TP n°17 : Optique ondulatoire - Spectroscopie et étude d'un réseau

Objectifs : Utiliser les propriétés du minimum de déviation par un prisme pour faire une mesure de longueur d'onde. Utiliser la formule des réseaux pour déterminer le pas d'un réseau.

Matériel :
- Goniomètre
- CD-Rom
- Lampe à vapeur de mercure
- source de lumière blanche
- Réseau de 300 ou 600 traits pas mm
- LASER
- Mètre ruban
- Ecran blanc.

Un réseau de diffraction est un objet constitué de la reproduction périodique d'un même motif. Par exemple :
- Un réseau cristallin, on parle de diffraction de Bragg ;
- un ensemble de N fentes d'Young.

Dans le dernier cas le réseau ressemble à une surface transparent puisqu'elle peut contenir entre 300 fentes par mm, 600 fentes par mm jusqu'à 1200 fentes par mm. Chaque fente diffracte la lumières dans une direction orthogonale à l'axe de cette dernière.
Tout comme la bi-fente d'Young, un réseau permet d'observer des interférences, cependant l'éclairement n'est pas donnée par la formule de Fresnel, puisqu'il s'agit d'une interférence à N ondes. La figure d'interférence est toujours périodique, mais l'intensité lumineuse est concentrée dans de "petites" zone de l'espace.

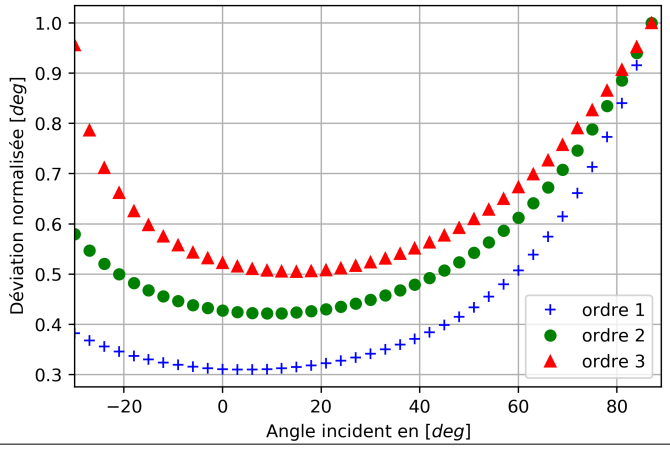
L'étude des réseaux de diffraction permet de mettre en évidence la formule des réseaux :

$$\sin\theta_0 - \sin\theta_k = \frac{k.\lambda}{p}$$

avec θ_0 l'angle d'incidence sur la réseau, k l'ordre d'interférence, λ la longueur d'onde et p le pas du réseau (la distance entre deux fentes). L'angle d'émergence θ_k n'est donc pas le même pour toutes les longueur d'onde. De même pour une longueur d'onde donnée λ_1, cet angle d'émergence est d'autant plus important que l'ordre d'interférence est élevé. On montre également que la déviation des rayons émergent, définie par l'angle $D_k = \theta_k - \theta_0$ passe par un minimum lorsque θ_0 évolue. A la position de ce minimum on trouve :

$$2.p.\sin\frac{D_{k,min}}{2} = k.\lambda$$

Alors une mesure de l'angle minimum de déviation, l'ordre k et la pas du réseau p étant connus, on peut remonter à la longueur d'onde observée.
Sur le graphique suivant on a représenté la D_k pour $k \in \{1, 2, 3\}$ en fonction de θ_0.



1. Un réseau s'éclaire avec une source à l'infini. Pour cela on utilise le montage à 2 lentille des fentes d'Young.
Sans représenter les deux lentilles, sur un schéma représenter : un axe optique, le réseau, deux rayons incidents et deux rayons diffractés qui interfèrent constructivement.
Indiquer les angles θ_0, θ_k et D_k.

2. En vous aidant du graphe précédent à quel ordre est-il plus facile de mesurer le minimum de déviation ?
Est-il plus facile de réaliser cette mesure avec un réseau de 300 ou de 600 traits par mm ?

3. En vous aidant de la formule des réseaux, expliquer pourquoi déviation d'une raies la même à l'ordre 1 ou à l'ordre -1.
Sachant que le vernier d'angle d'un goniomètre ne permet pas une lecture directe de la déviation d'une raie, établir alors une méthode de mesure de la déviation d'une raie. Quel est l'avantage d'une telle mesure ?

On donne les longueur d'onde des raies du mercure :

Longueur d'onde nm	Couleur
579,0	jaune
576,9	jaune
546,0	vert
491,6	vert-bleu (faible)
435,8	indigo
407,8	violet (faible)
404,6	violet

Manipulation.

Manipulation 1 On commence par le réglage du goniomètre. Pour cela utiliser la fiche de réglage du goniomètre.

Manipulation 2 Après avoir réalisé le réglage du goniomètre, mesurer à l'ordre $k = 1$ les déviations des raies visible de la lampe à vapeur de mercure.
Rassembler vos mesures dans un tableau.
Identifier les sources d'incertitude sur votre mesure. Quelle est l'influence de la largeur de la fente ?

Manipulation 3 Pour repérer le minimum de déviation d'un raie : **i-** Placer le réticule de la lunette autocollimatrice sur une raie.

ii- Faire délicatement tourner la platine porte objet. (Ainsi vous modifiez la valeur de l'angle θ_0).

iii- Observer le déplacement de la raie dans le champ d'observation de l'oculaire. Si elle sort du champ déplacer la lunette de sorte à placer la raie dans le champ.

iv- Arrêter la rotation de la platine porte objet dès que le mouvement de la raie s'inverse.

Remarque : si le mouvement de la raie ne s'inverse jamais alors tourner la platine porte objet dans l'autre sens.

Manipulation 4 Sur le même principe que la **Manipulation 2**, réaliser une mesure du minimum de déviation.
En déduire les valeurs des longueurs d'onde des raies observées. Comparer vos résultats avec ceux du tableau.