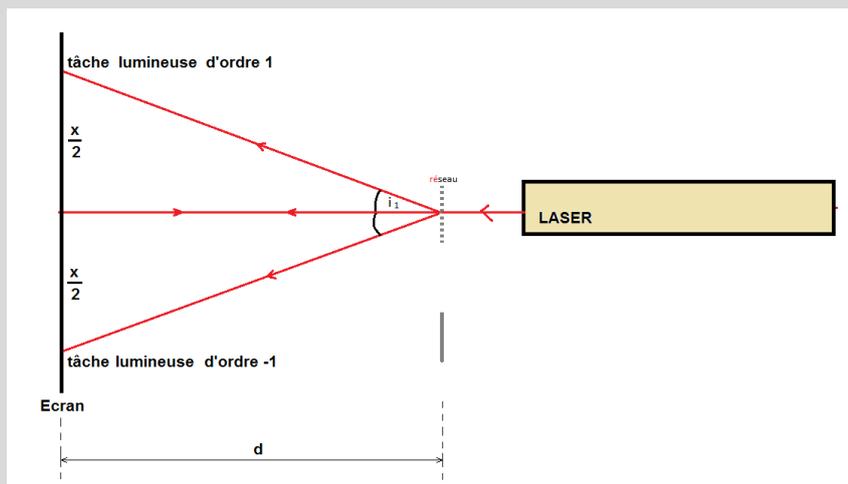
exemples :  $k = 0$  pour la tache centrale dans la direction du faisceau,

$k = 1$  pour la première tache à droite de la tache centrale,

$k = -1$  pour la première à gauche.

**DOCUMENT 2** :

Schéma du montage :



Grâce aux documents ci-dessus montrer que :  $a = \lambda \sqrt{1 + 4\left(\frac{d}{x}\right)^2}$

.....

.....

.....

.....

**2.3. La mesure**

Éclairer le réseau **en incidence normale** avec le laser et observer la figure d'interférences sur un écran positionné à une distance  **$d \approx 40 \text{ cm}$**  du réseau. La figure d'interférence et le faisceau doivent être horizontaux.

Mesurer la distance  $x$  entre la tache d'ordre 1 et la tache d'ordre -1.

$d = \dots\dots\dots$                        $x = \dots\dots\dots$

$a = \dots\dots\dots$

**2.4. La validation**

Vérifier que le résultat trouvé est conforme à l'indication sur le réseau sachant que  $u(a) = 0,2 \mu\text{m}$ .

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....