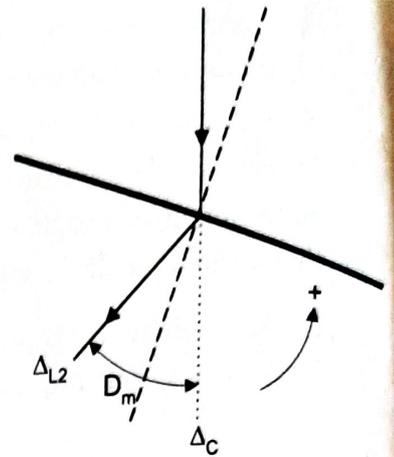
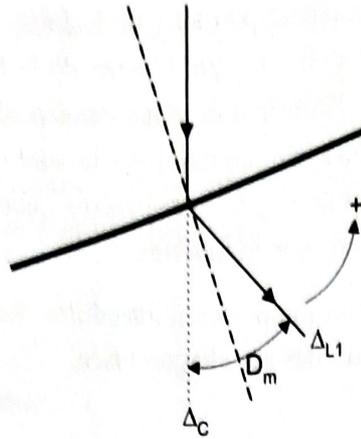


Pour mesurer a ou une longueur d'onde, la mesure de D_m donne des résultats plus précis qu'une méthode fondée sur la mesure directe des angles θ_1 et θ_2 puis l'application de la formule (1) : en effet, la normale au réseau n'est généralement pas repérable de façon précise (les amplitudes des rayons diffractés du côté du rayon incident sont très faibles).

Sachant que les deux positions Δ_{L1} et Δ_{L2} correspondant au minimum de déviation sont symétriques par rapport à Δ_C , on procédera de la façon suivante : on pointe les positions Δ_{L1} et Δ_{L2} sur le vernier ; soient α_1 et α_2 les angles lus.



On établit facilement la relation :

$$2 D_m = \alpha_1 - \alpha_2 \quad (3)$$

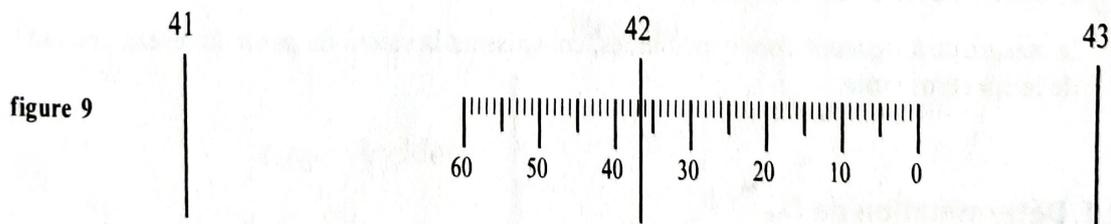
soit finalement, à l'aide de la relation (1) :

$$2a \sin\left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{4}\right) = n\lambda$$

2.2. Lecture sur le vernier

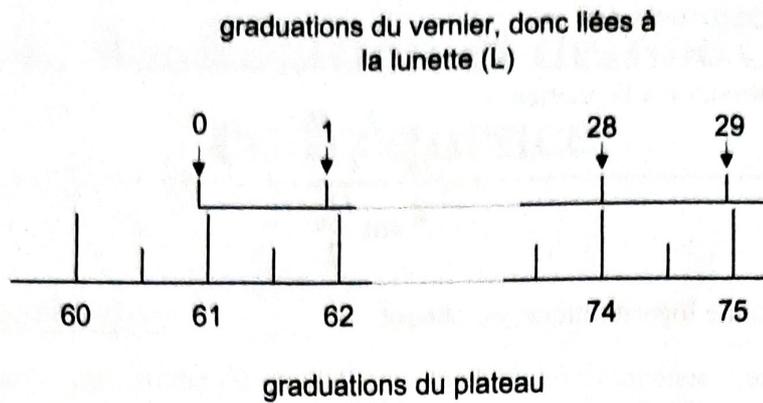
Dans le viseur, on voit les graduations du disque en degrés, mais aussi celles d'une échelle liée au viseur et graduée sur 1° de 0 à 60' (figure 9). Elle permet la mesure des angles à une demi-graduation près donc à $30''$.

Exemple : Si vous voyez dans le viseur la figure 9, la lunette est dans la direction $42^\circ 36' 30''$



Remarque : sur des spectroscopes, plus anciens, le vernier est différent.

L'exemple pour un vernier plus ancien donné ci-dessous correspond à un angle α compris entre $60^\circ 30'$ et 61° (se référer à la position du "0" du vernier par rapport à la graduation du plateau). Le vernier comporte 30 divisions. On détermine la graduation de V coïncidant avec un trait de (P), ici 28.



Le vingt-huitième trait du vernier est en coïncidence avec
une graduation du plateau (peu importe son numéro) : il
faut ajouter 28' à 60°30'

La valeur de α est de ce fait :

$$\alpha = 60^{\circ}30' + 28' = 60^{\circ}58'$$

La précision de la lecture est de 1 à 2'.

3. Mesures

3.1. Mesure du pas a du réseau

Vérifier qu'il s'agit bien d'un réseau par transmission ! Et observer dans quel sens sont les traits. On placera le réseau de telle façon que la direction des traits soit parallèle à celle de Δ .

Noter que l'introduction du réseau entraîne une image de la fente moins nette : ceci est dû à une relative mauvaise qualité du réseau entraînant de la diffusion (éviter tout dépôt graisseux : le prix de ce type de réseau est d'environ 150 €).

Prendre une largeur de fente aussi fine que possible compatible avec une luminosité suffisante.

Mesurer α_1 et α_2 ; en déduire D_m puis " a " par application des formules (2) et (3).

On cherchera à faire des mesures aux ordres 1, 2, et 3 (si possible).

Pour le doublet du Sodium on a les valeurs suivantes :

$$\lambda_1 = 5890 \text{ \AA} \text{ et } \lambda_2 = 5896 \text{ \AA}$$

⇒ suivre la raie quand elle se déplace et pointer dessus au minimum de déviation

Pour que l'angle de déviation D corresponde à la valeur déduite de la théorie il serait nécessaire que les axes Δ_L et Δ_C soient perpendiculaires à l'axe de rotation Δ de la lunette. De plus le plan du réseau devrait contenir l'axe Δ , et les "fentes" du réseau devraient être parallèles à Δ .

Le spectroscope associé au réseau utilisé ici ne permet pas de faire ces réglages de façon précise : l'inclinaison de la lunette sera réglée de façon à ce que l'image de la fente, obtenue en vision directe (sans réseau), soit centrée (axes Δ_C et Δ_L "confondus" dans cette position) ; la position du réseau et l'orientation de son plan (il devrait théoriquement contenir Δ) doivent être réalisés au jugé : pour cela, on regardera si l'image de la fente à travers la lunette reste centrée quand on fait tourner la plate-forme PF (on suivra le déplacement de cette image avec la lunette).

L'absence de réglages précis à ce niveau nous conduira à introduire, lors des calculs d'incertitude, une incertitude systématique en plus des incertitudes sur chaque visée.

2. Principe de la mesure au minimum de déviation

Pour un ordre n donné, une longueur d'onde λ et un angle d'incidence θ_i , la déviation est donnée par la relation : $D = \theta - \theta_i$. La déviation est donc une fonction de θ_i (voir formule (1)) et présente un minimum D_m pour un angle d'incidence tel que : $\theta = -\theta_i = D_m/2$.

D'où :

$$2 \sin \frac{D_m}{2} = n \frac{\lambda}{a} \quad (2)$$

La connaissance de n est aisée : l'ordre 0 correspond à Δ_C et Δ_L confondus, il suffit ensuite de compter combien de fois on rencontre une "couleur" donnée pour connaître son ordre (il est clair que toutes les longueurs d'onde ont leur ordre 0 confondus).

La mesure de D_m peut permettre :

- la mesure du pas a du réseau en pointant une raie de longueur d'onde connue, par exemple "la" raie jaune de sodium ("la" est entre guillemets car il s'agit en réalité non pas d'une raie mais d'un doublet ; soit la structure du doublet n'apparaît pas, et il n'y a pas d'ambiguïté, soit elle apparaît et on choisit l'une des deux raies).
- la mesure de longueurs d'onde inconnues, connaissant la valeur du pas a du réseau : on fait alors de la spectroscopie.

2.1. Détermination de D_m

Pointer la raie voulue dans l'ordre désiré. Le collimateur étant fixe, on fait tourner la plate-forme supportant le réseau dans un sens tel que l'image de la fente donnée par le réseau se déplace en se rapprochant de la direction incidente (axe Δ_C).

Quand D_m est atteint et que l'on poursuit la rotation de la plate-forme on doit observer un déplacement de l'image de F en sens contraire.

1.1. Réglage de la lunette

La lunette comporte un objectif, une mire (ou réticule) et un oculaire.

- faire la mise au point de l'oculaire sur la mire pour une observation au punctum remotum de l'utilisateur.
- régler (L) à l'infini par autocollimation.

Si on change d'opérateur, ce qui sera souvent le cas pendant la séance, seul le réglage de l'oculaire est à refaire, mais il ne faut en aucun cas modifier le "tirage" de la lunette qui visera toujours à l'infini quel que soit le réglage de l'oculaire.

1.2. Réglage du collimateur

La source lumineuse est constituée par le collimateur (C) dont la fente F est éclairée par une lampe spectrale (S). On remarquera qu'il est possible de translater F par rapport au système optique de (C). On vise alors (C) à travers la lunette (L) préalablement réglée et on translate F jusqu'à l'obtention d'une image aussi nette que possible ; il est préférable que la fente ne soit pas trop large pour pouvoir juger convenablement de la netteté de l'image.

Le collimateur (C) est alors réglé à l'infini, ce qui signifie que tout point de F donne naissance, à la sortie de (C), à un faisceau de rayons parallèles ; on ne doit plus retoucher son réglage pendant toute la séance.

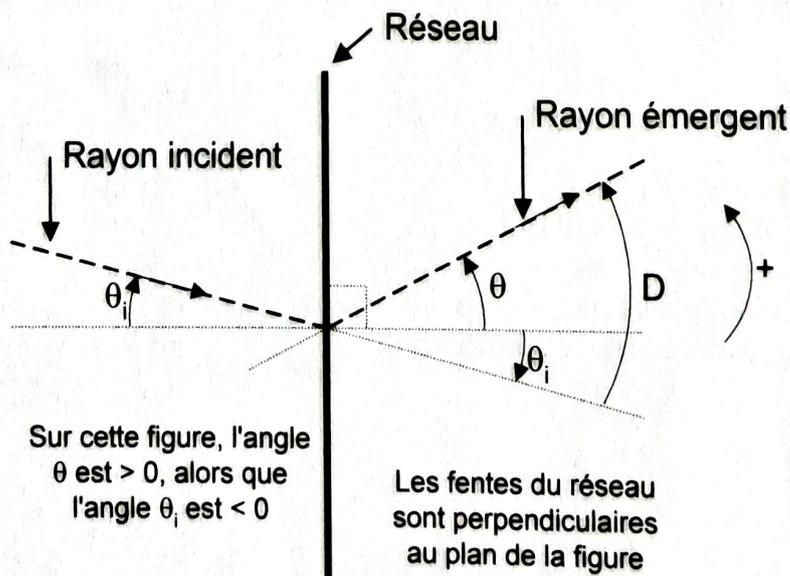
1.3. Réglage de la perpendicularité d'axes

Considérons le faisceau de rayons parallèles à Δ_C sortant de (C) ; à cause du réseau, ces rayons seront déviés de façon sélective dans des directions θ (contenues dans le plan Π perpendiculaire à Δ) telles que :

$$a (\sin \theta - \sin \theta_i) = n \lambda \quad (1)$$

avec : θ_i = angle incidence ; a = pas du réseau ; n = ordre

La déviation est alors donnée par : $D = \theta - \theta_i$



TP 13 : Goniomètre à réseau

Capacités exigibles (programme PCSI)

Mesures d'angles avec un goniomètre. Mesurer une longueur d'onde optique à l'aide d'un goniomètre à réseau. Obtenir et analyser quantitativement un spectre à l'aide d'un réseau.

Plan du TP :

1. Réglages de l'appareil

- 1.1. Réglage de la lunette
- 1.2. Réglage du collimateur
- 1.3. Réglage de la perpendicularité d'axe

2. Principe de la mesure au minimum de déviation

- 2.1. Détermination de D_m
- 2.2. Lecture sur le vernier

3. Mesures

- 3.1. Mesure du pas a du réseau
- 3.2. Calcul d'incertitude sur a
- 3.3. Mesures de longueurs d'ondes inconnues

1. Réglages de l'appareil

Sur un plateau (P) sont montés un collimateur (C) et une lunette autocollimatrice (L) pouvant tourner par rapport à l'axe central Δ perpendiculaire à (P).

Au centre de (P) est disposée une plate-forme (PF) sur laquelle sera placé le réseau.

Les réglages préliminaires à effectuer sont :

- réglage de la lunette à l'infini.
- réglage du collimateur à l'infini.
- réglage, ici très limité, de la perpendicularité de l'axe de visée de la lunette et de l'axe Δ de rotation de (PF) et de (L).

