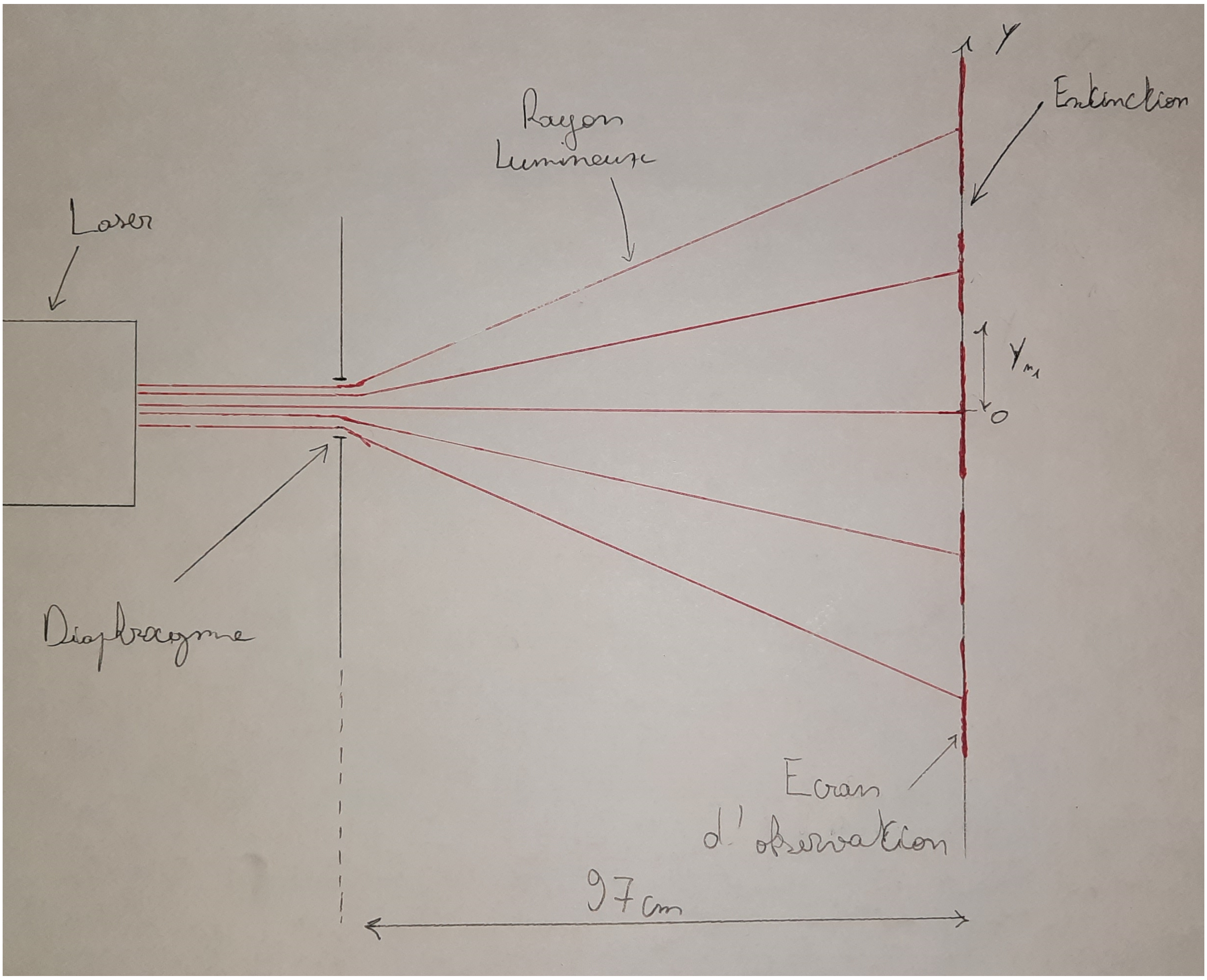
Tristan Delcourt - Sofiane Baddou 16/09/2023

Compte rendu TP Optique

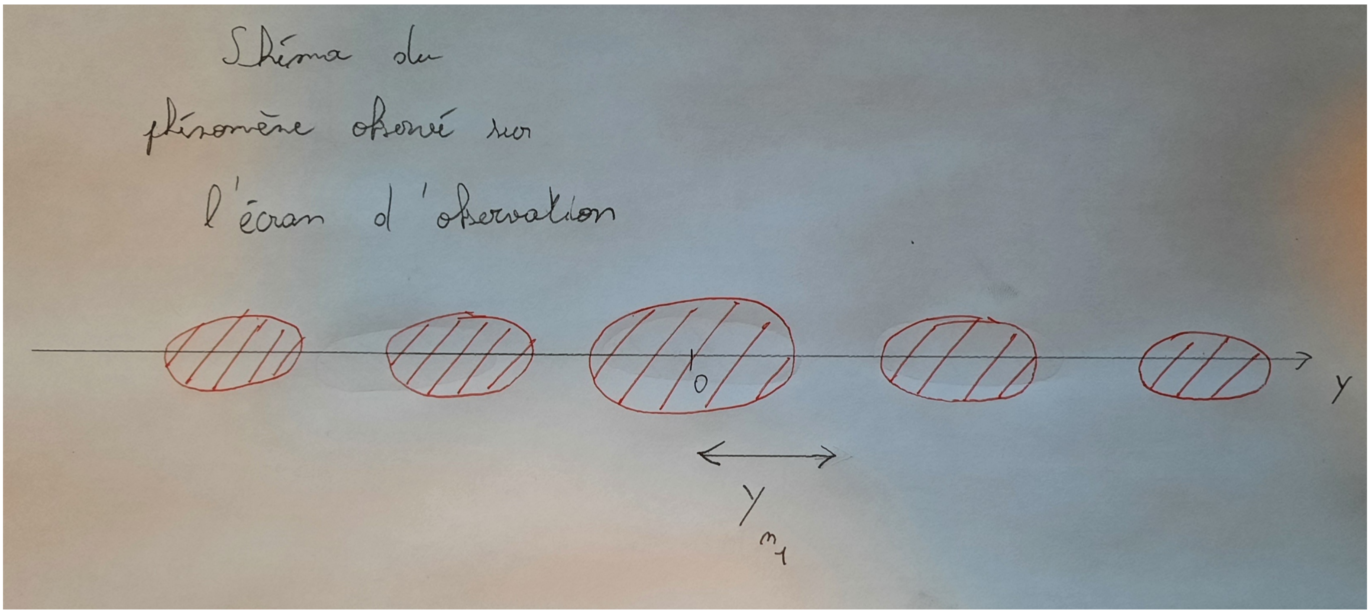
Etude de diffraction par une ouverture rectangulaire

Rappel: La diffraction est un phénomène typique des ondes. Elle peut se produire aussi bien sur les ondes mécaniques (ondes sonores par exemple) que sur des ondes électromagnétiques. Elle se caractérise par une déviation des rayons lumineux lorsqu'ils rencontrent une fente de petite taille.

Montage



Phénomène observé



Quand on éclaire un laser a travers une fente rectangulaire, on pourrait s'attendre a un petit rectangle sur l'écran d'observation. Mais nous voyons plutôt des points allongées et séparés. Ceci est un phénomène de diffraction que l'on cherche a étudier.
Il est donné la formule $\sin(\theta) = n\frac{\lambda}{a}$ qu'on va chercher a vérifié.

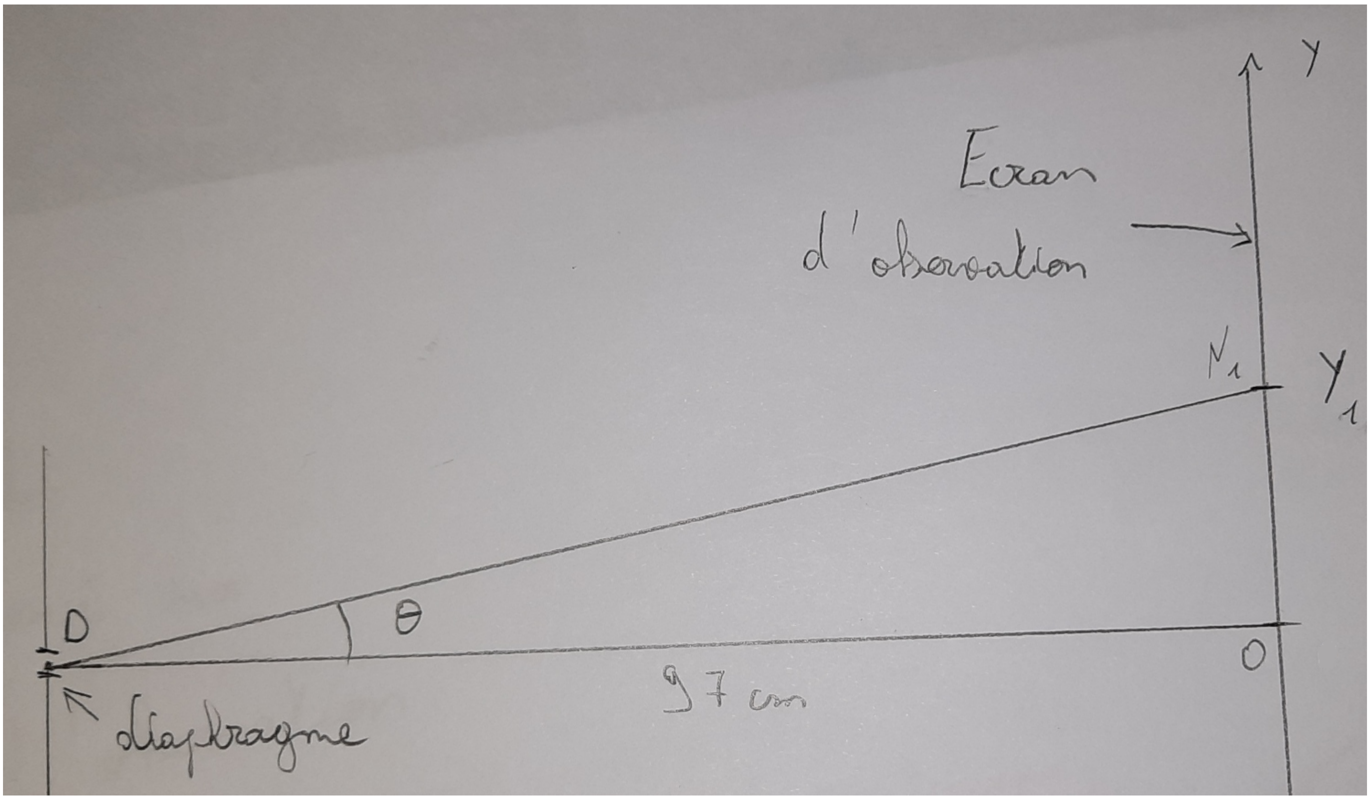
Etude de la dépendance de θ en fonction de n

Nous avons effectué une première expérience pour vérifié la proportionnalité entre θ et n avec n représentant l'indice de la n-ième extinction de lumière et θ l'angle entre le diaphragme et l'extinction en question.

Protocole proposé:

- Prendre une valeur de a, qui ne variera pas au fil de l'expérience. Nous avons choisi $200\mu m$ car nous pouvons voir clairement un nombre étudiable d'extinctions.
- Eclairer le laser a travers la fente de $200\mu m$ et regarder le résultat sur l'écran d'observation.
- Mesurer la longueur entre le centre du point au centre et l'extinction que l'on étudie, on nommera cette distance la distance y_n
- Faire de même avec toutes les extinctions visibles

Ensuite il faut trouver les valeur de θ:



Pour trouver θ, on fais ainsi: On se trouve dans le triangle DON_1 rectangle en O. On a donc $tan(\theta_n) = \frac{y_n}{97}$. Or nous travaillons avec des angle petits, donc nous avons simplement $\theta_n = \frac{y_n}{97}$

Nous avons trouvé les valeurs suivantes:

y_n	θ_n
$0.4cm$	$4.1 * 10^{-3}rad$
$0.8cm$	$8.2 * 10^{-3}rad$
$1.2cm$	$1.2 * 10^{-2}rad$
$1.6cm$	$1.6 * 10^{-2}rad$

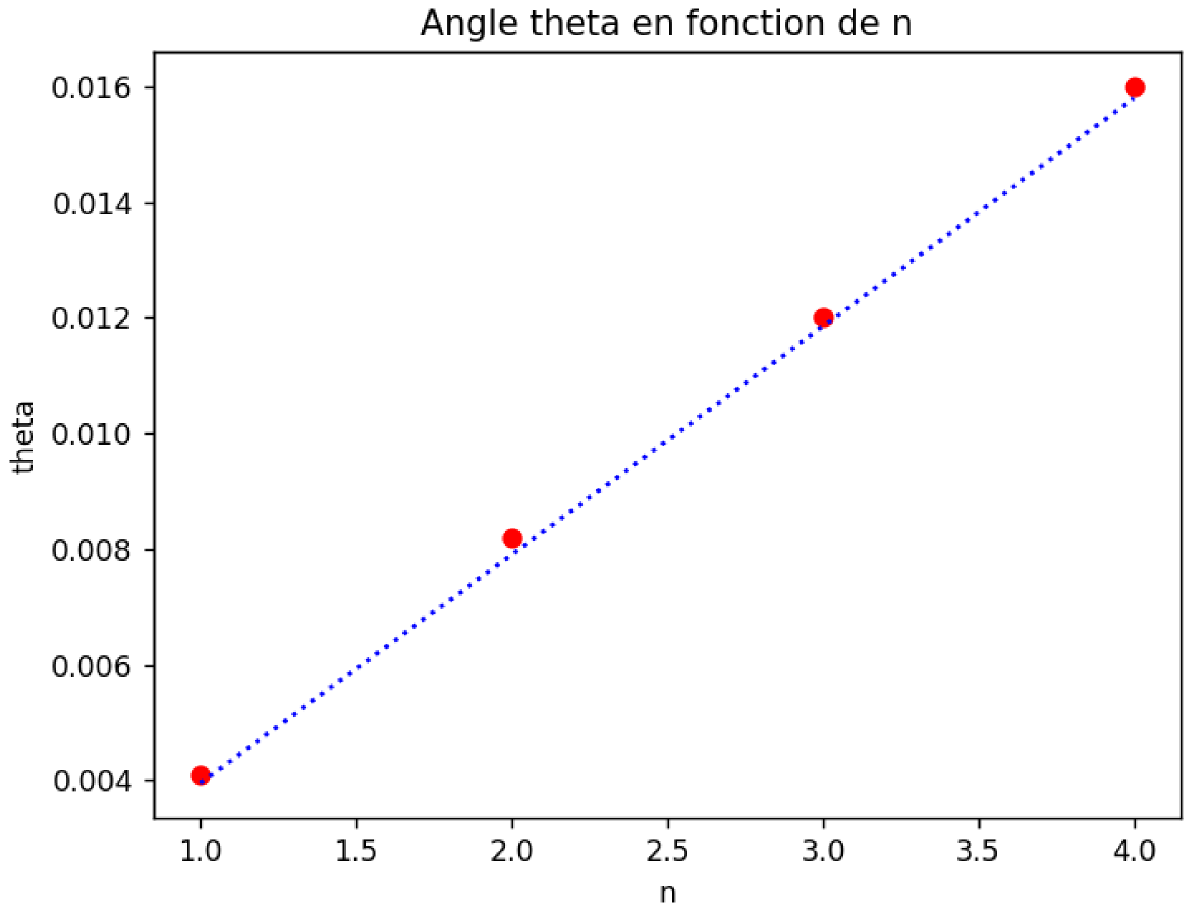
On peut alors mettre les points sur un graphique et vérifier qu'ils forment bien une droite. Le programme Python suivant nous permet de faire cela:

```
import matplotlib.pyplot as plt
n = [1, 2, 3, 4] # pour les n extinctions mesurées à partir du centre
theta = [4.1e-3, 8.2e-3, 1.2e-2, 1.6e-2] # pour les n valeurs de q mesurées
plt.plot(n, theta, 'ro') # Trace theta en fonction de n, les points sont marqués par
des ronds rouges.
plt.title("Angle theta en fonction de n") #Pour avoir un titre
plt.xlabel('n') #indique ce que l’on a en abscisses
plt.ylabel('theta') #indique ce que l’on a en ordonnées
plt.grid() #met un quadrillage sur la figure
plt.show()
```

Dernièrement on peut effectuer une régression linéaire pour obtenir la pente de cette droite. Ceci peut être fait sur la calculatrice, sur régressi ou alors avec python:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
n = np.array([1, 2, 3, 4]) #pour pouvoir utiliser polyfit, on ne peut pas utiliser un
simple ensemble de valeurs, comme on a fait ci-dessus, mais on crée une ligne de
tableau.
theta = np.array([4.1e-3, 8.2e-3, 1.2e-2, 1.6e-2])
model = np.polyfit(n, theta, 1) #on crée le polynôme de degré 1 qui colle le plus à la
courbe theta en fonction de n, donc theta = a * n +b
print(model) #Cela affiche les coefficients du polynôme précédent

#----------------------------#
#On peut aussi tracer la courbe, mais nous cherchons uniquement les coeficients, donc
cela a peu d'importance.
plt.plot(n, theta, 'ro') # Trace theta en fonction de n, les points sont marqués par
des ronds rouges.
plt.title("Angle theta en fonction de n") #Pour avoir un titre
plt.xlabel('n') #indique ce que l’on a en abscisses
plt.ylabel('theta') #indique ce que l’on a en ordonnées
thetamodel =model[0]*n #On crée le tableau de valeurs associées au modèle, ici le
polynôme theta = a * n
plt.plot(n, thetamodel, 'b:') #On trace la droite associée au polynôme.
plt.show()
```



On trouve alors grâce a l'algorithme de régression linéaire $\theta(n) = (4.3 * 10^{-3})n$

Etude de la dépendance de θ en fonction de a

Nous avons effectué une deuxième expérience pour vérifié la dépendance de θ en fonction de a avec a représentant la taille de la fente par lequel on éclair le laser et θ l'angle entre le diaphragme et la première extinction.

Protocole proposé:

- Cette fois, on va fixer une valeur de n. Nous avons pris 1, c'est-à-dire que l'on va étudier la première extinction a chaque reprise.
- Eclairer le laser a travers la fente de $200\mu m$ et regarder le résultat sur l'écran d'observation.
- Mesurer la longueur entre le milieu du point au centre et la première extinction, que l'on nommera y_n
- Faire de même avec un fente de $150\mu m$, $100\mu m$, $80\mu m$, $60\mu m$, $40\mu m$ et dernièrement $30\mu m$

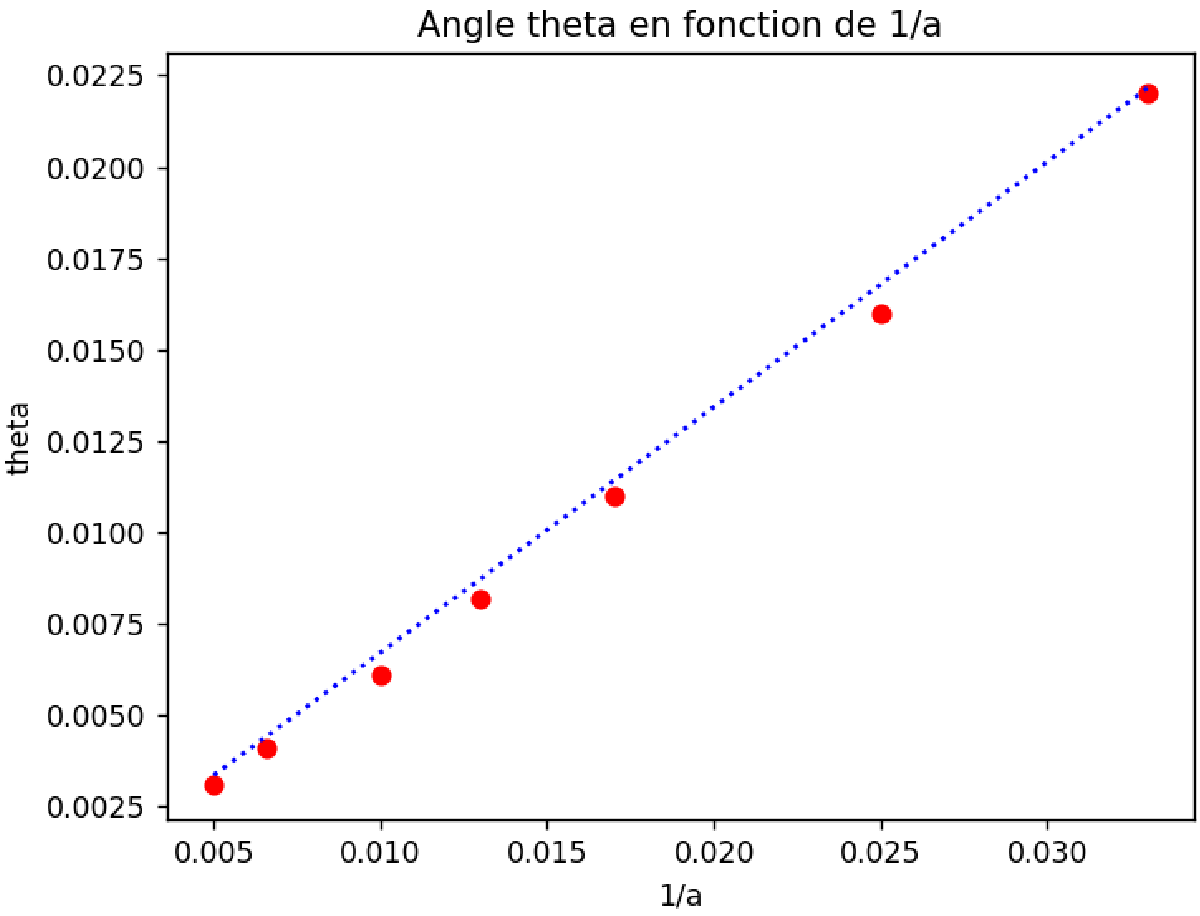
Encore une fois nous avons $\theta_n = y_n$ Nous avons donc trouvé les valeurs suivantes:

a	θ_n
$200\mu m$	$3.1 * 10^{-3} rad$
$150\mu m$	$4.1 * 10^{-3} rad$
$100\mu m$	$6.1 * 10^{-3} rad$
$80\mu m$	$8.2 * 10^{-3} rad$
$60\mu m$	$1.1 * 10^{-2} rad$
$40\mu m$	$1.6 * 10^{-2} rad$
$30\mu m$	$2.2 * 10^{-2} rad$

Or d'après la formule, θ serai inversement proportionnel a a, cela veut dire que θ est proportionnel a $1/a$. On a donc:

$\frac{1}{a}$	θ_n
$5 * 10^{-3} \mu m$	$3.1 * 10^{-3} rad$
$6.6 * 10^{-3} \mu m$	$4.1 * 10^{-3} rad$
$1 * 10^{-2} \mu m$	$6.1 * 10^{-3} rad$
$1.3 * 10^{-2} \mu m$	$8.2 * 10^{-3} rad$
$1.7 * 10^{-2} \mu m$	$1.1 * 10^{-2} rad$
$2.5 * 10^{-2} \mu m$	$1.6 * 10^{-2} rad$
$3.3 * 10^{-2} \mu m$	$2.2 * 10^{-2} rad$

De la même façon que la première expérience, on vérifie que les points sont bien alignés sur un graphique. Ensuite, on effectue la régression linéaire.



On trouve alors $\theta(a) = \frac{6.7 * 10^{-1}}{a}$

Estimation de la longueur d'onde

Pour trouver une estimation de la longueur d'onde utilisé, il suffit de prendre $n = 1$. cela nous donne:

$$\theta = \frac{n\lambda}{a} \iff \lambda = \frac{a\theta}{n} = a\theta = 6.7 * 10^{-1} \mu m$$

Cela représente $670nm$, ce qui est une bonne approximation de la longueur d'onde utilisé avec une erreur de $\frac{670 - 650}{650} \approx 3\%$