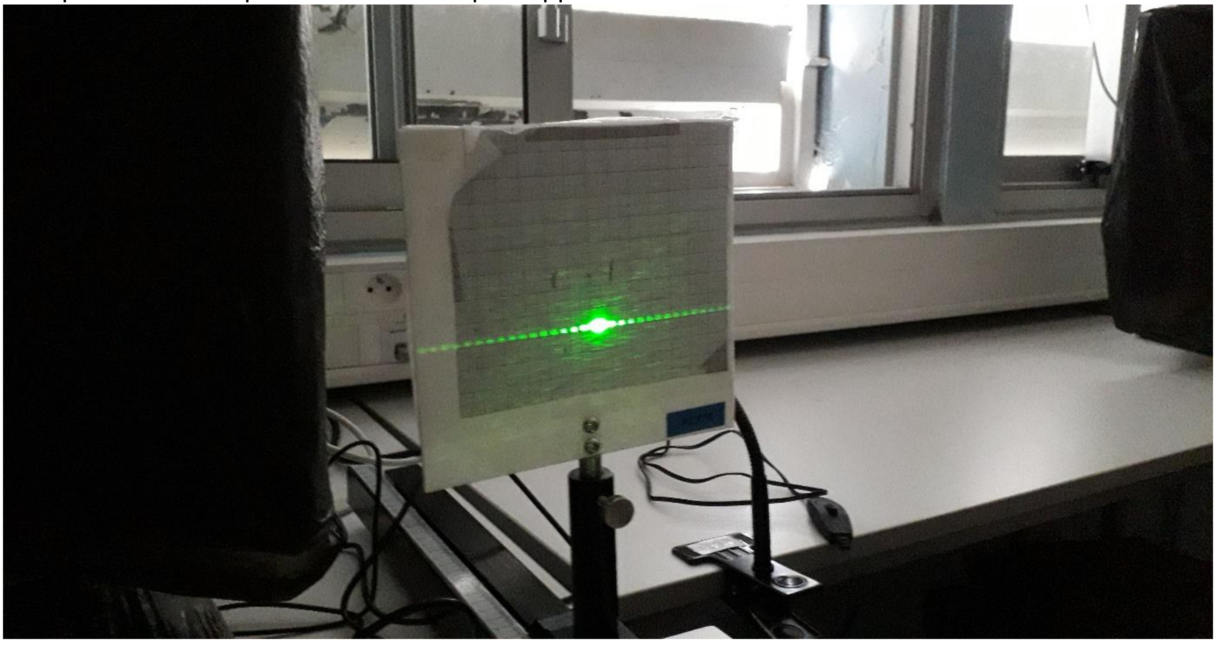
Picard Matias
Mussard Olivier

TP 11 – Diffraction de la lumière

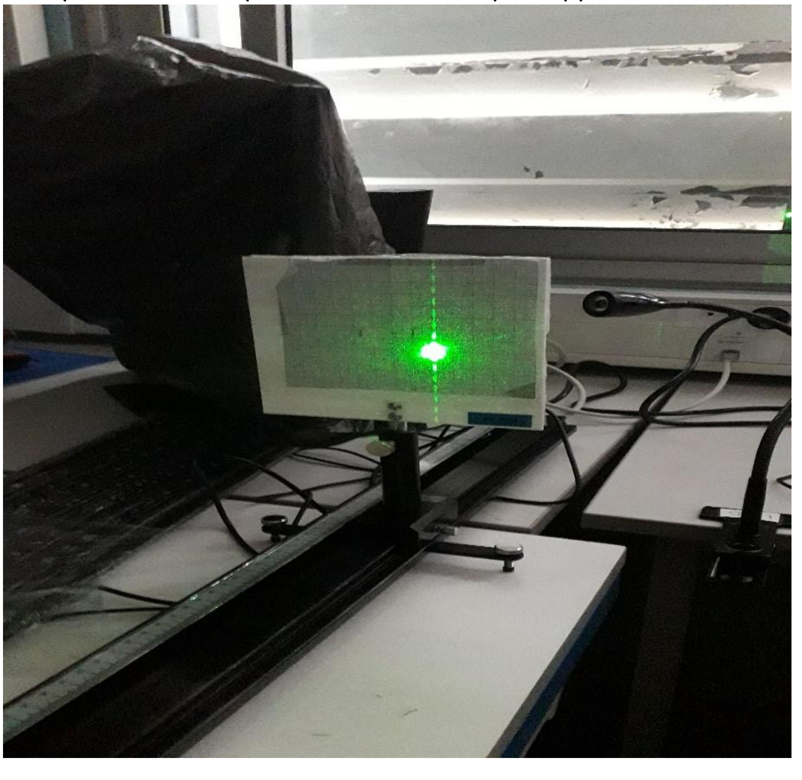
A – Observations

1/ Les objets diffractant sont de l'ordre la dizaine de micromètre, leur taille doit être du même ordre de grandeur que celle de l'onde pour qu'il y ait diffraction.

2/*Observations réalisées avec une fente :*
Lorsque la fente est placé à la verticale par rapport au laser :



Lorsque la fente est placé à l'horizontale par rapport au laser :



On constate que la figure de diffraction est orienté verticalement lorsque la fente est à l'horizontale, et horizontalement lorsque la fente est à la verticale. Ainsi, on remarque que la figure de diffraction est orientée perpendiculairement à la fente d'un fil.

3/ Observation faite avec un fil (ce dernier est presque à l'horizontale) :

On en déduit que pour une même orientation la figure de diffraction d'un fil et d'une fente aura la même orientation (perpendiculaire à celle du fil ou de la fente)

4/ Observation réalisé avec un trou circulaire :

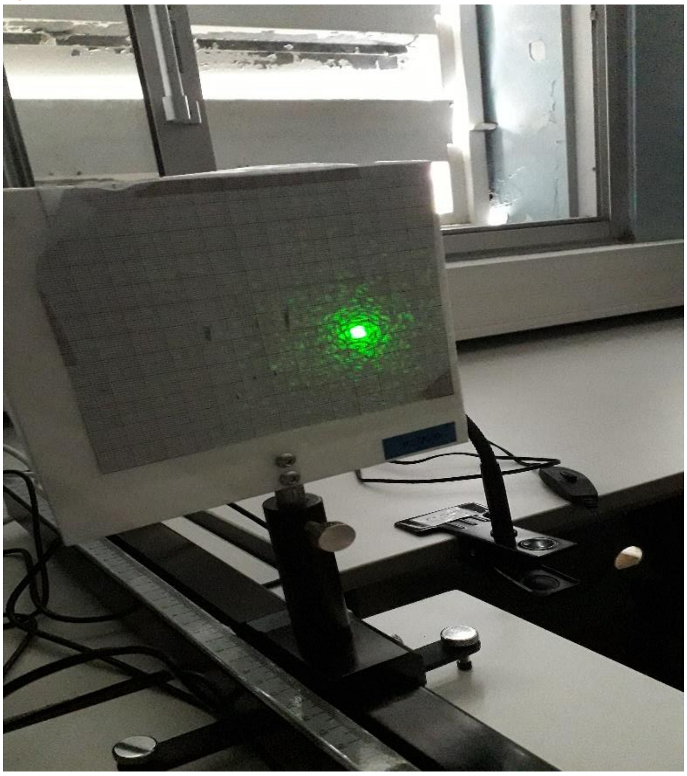
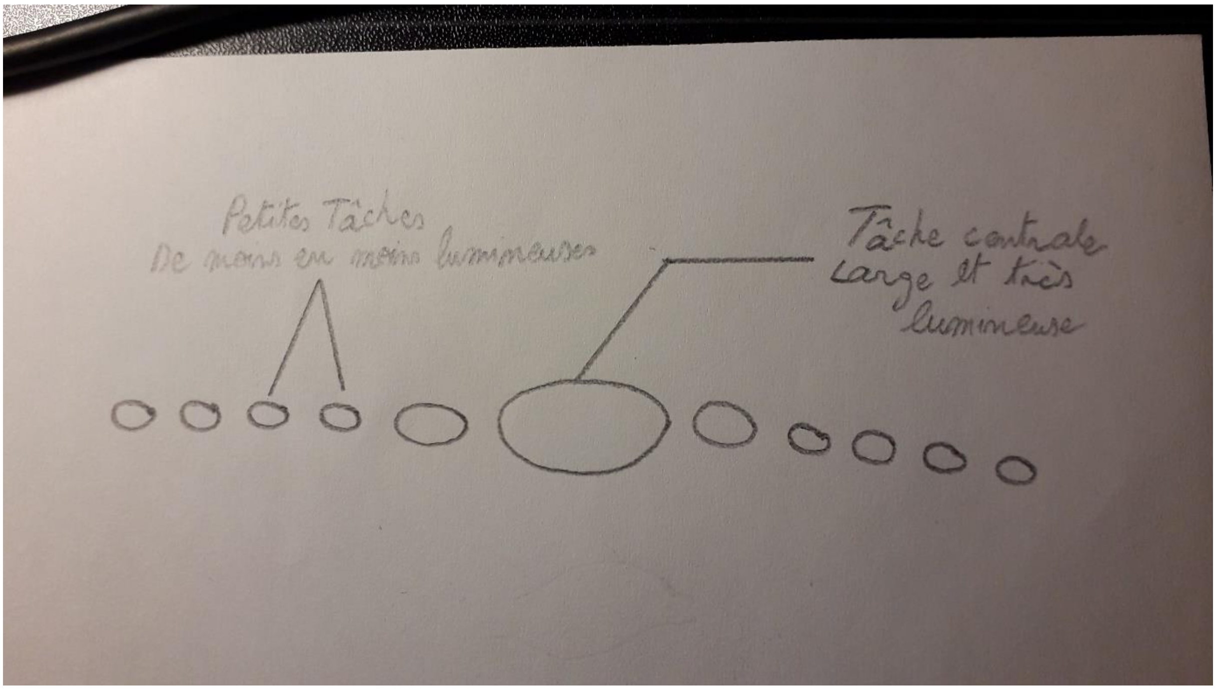
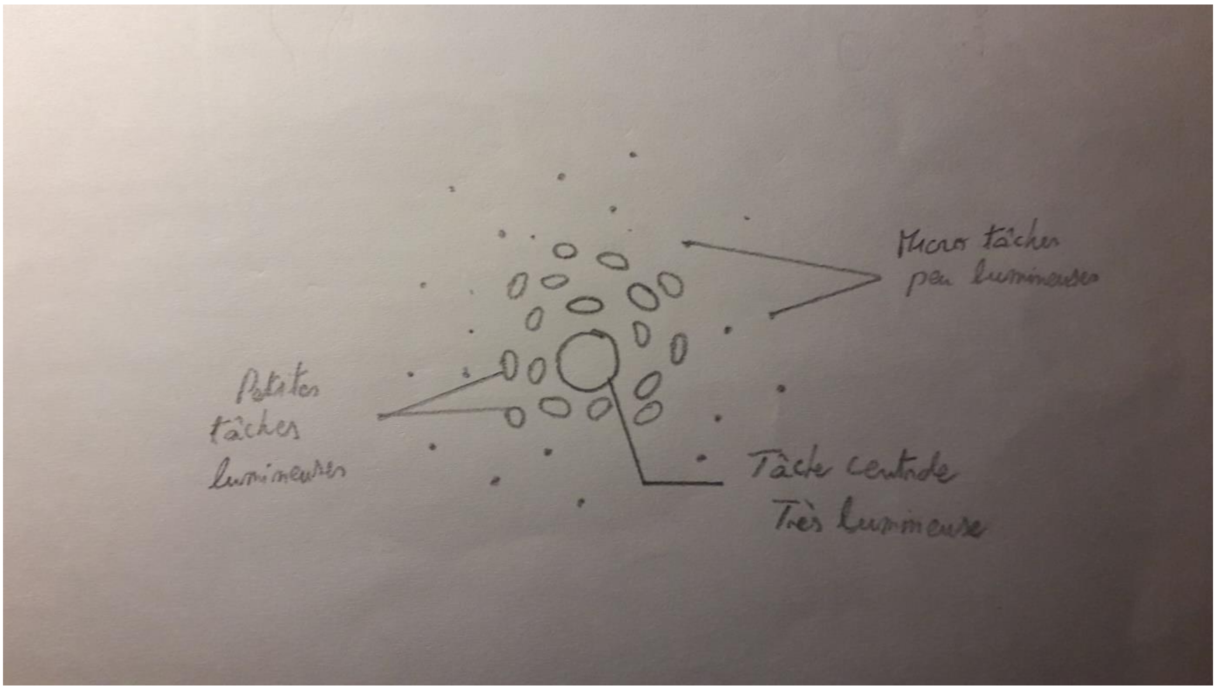


Schéma des figures de diffraction :

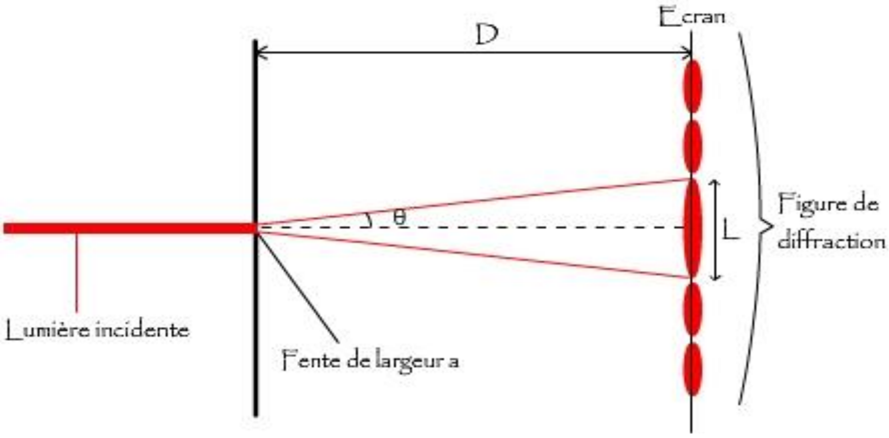
Pour une fente verticale :



Pour un trou circulaire :



B- Mesures de la tâche de diffraction

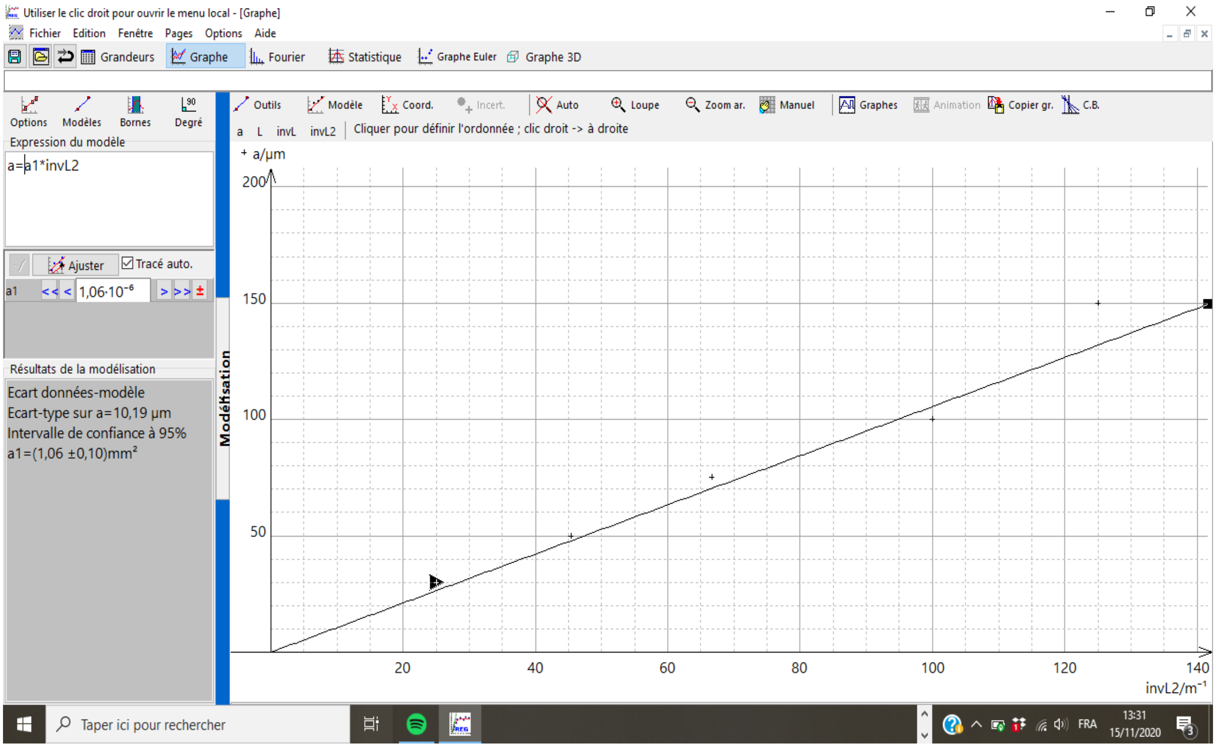


1/ La figure ci-dessus indique que la figure formé par les segments liant les deux extrémités de la tâche centrale de la figure de diffraction à la source lumineuse se compose de deux triangles rectangle de côté opposé et adjacent connus et d'angle ϴ entre le côté adjacent et l'hypoténuse.
Ainsi en utilisant les relations trigonométriques ont a : **tanϴ =** $\frac{L}{2D}$
En prenant L la largeur de la tâche centrale et D la distance séparant l'écran de la source lumineuse.

2/ On estimera conformément aux données du TP que tanϴ = ϴ
Selon l'énoncé : **ϴ =** $\frac{\lambda}{a}$
Avec λ la longueur d'onde et a la largeur de la fente.
On peut donc écrire : **ϴ =** $\frac{\lambda}{a}$ **=** $\frac{L}{2D}$

3/ On doit dans cette question chercher la longueur d'onde λ
Elle peut s'écrire selon la question précédente : **λ =** $\frac{La}{2D}$
On dispose du laser, de l'écran et de plusieurs fentes de différentes largeurs a.
On va donc pour chaque fente mesurer la largeur L de la tâche de diffraction correspondantes on va ensuite pouvoir à partir de ces mesures tracer un graphique exploitable pour déterminer λ
On va tracer la courbe de a en fonction de l'inverse de L car **a =** $\frac{2D\lambda}{L}$ **= 2Dλ *** $\frac{1}{L}$ donc le coefficient de la courbe que nous noterons b sera égal à 2Dλ donc **λ =** $\frac{b}{2D}$

Graphe :



On a b = $1{,}06*10^{-6}$ donc on estime $\lambda = \frac{1{,}06*10^{-6}}{2*1{,}5} = 3{,}53*10^{-7}$ m soit 353 nm

4/ Calcul de l'incertitude sur D :

Selon l'énoncé $\Delta U = \frac{2graduations}{\sqrt{12}}$ pour U une mesure obtenue par lecture seule

Ainsi la plus petite graduation dans la mesure de D vaut 1mm

On a donc : $\Delta D = \frac{2}{\sqrt{12}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 0{,}58$ mm environ

Calcul de l'incertitude sur L :

La mesure de L a nécessité une double lecture, selon l'énoncé $\Delta U_{doublelecture} = \sqrt{2}\Delta U$

La plus petite graduation dans la mesure de L vaut 1mm

On a donc : $\Delta L = \frac{2}{\sqrt{12}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 0{,}58$ mm environ

Et $\Delta L_{doublelecture} = \sqrt{2}\Delta L = \sqrt{2}\frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{6} = 2{,}45$ mm environ

Calcul de l'incertitude sur λ :

Selon l'énoncé pour une grandeur X égale au quotient ou au produit des longueurs W, Y et Z :

$$\frac{\Delta X}{X} = \sqrt{\left(\frac{\Delta W}{W}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Z}{Z}\right)^2}$$

Pour λ :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2}$$

D = 1,50 m $\Delta D = 5{,}8*10^{-4}$ m $\Delta L = 2{,}45*10^{-3}$ m

Pour ce calcul on prendra L = moyL (la moyenne arithmétique des valeurs de L mesurées)

L = $2{,}0*10^{-2}$ m

A.N : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{5,8*10^{-4}}{1,50}\right)^2 + \left(\frac{2,45*10^{-3}}{2,0*10^{-2}}\right)^2}$ = 0,12
Soit Δλ = 0,12*353 = 43 nm

5/ Calcul de l'écart relatif :
Valeur indiquée λ_{th} = 530 nm
Valeur trouvée λ = 353 nm

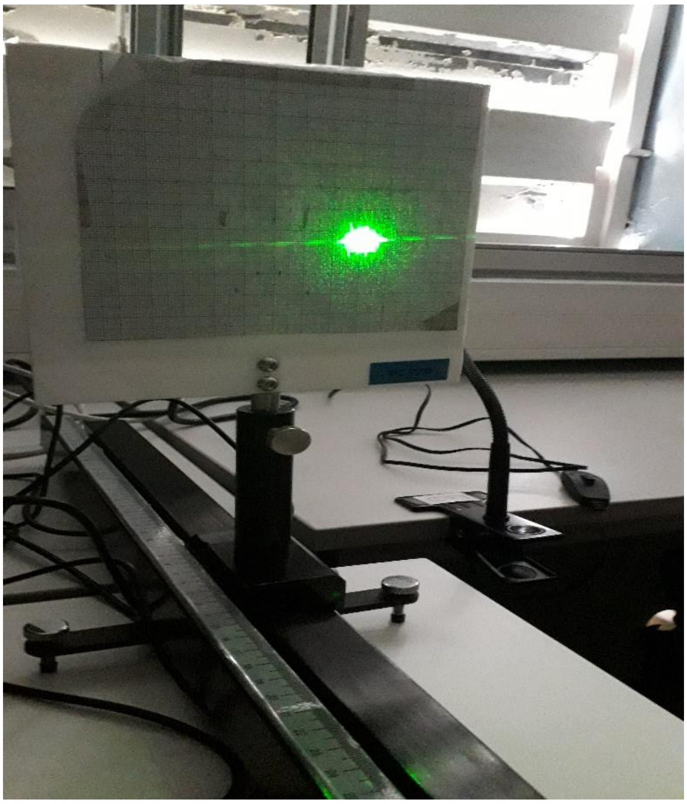
Ecart λ = $\frac{|\lambda_{th}-\lambda|}{\lambda_{th}}$

A.N : Ecart λ = $\frac{|530-353|}{530}$ = 0,33 soit 33%

La valeur déterminée expérimentalement n'est pas en accord avec celle du constructeur (33% > 5%). Ce grand écart relatif peu s'expliquer par la difficulté à réaliser des mesures précises, notamment celles des tâches de diffraction.

C – Mesure de l'épaisseur d'un cheveux

Observation réalisée avec un cheveux :



1/ On doit déterminer l'épaisseur d'un cheveux, pour se faire on place le cheveux face au laser à une distance de 10 cm de ce dernier, on mesure ensuite la tâche de diffraction obtenue. A partir de cette mesure on estime l'épaisseur du cheveux par calcul on ne pourra pas vérifier ce résultat graphiquement car notre valeur de longueur d'onde est trop éloigné de celle donnée

Formule : $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$ soit a = $\frac{2D\lambda}{L}$
On a mesuré L = 2,0 cm soit $2,0*10^{-2}$ m pour la tâche de diffraction créé par le cheveux.
D= 1,50 m et λ = 532 nm soit $532*10^{-9}$ m

A.N : a= $\frac{2*1{,}50*(532*10^{-9})}{(2{,}0*10^{-2})}$ = 8,0*10^{-5} m soit 80 µm

Si on procède avec notre valeur de λ :
λ=353 nm soit 353*10^{-9} m
a= $\frac{2*1{,}50*(353*10^{-9})}{(2{,}0*10^{-2})}$ = 5,3*10^{-5} m soit 53 µm
Graphiquement on trouve a = 57 µm pour L = 20mm ce qui est proche du résultat obtenu par calcul.

2/ Après recherches l'épaisseur d'un cheveux varie entre 50 et 100 µm
Donc que l'on prenne la valeur de λ trouvé expérimentalement ou celle donnée la taille du cheveux semble réaliste bien qu'il y ait une grande différence d'estimation de la taille du cheveux entre les deux calculs.

D – Cas d'un laser rouge

1/ Selon les données la longueur d'onde d'un laser rouge est supérieure à celle d'un laser vert (632,8 > 532 nm)
En s'appuyant sur la formule trouvée en question 2 de la partie B on peut écrire : **L =** $\frac{\lambda 2D}{a}$
Donc la largeur de la figure de diffraction du laser rouge devrait être plus grande que celle du laser vert car si λ augmente alors L augmente.
On a calculé antérieurement la moyenne des valeurs de L obtenues avec le laser vert :
L_{vert} = 2,0*10^{-2} m
En prenant les valeurs d'un autre groupe ayant réalisé le TP avec un laser rouge on obtient une moyenne : **L_{rouge} =2,05*10^{-2} m**
On a bien pour le laser rouge des valeurs de L supérieure bien que légèrement à celles du laser vert. L'écart de taille des tâche est faible entre les deux laser en raison du manque de précision des mesures et des instruments utilisés (règles) ne permettant pas d'estimer exactement la largeur des tâches ce qui aurait permis d'obtenir une différence plus élevée.