

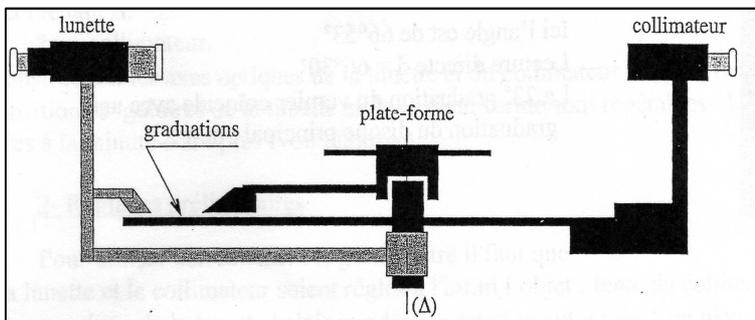
# ETUDE DU PRISME : UTILISATION D'UN GONIOMETRE - CORRECTION

## INTRODUCTION :

Dans ce TP, on utilise nos connaissances acquises au cours des TP précédents sur les instruments d'optique (lunette autocollimatrice, collimateur) afin de régler un goniomètre (I). Ce nouvel instrument d'optique nous permettra d'étudier la déviation de la lumière par un prisme (II) dont l'analyse théorique a été faite en DS. Grâce au caractère dispersif du prisme, nous utiliserons le goniomètre comme spectroscopie optique (III).

## I. GONIOMETRE : DESCRIPTION ET REGLAGE

Un **goniomètre** permet d'effectuer des **mesures d'angles**.



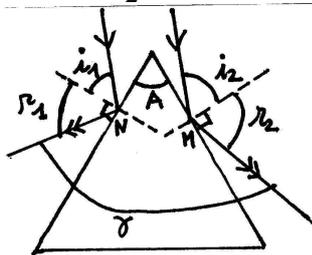
Il est constitué de trois sous-ensembles dont il faut connaître le nom et la fonction :

- un **collimateur** à fente de largeur réglable, permettant de réaliser un faisceau parallèle à partir d'une lampe spectrale.
- une **plate-forme mobile** autour d'un axe vertical ( $\Delta$ ). Elle supportera l'élément étudié provoquant la déviation du faisceau incident (miroir, prisme, réseau...).
- une **lunette** (ici autocollimatrice) pouvant recevoir le faisceau dévié. Un vernier angulaire permet de mesurer l'angle de déviation  $D$  à la minute près.

## II. ETUDE DU PRISME

### 1) Mesure de l'angle $A$ du prisme

- Montrer que  $A = \frac{\alpha + \beta}{2}$



→ rayons incidents parallèles issus du collimateur

→ rayons réfléchis par le prisme vus à travers la lunette.

Loi de Descartes de la réflexion aux points d'incidences:

$$\left. \begin{array}{l} N: i_1 = r_1 \\ M: i_2 = r_2 \end{array} \right\} (1)$$

•  $2\pi = \delta + i_1 + r_1 + i_2 + r_2$  soit d'après (1):  $2\pi = \delta + 2i_1 + 2i_2$  (2)

•  $\delta = A + \frac{\pi}{2} - r_1 + \frac{\pi}{2} - r_2$  soit d'après (1):  $\delta = \pi + A - (i_1 + i_2)$  (3)

• En combinant (2) et (3) pour faire disparaître  $i_1 + i_2$  il vient :  $2\pi = \delta + 2(\pi + A - \delta)$

⇒  $2A = \delta$  (4)

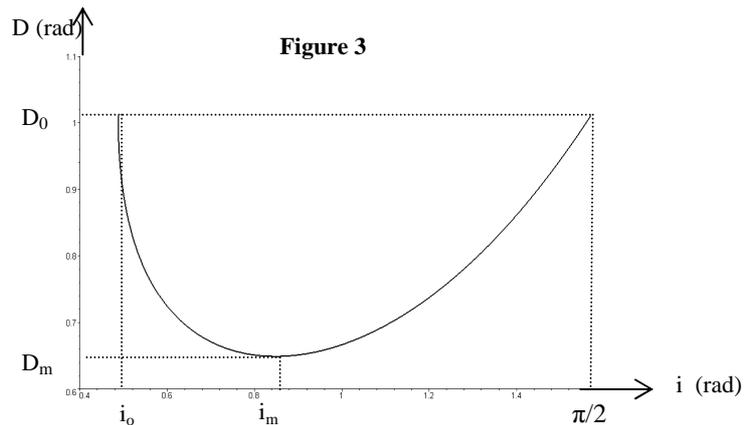
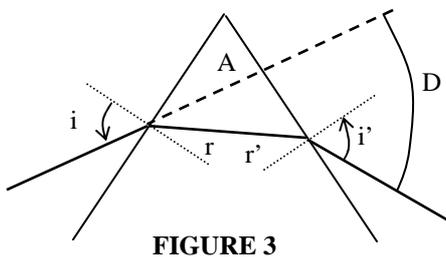
• Sachant que  $\delta = \alpha + \beta$  il vient  $A = \frac{\alpha + \beta}{2}$  CQFD



**b) Etude de  $D = f(i)$  à  $\lambda$  fixé (voir figure 3)**

Pour la raie jaune du sodium ( $\lambda \cong 589 \text{ nm}$ ) en faisant croître l'angle d'incidence à partir de  $i=0$  :

- on n'observe aucun faisceau dévié jusqu'à  $i = i_0$  angle incident à partir duquel le deuxième rayon réfracté existe.
- à partir  $i_0$  la déviation  $D$  décroît jusqu'à son minimum  $D_m$ , correspondant à l'angle incident  $i_m$ . On vérifie que  $D_m = 2 \cdot i_m - A$ .
- à partir de  $i_m$  la déviation  $D$  croît (aller-retour de l'image de la fente quand  $i$  varie dans le même sens au voisinage du minium de déviation) jusqu'à  $i = \pi/2$ . On vérifie que  $D(\pi/2) = D(i_0)$ .

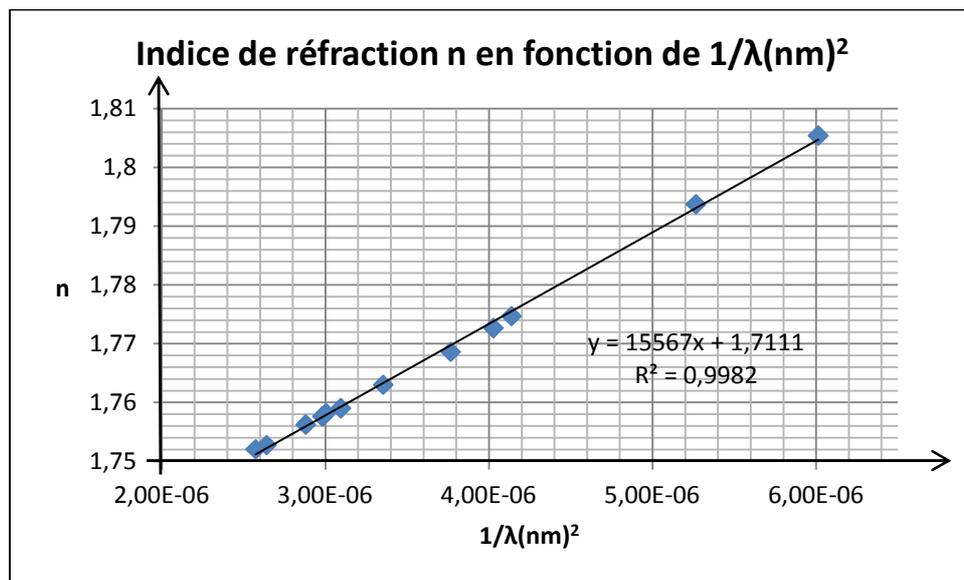


**3) Application : mesure de l'indice n du prisme**

Pour les principales raies du sodium puis du mercure on a mesuré le minimum de déviation  $D_m$  afin de

calculer l'indice de réfraction  $n(\lambda)$  à l'aide de la formule : 
$$n(\lambda) = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

Voici la courbe obtenue en traçant  $n$  en fonction de  $1/\lambda^2$ :



La courbe obtenue est une droite (coefficient de corrélation  $R^2$  proche de 1).

**La loi de Cauchy :  $n(\lambda) = B + \frac{C}{\lambda^2}$  (B et C constantes positives) est donc vérifiée.**

Remarque : D'après la loi de Cauchy, l'indice croît du rouge au violet (inversement proportionnel à la longueur d'onde). De plus, on peut montrer que la déviation  $D$  est une fonction croissante de  $n$ . Par conséquent la déviation croît du rouge au violet. C'est ce que l'on constate expérimentalement.

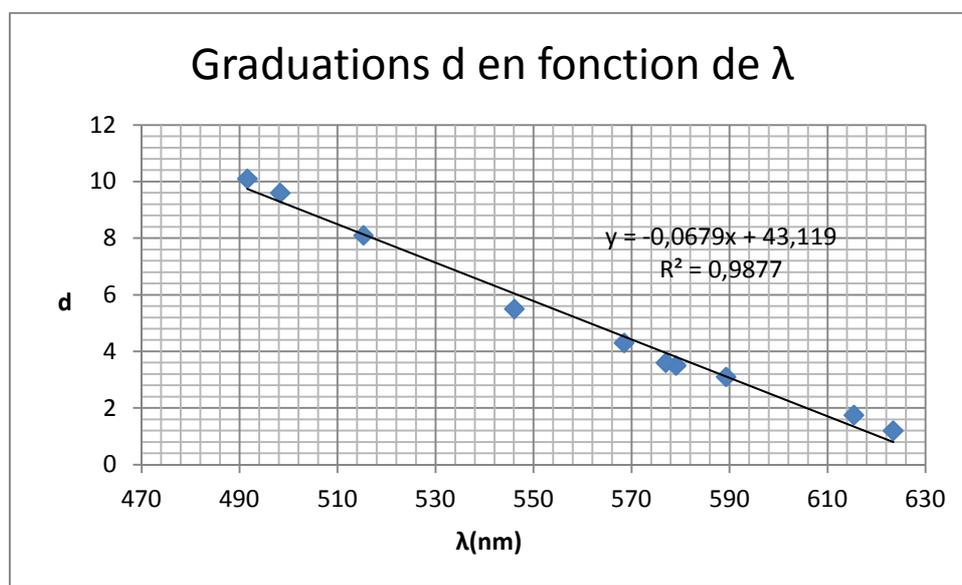
---

### III. REALISATION D'UN SPECTROSCOPE A PRISME

#### 2) Utilisation d'un collimateur micrométrique

En optique, le spectroscope est un appareil permettant de disperser un rayonnement polychromatique sous forme de spectre afin d'en analyser les différentes radiations. Le pouvoir dispersif du prisme permet donc cette analyse.

Pour les principales raies du sodium puis du mercure voici la courbe donnant la graduation du collimateur micrométrique en fonction de la longueur d'onde de la raie observée :



La courbe obtenue peut se modéliser par une droite (coefficient de corrélation  $R^2$  proche de 1). Cette courbe d'étalonnage tracée, la mesure de  $d$  d'une radiation inconnue permet de déterminer sa longueur d'onde.

---

### CONCLUSION :

Le réglage des instruments d'optique constituant le goniomètre doit être fait avec précision et permettre une lecture pratique des angles d'incidence et de déviation.

Une fois ce réglage terminé, la mesure précise des angles (à qq minutes près) nous permet d'étudier la déviation du faisceau incident après traversée du prisme, de déterminer l'indice en fonction de la longueur d'onde et de vérifier la loi de Cauchy. Le goniomètre associé au prisme et à un collimateur micrométrique constitue un spectroscope à lecture directe et permet l'étude des spectres.

Les principales sources d'erreurs sont :

- le réglage des instruments d'optique (oculaire/objectif, collimateur) et leur positionnement ;
- la lecture du vernier ;
- l'horizontalité des plates-formes.