# TP 7 : Fentes d'Young (thème optique)

| Nature et méthodes | Capacités exigibles |
|---|---|
| Analyse d'une figure d'interférence. | Mettre en œuvre un photodétecteur en sortie d'un interféromètre. |

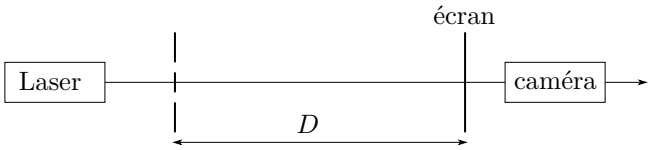
**Revoir le chapitre O2**

L'objectif du TP est d'étudier la figure d'interférences obtenue par le dispositif des fentes d'Young à l'aide de la caméra Ovisio. On vérifiera la loi de variation de l'interfrange en fonction de différents paramètres

# 1 Principe des mesures

## 1.1 Réalisation des franges d'interférences

Placer sur le banc d'optique : le laser rouge à l'extrémité opposée à l'ordinateur, le clix portant les fentes d'Young à environ 12 cm du laser, la caméra sur son support avec son écran à l'autre extrémité du banc.




On choisira dans un premier temps l'écran avec quatre petits carrés noirs que l'on placera du côté caméra. Régler l'alignement du montage de façon à observer une figure d'interférences au milieu des carrés. On éclairera la bi-fente n°1. Régler la distance caméra-écran au minimum.

Mesurer la distance $D$ entre l'écran de la caméra et le clix. Cette distance ne devra plus varier au cours du TP.

## 1.2 Réglage de la caméra Ovisio

Brancher la caméra puis ouvrir le logiciel *oVisio* situé dans le répertoire sur le bureau *SPC/CPGE/*.

Le logiciel propose deux menus différents suivant que l'on travaille sur la fenêtre *Caméra* ou sur la fenêtre *Profils et Mesures.*

### 1.2.1 Réglage de la caméra

Dans le menu de la fenêtre Caméra : *Vidéo > Réglages > Caméra > Contrôle de la caméra* > Choisir un zoom « X10 ».

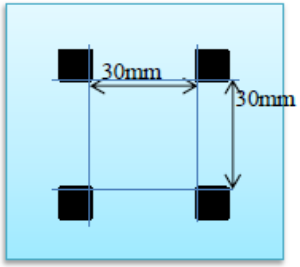
N.B. : Ne pas tenter de changer la taille de la fenêtre vidéo, il en résulterait des mesures erronées !

Stopper l'acquisition (Menu de la fenêtre Caméra : *Vidéo>Acquisition puis cliquer sur l'image*).

### 1.2.2 Calibrage

La distance entre les limites intérieures des carrés noirs est de 30 mm. Le principe du calibrage est de donner cette valeur à la caméra pour qu'elle puisse mesurer des distances. Trois étapes :

- Dans le menu de la Caméra *Affichage>lignes limites* pour afficher les limites




- Dans le menu de la Caméra *Outils > Limites* ou , cliquer droit pour déplacer la limite droite sur l'intérieur du carré en bas à droite.
  Puis cliquer gauche pour déplacer la limite gauche sur l'intérieur du carré en haut à gauche.
  Si nécessaire tourner l'écran pour régler le parallélisme entre la caméra et l'écran.
- Dans le menu *Outils > Calibrage*, confirmer la distance entre les repères : 30 mm. Accepter et sauver

### 1.2.3 Tracé d'un profil

Remplacer l'écran par celui totalement blanc, la face blanche côté caméra, la face en verre de l'autre côté.

Cliquer sur la fenêtre du Profil pour afficher le deuxième menu. Dans le menu du Profil : *Outil* > *Profil* (ou le raccourci ) : placer un profil (le trait jaune) perpendiculairement aux franges. (Dans le menu *Affichage* on peut faire apparaître ou disparaître le trait jaune du Profil)

Afficher seulement la courbe rouge (pour le laser rouge) (masquer les autres couleurs dans *Affichage* > *Profils* ou avec )

#### 1.2.4 Mesure de distances

Sur la courbe d'intensité lumineuse le long du profil choisi, on peut déplacer les curseurs verticaux  le long du profil choisi, le logiciel affiche alors la distance entre les curseurs.

## 2 Influence de l'écartement $a$ des fentes

Mesurer l'interfrange $i$ pour différentes valeurs de $a$ (diapositive A3027). On ajustera l'intensité lumineuse du laser pour éviter une éventuelle saturation du capteur.

Le constructeur donne les valeurs suivantes avec une « régularité des fentes » de 1 µm :

| Numéro de la bi-fente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Largeur des fentes en µm | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 80 |
| Interfente $a$ en µm | 100 | 200 | 300 | 500 | 700 | 100 |

| Numéro de la bi-fente | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Largeur des fentes en µm | 80 | 80 | 80 | 80 | 40 et 80 | 60 et 80 |
| Interfente $a$ en µm | 200 | 300 | 500 | 700 | 200 | 200 |

### 2.1 Mesures

Choisir par exemple les bi-fentes 1 à 5.

Ouvrir le Jupiter Notebook et le sauver dans votre espace de travail.

Mesurer la distance entre plusieurs minima (pour réduire l'incertitude). En déduire, par division, l'interfrange $i$. Évaluer son incertitude-type $u(i)$ (Estimer pour cela un demi-intervalle $\Delta(i)$ de valeurs raisonnablement acceptables pour votre mesure de l'interfrange lié aux positions extrêmes du curseur raisonnablement acceptables). On détaillera le calcul avec la bi-fente n°1. On regroupera les mesures de $i$ et son incertitude-type dans un tableau.

### 2.2 Vérification de la loi $i = \lambda D/a$

- Il faut se ramener à une loi linéaire donc tracer $i$ en fonction de l'inverse de $a$.
  Retenir l'utilisation de la fonction `np.polyfit` pour tracer une droite de régression linéaire. Retenir l'utilisation de la fonction `plt.errobar` pour rajouter des barres d'erreur.
  Critère de vérification d'une loi : la loi est vérifiée si la droite de régression linéaire passe à l'intérieur de toutes les barres d'incertitude de largeur deux incertitude-types.
  Préciser l'incertitude-type $u(a)$ sur l'écartement $a$ entre les deux fentes. Donner l'expression de l'incertitude-type $u(1/a)$ en fonction de $u(a)$ et $a$.
  Compléter le JupyterNotebook. Effectuer le tracé avec les barres d'incertitude. Conclure sur la vérification de la loi $i = \lambda D/a$.
- **Évaluation de l'incertitude sur les paramètres d'une régression linéaire par la méthode de Monte-Carlo :**
  - Comprendre et retenir la méthode.
  - En déduire la longueur d'onde du laser rouge et l'incertitude sur cette valeur.
  - Comparer à la valeur donnée par le constructeur $\lambda = 650\,\text{nm}$ (calculer l'écart normalisé).
  - Conclure.

## 3 Influence de la longueur d'onde sur l'interfrange

Faire différentes mesures de $i$ en faisant varier la longueur d'onde pour $a = 100\,\mu\text{m}$.

Vous disposez d'un laser rouge ($\lambda = 650\,\text{nm}$), d'un laser vert ($\lambda = 532\,\text{nm}$ ), et d'un laser bleu ($\lambda = 405\,\text{nm}$).

Tracer (dans le JupiterNotebook) $i$ en fonction de $\lambda$. Analyser quantitativement le graphique. Conclure.

## 4 Influence de la longueur d'onde sur l'interfrange

Observer l'influence de la largeur des fentes sur la figure et sur l'interfrange. Conclure.