

ETUDE DE LA DISPERSION PAR UN RESEAU

1. Objectifs

Un réseau est un objet qui sépare les différentes longueurs d'onde qui constituent la lumière incidente. Une mesure précise de l'angle dans lequel est émise une longueur d'onde permet de déterminer la valeur de la longueur d'onde. On se propose dans un premier temps d'étudier qualitativement la diffraction de la lumière par un réseau.

Puis de faire une courbe d'étalonnage donnant l'angle de dispersion en fonction de la longueur d'onde autour de la dispersion normale, où cette courbe est une droite.

Enfin on utilise la courbe d'étalonnage pour mesurer une longueur d'onde inconnue.

2. Introduction

Un réseau est constitué d'un grand nombre de fentes parallèles équidistantes de a (les fentes d'Young du TP 03 forment un réseau à 2 fentes). Lorsqu'il est éclairé par une longueur d'onde λ , il y a de la diffraction et des interférences qui font que la lumière est diffractée en des taches précises appelées ordres de diffraction (figure 1).



Figure 1 : diffraction par un réseau

A l'ordre p , un faisceau d'incidence i est dévié dans la direction i' définie par :

$$\sin i' = \frac{p\lambda}{a} + \sin i$$

C'est la formule fondamentale des réseaux.

Les angles i et i' , ainsi que les autres notations, sont précisées sur la figure 2.

La dispersion angulaire est la variation de i' lorsqu'on varie la longueur d'onde :

$$\frac{di'}{d\lambda} = \frac{p}{a \cos i'}$$

Comme i' dépend de λ (formule fondamentale des réseaux), la dispersion angulaire aussi. Il y a une exception, au voisinage de la dispersion normale ($i'=0$) où $di'/d\lambda = p/a$ est indépendant de λ .

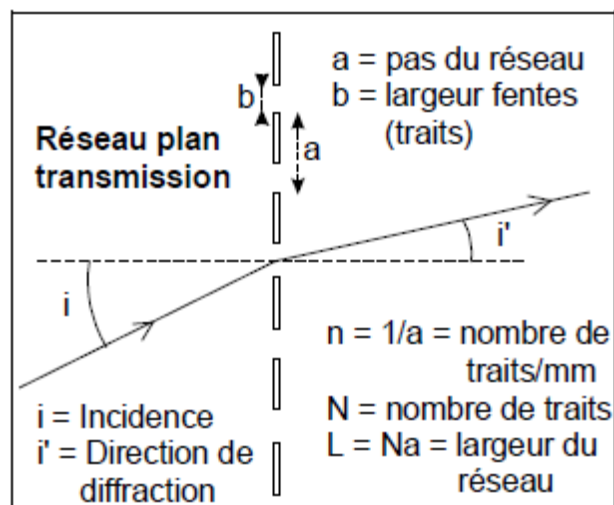


Figure 2 : Notations. i et i' sont positifs.

3. Observation préliminaire

Placer le réseau de 100 traits/mm (c'est-à-dire un trait tout les centièmes de mm : $a=0,01$ mm), maintenu dans un support, sur le trajet d'un faisceau laser. Observer les ordres de diffraction. Repérer un ordre p , modifier l'incidence (il suffit de tourner le réseau sur lui-même). Observer comment varie la position angulaire de l'ordre p (voir figure 1).

Montrer votre montage à un professeur.

Montrer l'ordre 0, les ordres 2 et -2, 3 et -3.

Comparer les intensités des différents ordres.

Noter vos observations.

4. Etude théorique

En utilisant la formule fondamentale des réseaux, calculer, pour le réseau de 300 traits/mm utilisé à l'ordre 2, la position angulaire i' de chaque radiation de la figure 3 pour une incidence $i=30^\circ$. En dispersion normale, on a $i'=0$ pour $\lambda_0=0,546$ μm . Calculer la direction d'incidence i . On doit trouver $i = -19,12^\circ$.

Calculer alors la direction i' des radiations de la figure 3.

Représenter le graphe de i' en fonction de λ pour l'incidence 30° et pour la dispersion normale.

Analyser les deux graphes : allure des courbes, droite de régression, coefficient de corrélation.

Montrer que la pente $di'/d\lambda$ dépend de λ pour l'incidence 30° . Quel est l'intérêt de la dispersion normale ?

λ (μm)	0,436 Hg	0,480 Cd	0,546 Hg	0,577 Hg	0,644 Cd
i' (pour $i=30^\circ$)					
i' (disp ersion norm ale)					

Figure 3 : Calcul de la direction de diffraction à l'ordre 2

5. Dispersion normale

5.1 Réglage en incidence normale

On utilise le goniomètre pour mesurer les angles. On effectue les réglages avec une lampe à vapeur de Hg-Cd en utilisant la raie vert clair du mercure à $\lambda_0=546,1 \text{ nm}$.

- Réglage de l'oculaire (réticule vu nettement).
- Réglage de la lunette (voir document page suivante §2)
- Réglage du collimateur et de la fente (voir document page suivante §3)

Lunette face à la fente (réticule sur l'image de la fente), placer le réseau sur le plateau, et tourner le plateau jusqu'à ce que ce que l'image de la fente soit sur le réticule. Figure 5 (a).

Tourner la lunette pour observer la raie verte du mercure à l'ordre 2 (réticule sur la raie). Figure 5 (b) : c'est l'incidence normale.

Montrer le réglage à un professeur.

5.2 Réglage en dispersion normale

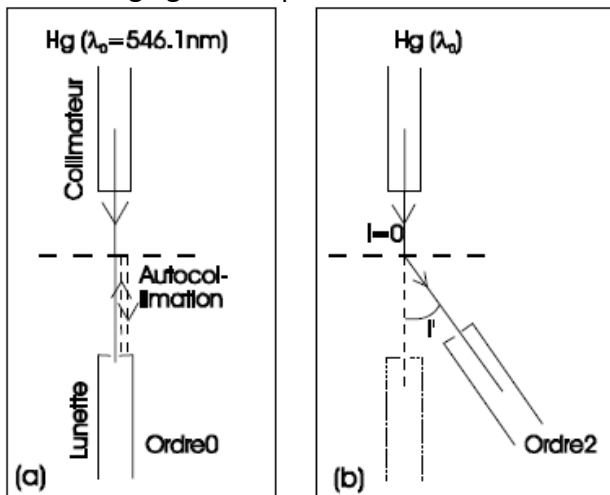


Figure 5 : étapes du réglage en dispersion normale

On cherche à avoir $i'=0$ pour la raie verte du mercure.

Pour cela, faire tourner le plateau : la raie verte se déplace. Lorsqu'elle revient sur le réticule, on se trouve dans la situation de la figure 5 (c) : c'est la dispersion normale.

Montrer le réglage à un professeur.

5.3 Mesures

Repérer la position angulaire θ de chaque raie de la figure 3. On appelle θ_0 la position de la raie verte de référence. Compléter le tableau de la figure 4.

Calculer ensuite $i' = \pm |\theta - \theta_0|$. Affecter le signe - si $\lambda < \lambda_0$ et le signe + sinon.

λ (μm)	0,436 Hg	0,480 Cd	0,546 Hg	0,577 Hg	0,644 Cd
$\theta(^{\circ})$			$\theta_0 =$		
$i' =$ $ \theta - \theta_0 $			0		

Figure 4 : Mesures en dispersion normale à l'ordre 2

Représenter i' en fonction de λ .

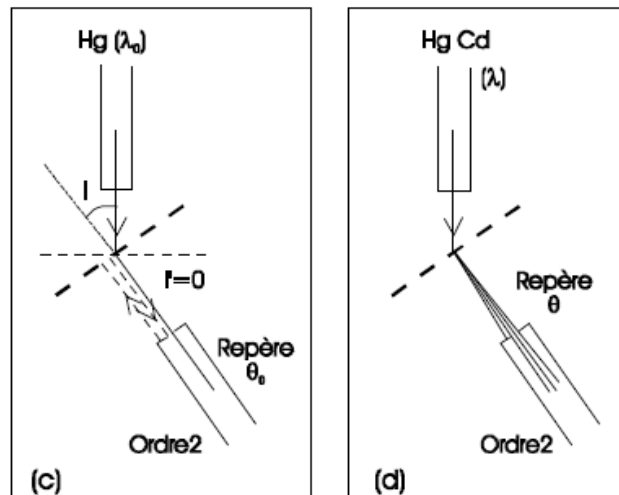
Comparer les valeurs de i' calculées au 4 et celles mesurées.

Tracer la droite de régression avec son équation et calculer sa pente (attentions aux unités).

Comparer la pente issue des mesures à celle calculée au 4 (attention aux unités).

6. Mesure d'une longueur d'onde

Repérer la position θ et calculer i' pour la raie bleu-vert du cadmium. En utilisant les résultats du 5.3, en déduire la longueur d'onde de cette raie. Détailler le calcul.



EMPLOI DU GONIOMETRE BOUTY

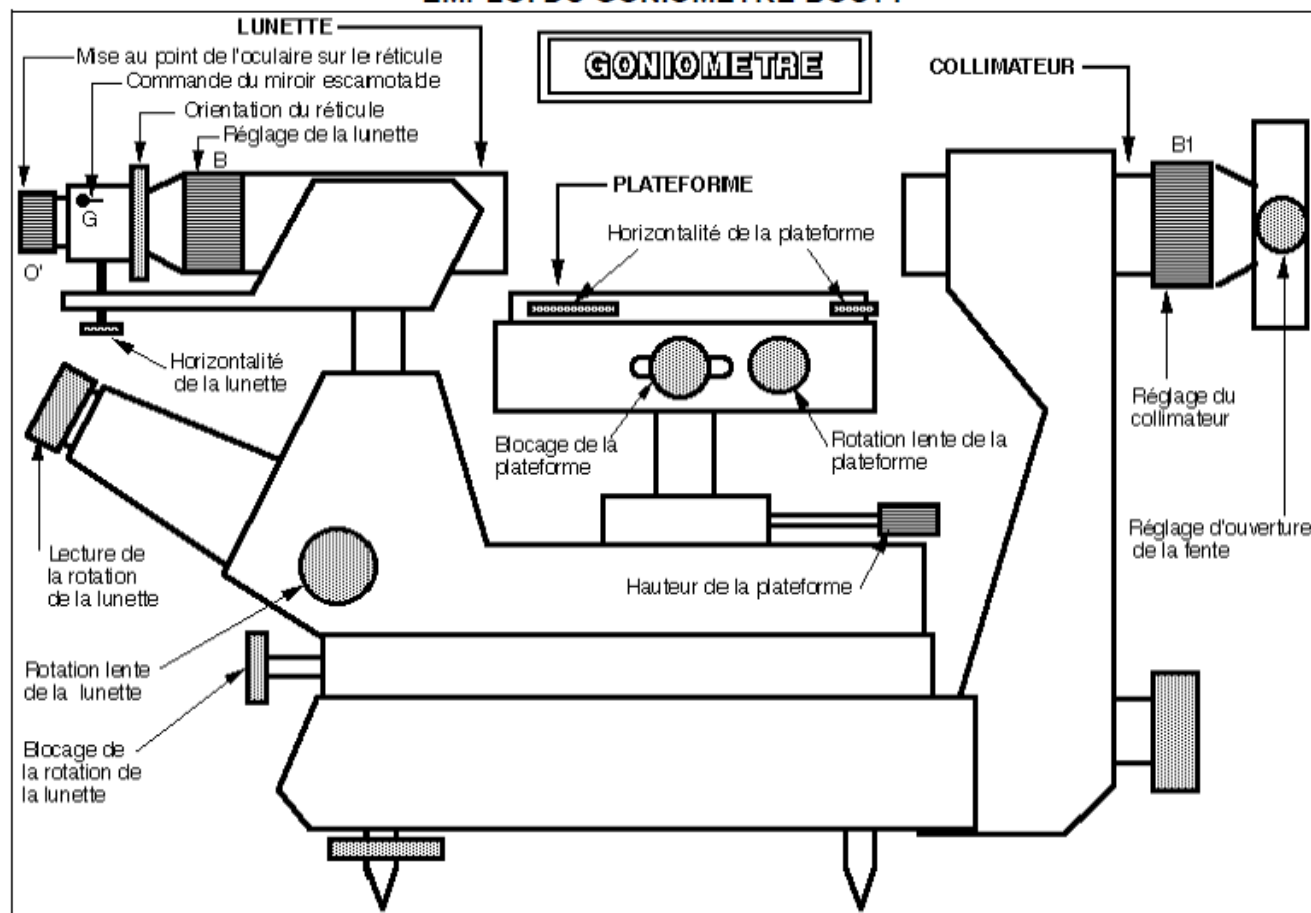


Figure 1 : le goniomètre Bouty

1) goniomètre

C'est un instrument servant à mesurer l'angle que font les directions de deux rayons lumineux. L'appareil se compose essentiellement d'un cercle gradué et d'une lunette autocollimatrice. A cet ensemble est adjoint un collimateur.

2) réglage de l'appareil

* L'oculaire de la lunette doit être réglé de manière que les fils du réticule soient vus avec une parfaite netteté. Ce réglage dépend de la vue de l'observateur et peut être modifié en cours de manipulation. Il faut agir sur O' en l'enfonçant ou en le sortant jusqu'à la mise au point sur le réticule.

* Réglage à l'infini. On dispose un miroir M perpendiculairement à l'axe optique de la lunette. L'observateur aperçoit alors, lorsque le miroir est sensiblement normal à l'axe optique de la lunette, les fils du réticule et leur image éclairés par la lampe de la lunette grâce à la commande de la glace G. Il y a autocollimation si le plan objet et son plan image coïncident. Cela veut dire que l'on doit voir aussi parfaitement net, en même temps, les fils du réticule et leur image. Pour cela, il faut agir sur la bague B. Ce réglage ne doit plus être modifié.

3) réglage du collimateur (on ôte le miroir de la plate-forme)

Cette opération consiste à amener la fente du collimateur dans le plan focal objet de l'objectif de ce collimateur. On éclaire donc la fente du collimateur à l'aide de la lampe au mercure. Mettre la lunette en face du collimateur et viser la fente. Au moyen de la bague B1, déplacer la fente par rapport à l'objectif jusqu'à ce qu'elle soit vue nettement.

Ensuite régler la largeur de la fente. Il faut trouver un compromis entre: suffisamment ouverte pour avoir assez de lumière et pouvoir détecter les ordres élevés et pas trop large afin de minimiser les incertitudes de mesure.

4) lecture d'un angle

Lorsque l'on vise une raie lumineuse, on bloque le bras qui porte la lunette et l'on ajuste sa rotation à l'aide de la vis de réglage fin de façon à ce que le fil du réticule soit au milieu de la raie. L'angle lu est en degrés et minutes d'arc. La valeur des degrés est donnée par le nombre situé au-dessus du trait vertical passant dans la graduation 0-60. On lit ensuite la valeur des minutes sur cette même graduation. Attention aux opérations sur ces angles: $18^{\circ}15' = 18,25^{\circ}$.

NOMS :

DATE :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
3	Observation	____ / 2	
4	Etude théorique Tableau Calcul de i en dispersion normale Graphes et droites de régression Conclusion		____ / 2 ____ / 1 ____ / 2 ____ / 1
5	Dispersion normale Réglages en incidence normale Réglages en dispersion normale Tableau de mesures Graphe, régression, pente, comparaison avec la théorie	____ / 2 ____ / 2	____ / 3 ____ / 3
6	Mesure d'une longueur d'onde inconnue Mesure Calcul de λ		____ / 1 ____ / 1

TOTAL : _____ / 20**Les comptes-rendus sont à rendre une semaine après le TP, le même jour de la semaine.****Un jour de retard : -2 points****Deux jours de retard : note / 2****Au-delà : points sur place / 2**