Thème : Ondes et signaux

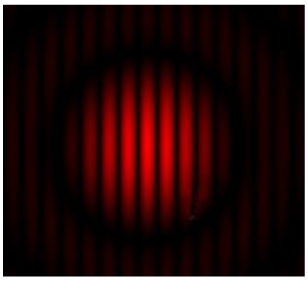
TP C17 : Interférences - Correction

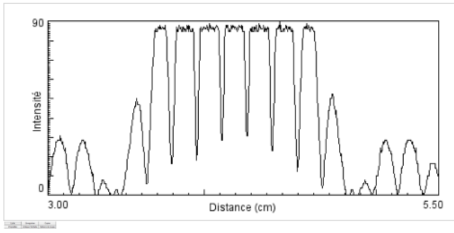
<u>Objectif 1</u> : montrer que la dimension de l'interfrange dépend de la longueur d'onde λ de la lumière.

Partie A : Etude d'une lumière monochromatique.

<u>Expérience</u> :

Protocole : on mesure à la règle ou avec le logiciel salsaj les interfranges obtenus par passage d'un faisceau laser ou d'une lumière polychromatique à travers des fentes d'Young. L'image a une largeur réelle de 0,025 m.





Méthode avec une règle :

On mesure à l'écran, une largeur de 62 mm qui correspond à 25 mm en réalité.

6 i = 23 mm sur l'écran soit $6i = \frac{23\times25}{62} = 9{,}3$ mm

$6i = 0{,}93$ cm

Soit $i = \frac{0{,}93}{6} = 0{,}16$ cm

$\hat{u}_i = \sqrt{2}\times\frac{l}{\sqrt{12}} = \sqrt{2}\times\frac{0{,}1}{\sqrt{12}} = 0{,}129$ cm

Soit avec « deux » chiffres significatifs par excès :

$\hat{u}_i = 0{,}13$ cm

$i = i_{exp} \pm \hat{u}_i =$ (0,16 ± 0,13) cm

Méthode avec le logiciel SalsaJ :

On mesure 6 i = 4,7564 – 3,7866 = 0,9698 cm

Soit $i = \frac{0{,}9698}{6} = 0{,}16163$ cm

La plus petite graduation du logiciel est l = 0,0001 cm !

$\hat{u}_i = \frac{l}{\sqrt{12}} = \frac{0{,}0001}{\sqrt{12}} = 2{,}8868 \times 10^{-5}$ cm 4

Soit avec un chiffre significatif par excès : $\hat{u}_i = 3 \times 10^{-5}$ cm

$i = i_{exp} \pm \hat{u}_i =$ (0,16163 ± 0,00003) cm

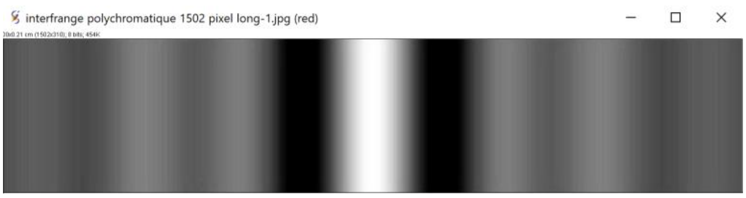
Conclusion : l'incertitude est très élevée par mesure à la règle. Le résultat est donc peu précis contrairement à celui obtenu avec le logiciel SalsaJ.

Partie B : Etude d'une lumière polychromatique.

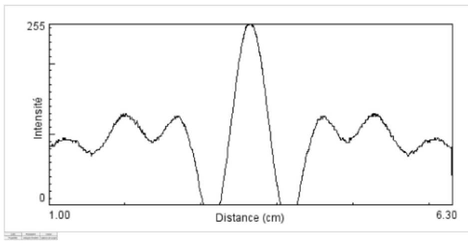
<u>Expérience</u> :

Les trois couleurs ont pour longueur d'onde : λ_{Rouge} : 630 nm λ_{Vert} : 550 nm λ_{Bleu} : 480 nm

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

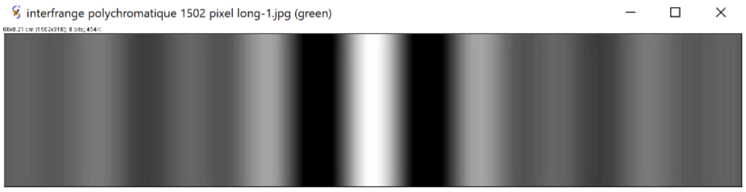


Rouge

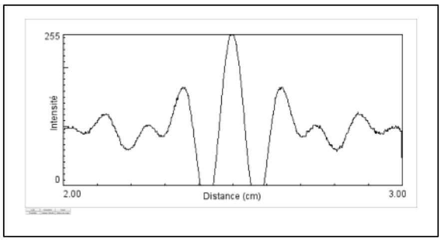


I_R = 2,5912 -2,3981 = 0,19310 cm

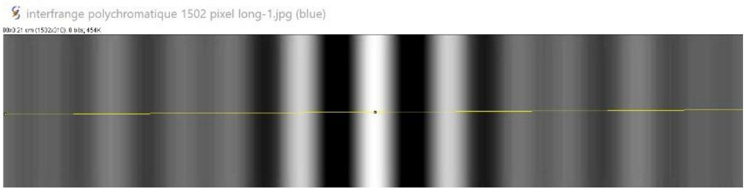
$\hat{u}_i = \frac{0{,}0001}{\sqrt{12}} = 0{,}00003$ cm Par arrondi en excès avec un chiffre significatif : I_R = (0,19310 ± 0,00003) cm 1



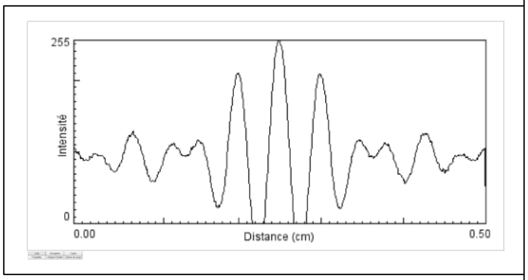
Vert



l_V = 2,5699 -2,4208 = 0,14910 cm
l_V = (0,14910 ± 0,00003) cm 1



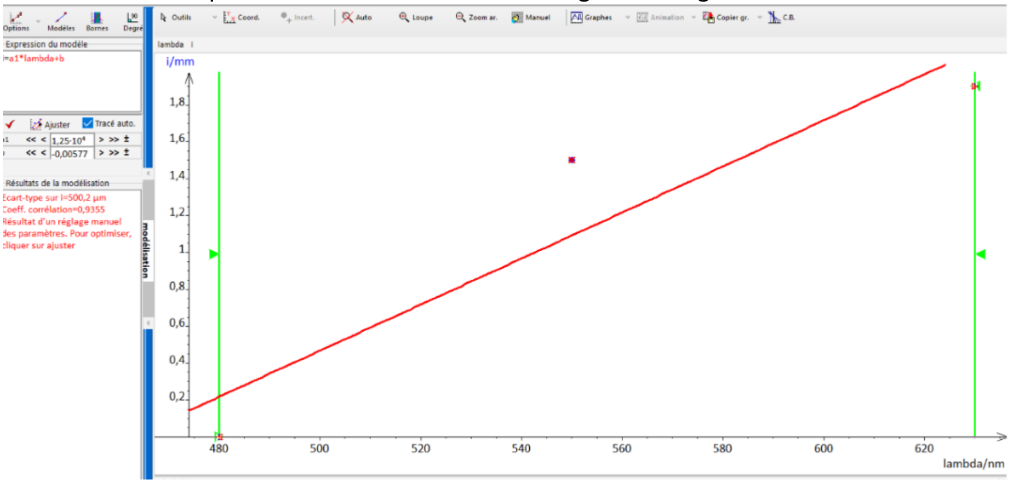
Bleu



l_B = 2,2730 -2,2217 = 0,05130 cm
l_B = (0,05130 ± 0,00003) cm 1

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.

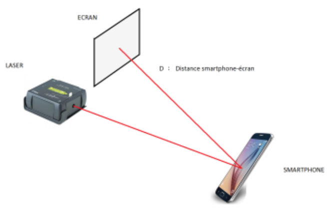


2

L'interfrange est proportionnelle à la longueur d'onde. Les écarts entre les franges sombres sont plus importants pour les grandes longueurs d'onde (rouge). 2

Partie C : Application.

Objectif : déterminer la résolution d'un écran de smartphone.
Principe : obtenir une image d'interférences par réflexion d'un faisceau laser sur un écran de smartphone et mesurer l'interfrange obtenue. On en déduit la valeur de la taille d'un pixel, puis du nombre de pixel par millimètre. 2
Schéma du montage :
Résultats expérimentaux :



D = 0,50 m
$\lambda = 633 \times 10^{-9}$ m
Dimensions de l'écran : 0,140 m x 0,070 m

Mesure de l'interfrange : $5i$ = 2,5 cm soit i = 0,50 cm = 0,0050 m.

$p = \frac{\lambda \cdot D}{i}$ $\Leftrightarrow p = \frac{633\times10^{-9}\times 0{,}50}{0{,}0050}$ $\Leftrightarrow p = 6{,}3 \times 10^{-5}$ m

Il y a donc $\frac{0{,}140}{6{,}5\times10^{-5}} = 2\,154$ pixels sur la longueur et $\frac{0{,}070}{6{,}5\times10^{-5}} = 1\,077$ pixels sur la largeur 2

La valeur théorique est : 1 080 x 2 246 pix
<u>Comparaison avec les données théoriques</u>

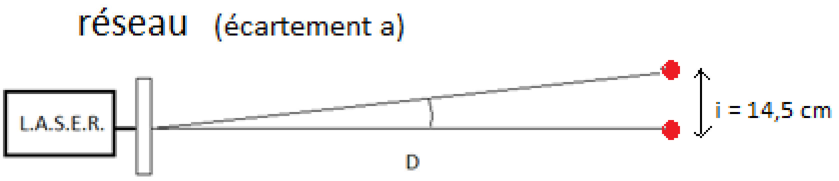
Marque et modèle du smartphone : **Pocophone** Dimensions de l'écran : **14** cm × **7** cm Résolution expérimentale de l'écran : **2 248** px × **1080** px Format : **FULL HD**

1

Calcul du quotient z-score $= \frac{2248-2246}{50} = 0{,}04$
On a un z-score < 2
On peut conclure que les valeurs expérimentales sont assez proches des valeurs théoriques.

Partie D :

Objectif : Détermination du nombre de traits par millimètre d'un réseau.
Montage :



2

D = 1,50 m λ = 633 nm
Principe : mesurer l'interfrange obtenue par passage d'un faisceau laser à traits un réseau et en déduire le nombre de traits/mm.
Résultats expérimentaux : Mesure à la règle de l'interfrange i = 13,3 cm = 13,3 × 10^{-2} m

Détermination de la taille d'un pixel : $a = \frac{\lambda \cdot D}{i} = \frac{633\times10^{-9}\times1{,}50}{13{,}3\times10^{-2}}$ = 7,14 × 10^{-6} m 2
Détermination du nombre de trait par mm : $n = \frac{1{,}00\times10^{-3}}{6{,}55\times10^{-6}}$ = 140 traits/mm