

Thème : Ondes et signaux  
 TP C20 : Interférences  
 (version élèves)

Interférences en lumière monochromatique et polychromatique

B.O. 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.

Interférences en lumière monochromatique et polychromatique

**Objectif 1** : montrer que la dimension de l'interfrange dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière.

L'interfrange a pour expression :  $i = \frac{\lambda D}{a}$

$D$  est la distance entre les fentes d'Young

$a$  est la distance entre les fentes.

Matériels :

- un laser (de longueur d'onde voisine de 633 nm)
- une source de lumière blanche
- des doubles fentes d'écartements  $a$  connus (écartements  $a = 0,2$  mm ;  $0,3$  mm et  $0,5$  mm)
- un support élévateur
- un écran blanc
- une règle graduée
- un écran translucide
- un dispositif pour prendre une photo (smartphone)
- un ordinateur muni d'un logiciel de capture d'image et du logiciel de traitement d'image SalsaJ
- un tableur-grapheur Regressi
- une image d'interférences en lumière blanche.
- Un mode d'emploi du logiciel SalsaJ (en annexe)

**Partie A** : Etude d'une lumière monochromatique.

Expérience :

En utilisant le matériel mis à votre disposition, proposer un protocole expérimental permettant de mettre en évidence le phénomène d'interférences en lumière monochromatique et de mesurer l'interfrange observée par deux méthodes :

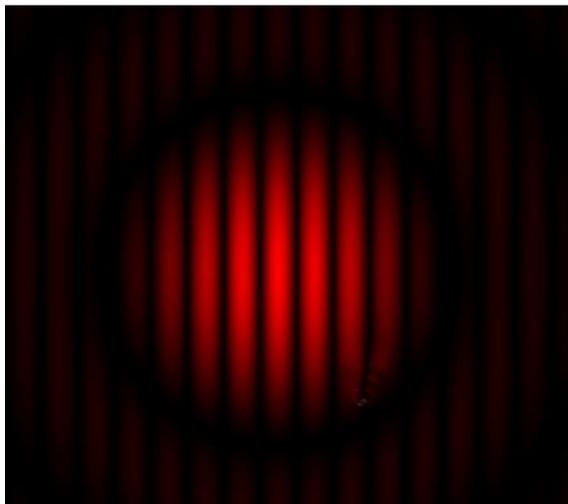
- par mesure à la règle sur plusieurs interfranges.
- par utilisation du logiciel SalsaJ (voir mode d'emploi en annexe)

Réaliser le protocole et donner la valeur de l'interfrange :

- par mesure à la règle sous la forme  $i = i_{exp} \pm \hat{u}_i$  ( $\hat{u}_i = \sqrt{2} \times \frac{l}{\sqrt{12}}$ )  $l$  étant la plus petite graduation de la règle.
- par mesure à la règle sous la forme  $i = i_{exp} \pm \hat{u}_i$  ( $\hat{u}_i = \frac{l}{\sqrt{12}}$ )  $l$  étant la plus petite graduation du logiciel).

Lors de la prise de la photo, pensez à placer à côté une règle servant d'étalon.

Si la prise de photo n'est pas possible, travailler sur l'image suivante dont la largeur réelle est égale à 2,5 cm.



**Partie B** : Etude d'une lumière polychromatique.

Expérience :

Ouvrir l'image «lumiere\_polychromatique.jpg» avec le logiciel SalsaJ.

Dans le menu « Image », cliquer sur « Couleurs » puis sur « Séparation R/V/B »

Sur la composante rouge : l'icône « Sélection rectiligne » permet de tracer une ligne de coupe ; l'icône « Coupe » permet d'afficher les variations de l'intensité lumineuse sur cette ligne.

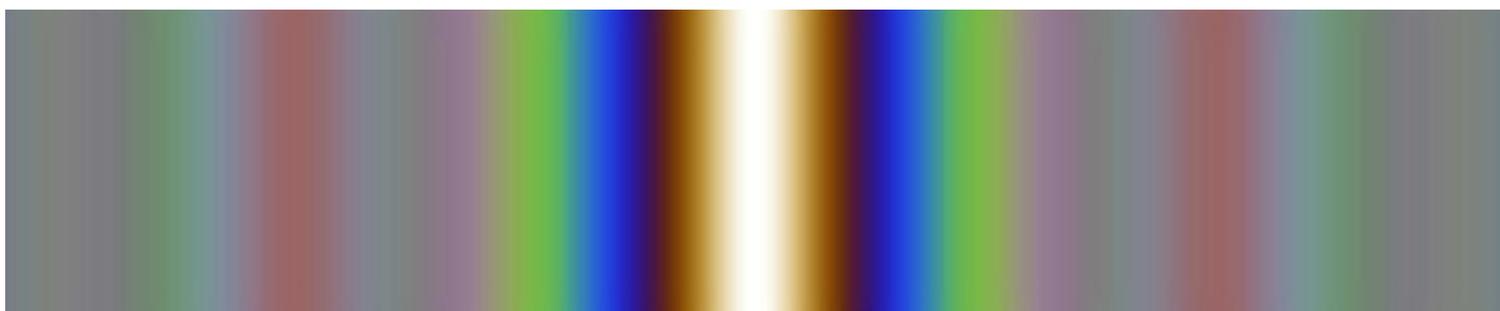
Les trois couleurs ont pour longueur d'onde :  $\lambda_{\text{Rouge}} : 630 \text{ nm}$        $\lambda_{\text{Vert}} : 550 \text{ nm}$        $\lambda_{\text{Bleu}} : 480 \text{ nm}$

- Déterminer, le plus précisément possible, la valeur de l'interfrange  $i$  mesuré en centimètre pour les trois composantes rouge, verte et bleue.
- Donner les valeurs de l'interfrange sous la forme  $i = i_{\text{exp}} \pm \hat{u}_i$

Exploitation des résultats :

1. Tracer sur le tableur-grapheur Regressi, le graphique  $i = f(\lambda)$
2. Conclure quant à la relation entre l'interfrange et la longueur d'onde.

Dans le cas, où la prise de photo n'est pas possible, vous utiliserez l'image suivante qui mesure en réalité 5,3 cm :



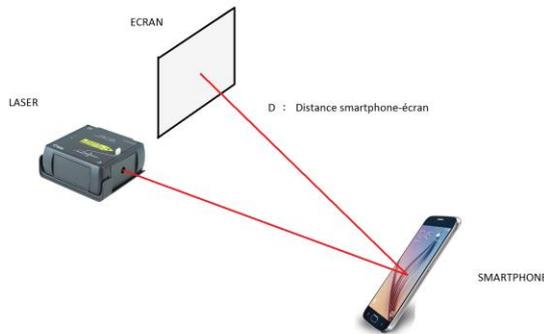
**Partie C : Application.**

Objectif 2 : Déterminer la résolution de votre smartphone.

Les écrans de smartphone sont des écrans LCD constitués de pixels (px) très petits. Ces pixels sont eux-mêmes constitués de 3 « sous pixels » : un vert, un bleu et un rouge. En réflexion, ils se comportent avec la lumière comme un réseau optique à deux dimensions.

Description de l'expérience.

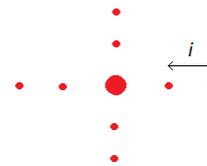
Pour déterminer la résolution de l'écran de votre smartphone, on réalise l'expérience schématisée ci-dessous. Le laser émet un faisceau monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$ .



La distance  $D$  doit être comprise entre 0,40 m et 0,60 m.

La figure obtenue sur l'écran dépend de la forme des pixels de l'écran.

Par exemple deux points séparés par une distance  $i$  :



La distance  $i$  peut être relié à la distance  $p$  séparant les centres de deux pixels de l'écran du smartphone par la relation :  $i = \frac{\lambda \cdot D}{p}$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde du faisceau laser utilisé. On considérera que les pixels sont accolés.

1 pouce = 2,54 cm

Compléter la fiche technique de votre smartphone à l'aide des caractéristiques trouvées sur internet et et comparer les avec vos valeurs expérimentales.

Afin de comparer la valeur expérimentale avec une valeur de référence, on utilisera le quotient  $\frac{|m_{mesurée} - m_{référence}|}{\hat{u}(m)}$  où  $\hat{u}(m)$  est l'incertitude-type associée au résultat comme critère principal comparatif.

On prendra pour incertitude type  $\hat{u}(m) = 1 \text{ pixel}$

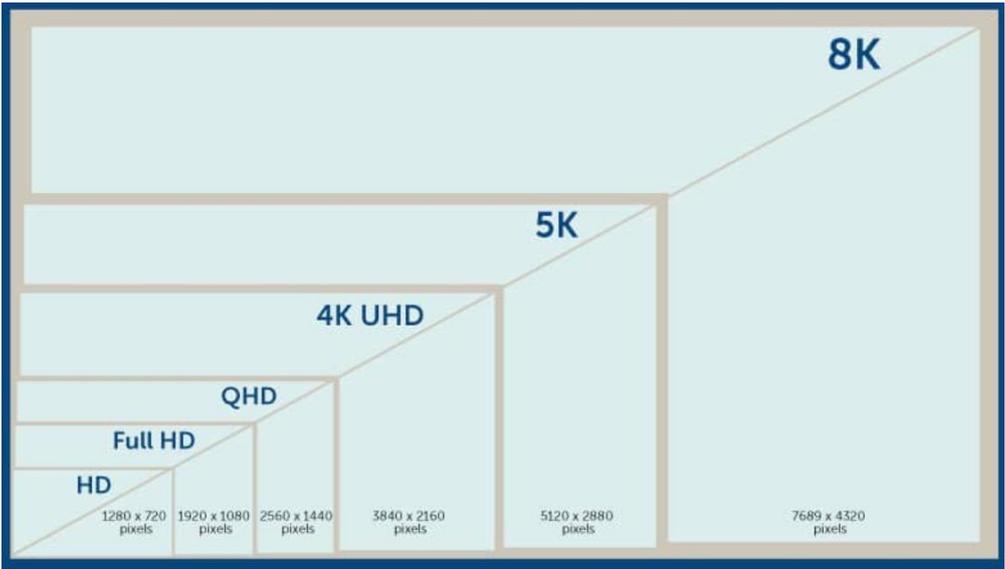
Marque et modèle du smartphone :

Dimensions de l'écran : ..... cm × ..... cm

Résolution de l'écran : ..... px × ..... px

pixel par pouce : ..... ppp

Format :



**1. Pour lancer SasaJ**

- Cliquer l'icône de raccourci « SasaJ » :

**2. Quelques boutons et fonctions associées**

Ouvrir un  
fichier image



Annuler la dernière  
opération



Tracer un trait



Zoom avant/arrière



Déplacement  
dans le cadre de  
l'image

**3. Pour ouvrir un fichier image**

- Effectuer « Fichier » puis « Ouvrir » ou cliquer sur le bouton « Ouvrir un fichier image ».
- Rechercher le fichier en se déplaçant dans l'arborescence.
- Cliquer sur le fichier désiré puis « Ouvrir ».

**4. Pour étalonner l'échelle d'une image**

- Tracer un trait entre deux points séparés d'une distance connue. Pour cela, cliquer sur le bouton « Tracer un trait » puis cliquer et glisser entre les deux points.
- Penser à utiliser le zoom avant (clic gauche) au préalable pour gagner en précision. Pour dézoomer faire clic droit.
- Dans la barre de menu du logiciel, cliquer « Analyse » et « Indiquer l'échelle... ».
- Compléter ou modifier les informations dans la fenêtre qui apparaît, cocher « Global » puis cliquer « OUI ».

**5. Pour mesurer une distance après étalonnage**

- Tracer un trait entre deux points séparés d'une distance  $d$ . Pour cela, cliquer sur le bouton « Tracer un trait » puis cliquer et glisser entre les deux points.
- La valeur s'affiche en haut et droite.

**6. Pour obtenir le graphe donnant l'intensité des pixels d'une image le long d'une ligne**

- Tracer un trait le long de la ligne désiré. Pour cela, cliquer sur le bouton adapté (voir tableau ci-dessus) puis cliquer et glisser entre les deux points. Penser à utiliser le zoom avant (voir tableau ci-dessus) au préalable pour gagner en précision.
  - Dans la barre de menu du logiciel, cliquer « Analyse » et « Coupe ».
  - Déplacer le pointeur sur le graphe qui apparaît pour accéder au coordonnées des points.
  - Cliquer le bouton « Liste » dans la fenêtre du graphique permet d'accéder aux coordonnées de chaque pixel de la ligne tracée.
- Remarque : la valeur de l'abscisse tient compte de l'étalonnage de l'échelle de l'image si celui-ci a été réalisé au préalable.