

# TP OPTIQUE 1 : GONIOMETRE

## Spectroscope à réseau

### Objectifs :

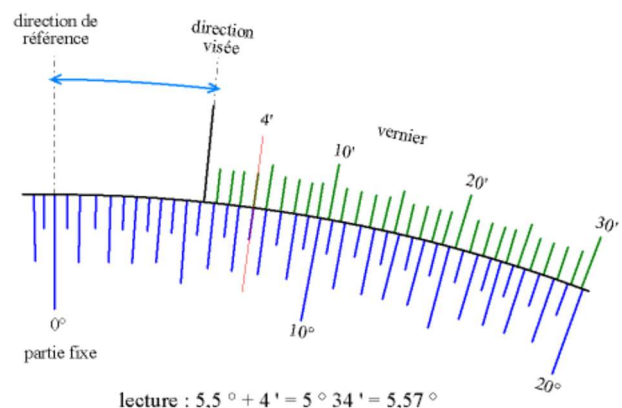
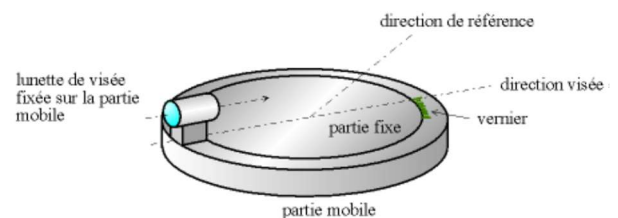
- Observation et analyse qualitative d'un spectre de raies.
- Détermination du pas d'un réseau.
- Mesures de longueurs d'onde avec un goniomètre.

## I. Réglages de l'appareil

### 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 réseau 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 (à la minute d'arc près) la position de la lunette de visée (par exemple). La méthode de mesure d'un angle avec un vernier est illustrée sur le deuxième schéma :



## 2) Réglage de la lunette à l'infini

### Questions :

- La lunette de visée comprend un objectif et un oculaire. Chacun est constitué d'une lentille convergente. En quoi consiste le réglage à l'infini ?
- Tracer un schéma montrant la marche d'un faisceau incident parallèle, incliné sur l'axe.

- 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.

### Question :

- Dans quel plan particulier se trouve le réticule ?

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

## 3) Réglage du collimateur

Le collimateur se compose d'une fente verticale de largeur réglable et d'un objectif (lentille convergente), 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.

### Question :

- 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.

- 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'oeil 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.

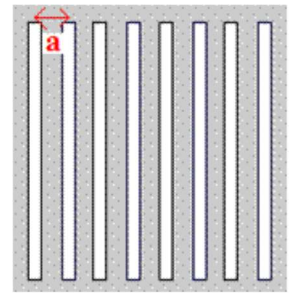
Remarque 1 : Les spectroscopes qui n'ont pas de tirette sur la lunette d'autocollimation fournissent des images parasites de la fente (on voit 3 fentes). Seule la fente la plus lumineuse (celle de droite) doit être considérée.

Remarque 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.

## II. Utilisation d'un réseau

### 1) Déviations 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 :  $N = \frac{1}{a}$  ( $a$  en mm).



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  $\theta_0$ , 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  $\theta_k$  par rapport à la normale au réseau.

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

$$\sin \theta_k - \sin \theta_0 = k \frac{\lambda}{a} \quad k \in \mathbb{Z}$$

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

La déviation des rayons est alors donnée par  $D = \theta_k - \theta_0$ . 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.

Remarque : si l'ordre  $k$  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.

### 2) Mesure du pas du réseau

- A l'aide de la lunette, viser la raie verte d'ordre 1 du mercure. Observer que la position de cette raie varie si on tourne le plateau du réseau. Observer que l'angle entre le rayon incident et le rayon vert passe par un minimum pour une incidence donnée du réseau. Se placer au minimum de déviation. Mesurer la position de la raie au minimum de déviation.

#### Questions :

- Comment mesurer l'angle de déviation ? Faire la mesure.
  - Comment mesurer l'angle d'incidence ? Faire la mesure. Quelle est la relation entre l'angle d'incidence et l'angle de diffraction au minimum de déviation ?
  - La position du réseau au minimum de déviation est-elle la même pour une raie d'une autre couleur ?
- A l'ordre 1 et pour une longueur d'onde donnée, on montre que la déviation du rayon  $D(\lambda) = \theta_1(\lambda) - \theta_0$  passe par un minimum  $D_m(\lambda)$  pour  $\theta_1(\lambda) = -\theta_0$ .
- En déduire la relation  $\sin \frac{D_m}{2} = \frac{\lambda}{2a}$ , où  $a$  est la distance entre deux traits du réseau.
  - En déduire le pas du réseau.

### 3) Mesure d'une longueur d'onde par la méthode du minimum de déviation

#### Question :

→ Connaissant le pas du réseau, peut-on en déduire la longueur d'ondes des différentes couleurs du mercure ? Comment ?

Effectuer avec soin les mesures et vérifier les valeurs obtenues.

### 4) Mesure d'une longueur d'onde par la méthode de la courbe d'étalonnage

- Eclairer le réseau en incidence normale en expliquant clairement la méthode. Une fois ce réglage fait, il ne doit plus être modifié.

#### Question :

→ Que devient la formule des réseaux ?

- ✓ **Courbe d'étalonnage** : pour chaque longueur d'onde du mercure et du cadmium donnée en annexe, mesurer l'angle  $\theta_1(\lambda)$  de diffraction à l'ordre 1 (en expliquant la méthode). Tracer la courbe  $\sin \theta_1 = f(\lambda)$  : c'est la courbe d'étalonnage.
- ✓ **Exploitation** : modéliser la courbe. En déduire les longueurs d'onde du spectre du sodium. Le doublet du sodium est-il séparé à l'ordre 1 ? à l'ordre 2 ?

	Couleur	$\lambda$ ( nm)	Intensité
<b>Lampe He</b>	Rouge	667,8	Intense
	Jaune	587,5	
	Vert	501,5	
	Vert-bleu	492,1	Pâle
	Bleu clair	471,3	A peine visible
	Violet	447,1	
<b>Lampe Cd</b>	Rouge	643,8	<b>Intense</b>
	Vert	508,6	<b>Intense</b>
	Bleu	480,0	<b>Intense</b>
	Bleu-violet	467,8	<b>Intense</b>
<b>Lampe Hg</b>	Rouge	690,7	Pâle
	"	623,4	"
	"	612,3	Très pâle
	"	607,2	"
	Jaune	579,1	<b>Intense</b>
	"	577,0	<b>Intense</b>
	Vert -jaune	546,1	<b>Très intense</b>
	Vert	496,0	Très pâle
	Vert-bleu	491,6	Pâle
	Bleu-violet	435,8	<b>Intense</b>
	Violet	407,8	Très pâle
	"	404,7	<b>Intense</b>
<b>Lampe Na</b>	Rouge-orange	615,8	Pâle
	Jaune (doublet D)	586,3	Très intense
	Jaune-vert	568,5	Intense
	Vert	498,1	Très pâle