

---

# TP10

## Goniomètre et réseau

---

### Matériel

- Lampe au sodium, lampe à mercure
- Goniomètre
- Alim 12V
- Réseau

## Objectif du TP

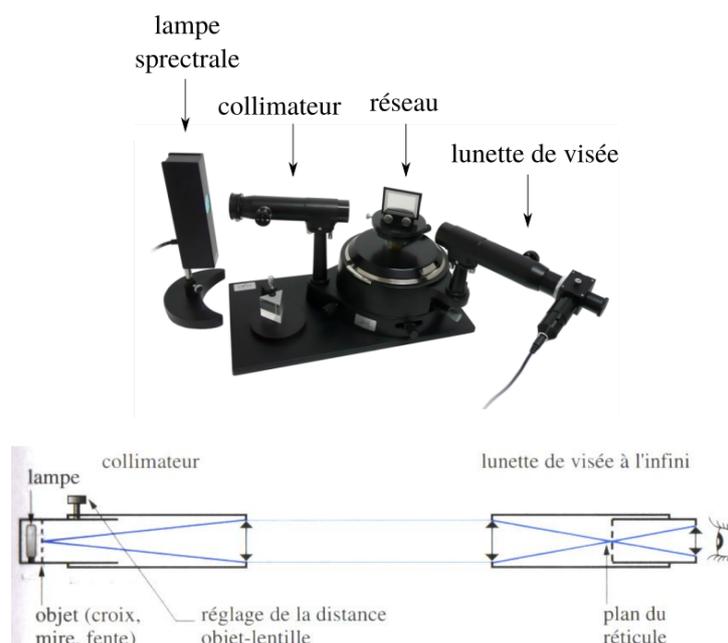
- Observation et analyse qualitative d'un spectre de raies.
- Mesures d'angles et de longueur d'onde avec un goniomètre.
- Détermination du pas d'un réseau.

## 1 Réglages de l'appareil

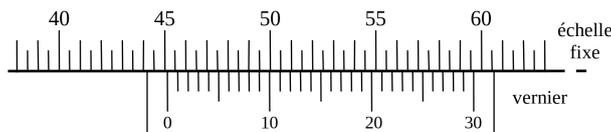
### 1.1 Description du goniomètre / spectroscope

Il comprend les parties suivantes :

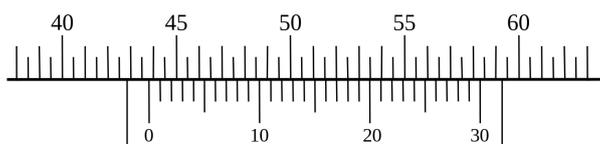
- un **collimateur** produisant un faisceau de lumière parallèle, diaphragmé par une fente réglable,
- un **réseau** (série de traits parallèles régulièrement espacés), placé sur une plate-forme mobile, c'est lui qui va décomposer la lumière de la lampe spectrale, (Rem : La plate-forme mobile sur laquelle se trouve le prisme doit être horizontale. L'appareil est préréglé pour votre utilisation, ne le déréglez pas.)
- une **lunette de visée à l'infini** mobile, pour recevoir le faisceau obtenu. L'image de la fente doit se former à la croisée du réticule,
- un **collimateur micrométrique mobile** dont on ne se servira pas dans le TP (non figuré sur la photo suivante)



- un **vernier** et une graduation angulaire permettant de repérer (au dixième de degré près) la position de la lunette de visée (par exemple). La méthode de mesure d'un angle avec un vernier est illustrée sur le schéma suivant :



Sur ce premier exemple, le 0 du vernier tombe juste après la graduation  $45^\circ$ , donc l'angle à mesurer est entre  $45^\circ 0'$  et  $45^\circ 30'$ . À l'œil, s'il n'y avait pas le vernier, on pourrait dire qu'on est beaucoup plus proche de  $45^\circ 0'$  que  $45^\circ 30'$ , et estimer l'angle grossièrement à  $45^\circ 5'$  ou  $45^\circ 10'$ . Le vernier permet de lire ces minutes : c'est la graduation  $8'$  du vernier qui coïncide exactement avec une graduation de l'échelle fixe, on lit donc  $45^\circ 8'$ .



Ici le 0 du vernier tombe juste après la graduation  $43,5^\circ$  (c'est-à-dire  $43^\circ 30'$ ) donc l'angle à mesurer est entre  $43^\circ 30'$  et  $44^\circ 0'$ . Et la graduation qui coïncide est la 19'. On lit donc  $43^\circ 30' + 19'$ , soit  $43^\circ 49'$

## 1.2 Réglage de la lunette à l'infini

☞ La lunette de visée comprend un objectif et un oculaire. En quoi consiste le réglage à l'infini ?

☞ Tracer un schéma montrant la marche d'un faisceau incident parallèle, incliné sur l'axe.

☞ Réglage de la lunette

- Allumez le dispositif d'éclairage du réticule (alimentation continue 12 V).
- Observez le réticule à travers l'oculaire, et régler ce dernier de sorte que l'observation soit adaptée à votre vue. Ce réglage peut varier selon les observateurs.  
Attention, certains appareils à votre disposition ont une tirette qu'il faut déplacer pour éclairer le réticule.
- Placez un miroir plan à la sortie de la lunette, vous devez observer un rond lumineux, régler le manchon au milieu de la lunette pour observer l'image du réticule dans le même plan que le réticule. On doit alors observer de manière nette deux croix à travers l'oculaire. La lunette est réglée à l'infini.
- Éteignez la lampe d'autocollimation et basculez la tirette (pour les appareils qui en ont une) pour que la lunette de visée soit prête à l'utilisation.

☞ Dans quel plan particulier se trouve le réticule ?

*On ne touchera plus à ce réglage jusqu'à la fin du TP*

## 1.3 Réglage du collimateur

Le collimateur se compose d'une fente verticale de largeur réglable et d'un objectif, mobiles l'un par rapport à l'autre (certains appareils sont équipés d'une molette, les autres sont simplement constitués d'un tube télescopique à ajuster). La fente est éclairée par une lampe spectrale, c'est donc un objet secondaire.

☞ Où doit se situer la fente pour que le collimateur fournisse un faisceau parallèle à partir de cette fente ? Faire un schéma de la marche des rayons à travers le collimateur.

☞ Réglage du collimateur :

- Enlevez le réseau de la plate-forme et placez la lampe à vapeur de sodium derrière la fente, ouverte au départ d'environ 1 mm.
- Regardez à travers la lunette de visée l'image de la fente. Ajustez le collimateur de telle sorte que cette image soit nette, en particulier sur les bords. Si vous ne trouvez pas l'image de la fente, localisez là d'abord grossièrement à l'œil nu, puis placez la lunette dans la bonne position.

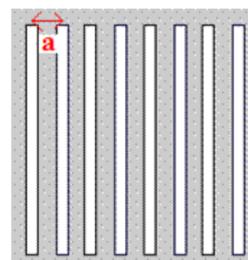
- Réduire la largeur de la fente. Elle doit être la plus fine possible, tout en étant observable.

Rem 1 : Les spectroscopes qui n'ont pas de tirette sur la lunette d'autocollimation fournissent des images parasites de la fente (on voit 3 fentes). Seule la fente la plus lumineuse (celle de droite) doit être considérée.  
 Rem 2 : Si l'image de la fente n'est pas centrée en hauteur, c'est parce que les axes de la lunette et du collimateur ne sont pas confondus. Réglez alors la hauteur (réglage fin) pour que l'image soit bien centrée.

## 2 Étude d'un réseau

### 2.1 Déviation de la lumière par un réseau

Un réseau est un dispositif optique composé d'une série de fentes parallèles (réseau en transmission), ou de rayures réfléchissantes (réseau en réflexion). Ces traits sont espacés de manière régulière. La distance  $a$  entre chaque fente (trait) est appelé le "pas" du réseau. Le réseau est aussi caractérisé par le nombre  $N$  de traits par millimètre :  $N = \frac{1}{a}$ .  
 Lorsque la lumière parvient sur ces traits, chaque "fente" se comporte comme une source lumineuse. Ces sources secondaires interfèrent.



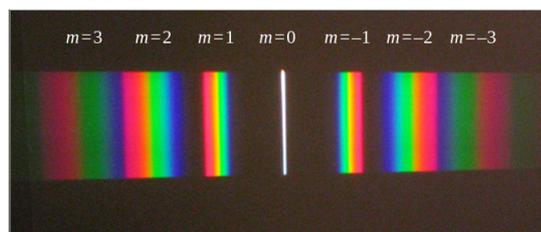
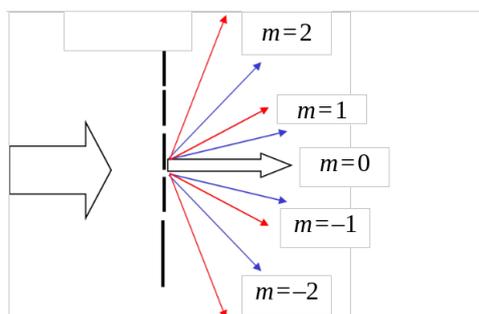
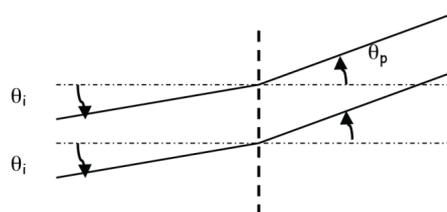
Lorsque la lumière parvient sur le réseau, avec un angle d'incidence  $\theta_i$ , chaque trait se comporte comme une source lumineuse secondaire. Les ondes issues de ces sources secondaires interfèrent. La lumière est alors transmise de manière sélective dans certaines directions faisant l'angle  $\theta_p$  par rapport à la normale au réseau.

On admet la formule suivante pour un réseau, en transmission, de pas  $a$  :

$$\sin \theta_p - \sin \theta_i = p \frac{\lambda}{a},$$

où  $p$  est l'ordre du spectre (entier relatif).

La déviation des rayons est alors donnée par  $D = \theta_p - \theta_i$ . On constate qu'elle dépend de la longueur d'onde. Le réseau **disperse** la lumière, et permet d'obtenir des spectres, au même titre qu'un prisme.



Spectres obtenus avec une lampe blanche

Remarque : si l'ordre  $p$  du réseau est nul, les rayons ne sont pas déviés, quelle que soit la longueur d'onde. Cette situation correspond au cas où la lunette est dans le prolongement du collimateur. Pour connaître l'ordre du spectre, il suffit de partir de cette situation (ordre 0) et de compter le nombre de raies d'une couleur donnée lorsque l'on fait tourner la lunette autour de l'axe central.

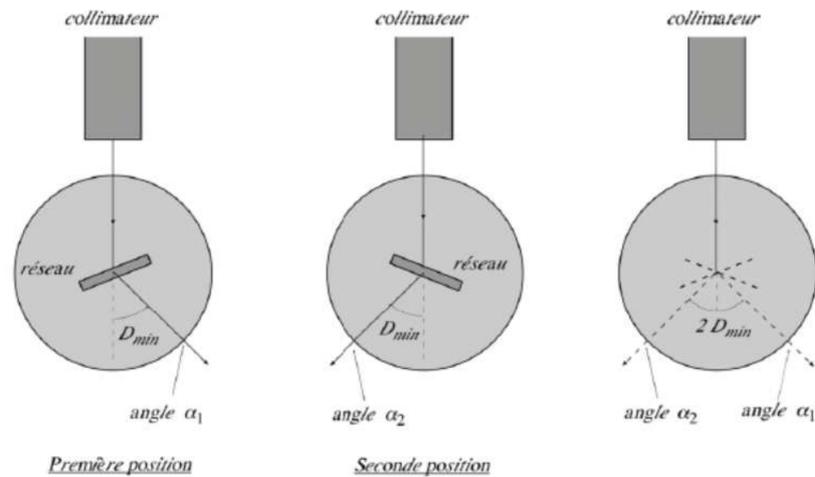
Pour une longueur d'onde  $\lambda$  donnée et pour un spectre d'ordre  $p$  donné, cette déviation  $D$  passe par un minimum quand  $\theta_i$  varie. On admettra que :

$$\theta_p = -\theta_i = \frac{D_{min}}{2} \quad \text{et donc} \quad 2 \sin \left( \frac{D_{min}}{2} \right) = p \frac{\lambda}{a}$$

### 2.2 Observation au minimum de déviation

- ☞ Placer le réseau sur la plate forme, éclairer la fente du collimateur avec la lampe spectrale au sodium (couleur orangée) et observer une des raies du doublet jaune ( $\lambda = 589,0 \text{ nm}$  et  $\lambda = 589,6 \text{ nm}$ ) dans le spectre d'ordre 1 (l'ordre 0 n'est pas dévié, toutes les longueurs d'onde se superposent, on ne distingue pas les différentes raies).

- Tourner la plate forme (le réseau), tout en observant (à l'œil dans un premier temps) la raie jaune, pour rendre l'angle de déviation minimum : la raie doit se rapprocher le plus possible de l'axe du collimateur. On est au minimum de déviation lorsque la raie « rebrousse » chemin. Faire coïncider le trait vertical du réticule de la lunette d'observation avec la raie jaune.
- Mesurer alors la position de la lunette par rapport au support (angle  $\alpha_1$ )
- Tourner la plate forme et se placer dans la position de déviation minimale symétrique (voir schéma ci-dessous) : cela revient à changer  $p$  en  $-p$ .



- Mesurer alors la position de la lunette par rapport au support (angle  $\alpha_2$ )
  - En déduire l'angle de déviation minimale :  $D_{min} = \frac{1}{2}|\alpha_2 - \alpha_1|$ .
- (Remarque : Attention si la graduation 0 se trouve entre  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ , tenez-en compte dans le calcul)

### 2.3 Mesure du pas du réseau

- À la lumière de ces informations sur le réseau, proposer un protocole expérimental de mesure du pas  $a$ .

### 2.4 Mesure de longueurs d'onde

- Proposer et mettre en œuvre un protocole de mesure des longueurs d'ondes des raies rouge et verte du sodium.