

TP 7 : Spectrogoniomètre à réseau

💡 **Compétences expérimentales évaluées lors de ce TP :**

- ✓ Mesurer un angle avec un goniomètre
- ✓ Utiliser des vis micrométriques et un réticule.
- ✓ Régler et mettre en œuvre une lunette autocollimatrice et un collimateur.



But du TP

Mesurer le pas a du réseau.

I Présentation du réseau



Définition

Un réseau est une surface portant un ensemble de rayures parallèles régulièrement espacées. Les fentes sont équidistantes d'une distance a de l'ordre du micromètre, appelée **pas du réseau**. Grâce aux phénomènes d'interférences et de diffraction, le réseau permet d'obtenir le spectre de la lumière qui l'éclaire.



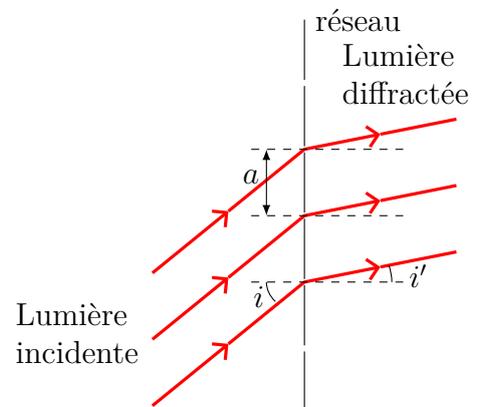
Un faisceau monochromatique de rayons parallèles arrivant sur le réseau sous un angle d'incidence i est diffracté dans une direction particulière i' .

Les angles i et i' sont reliés par la relation :

$$\sin(i') - \sin(i) = p \frac{\lambda}{a}$$

a le pas du réseau

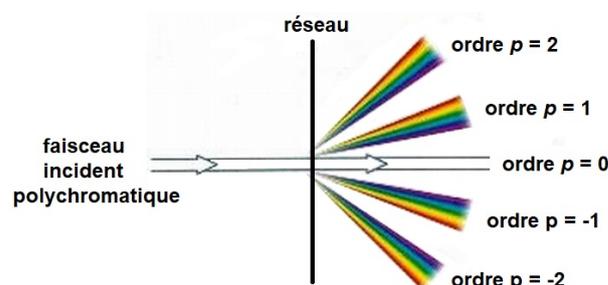
avec : λ la longueur d'onde de la radiation considérée
 p l'ordre du spectre ($p = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$)



La déviation des rayons est alors donnée par $D = i' - i$. Comme elle dépend de la longueur d'onde λ , le réseau disperse la lumière, et permet d'obtenir des spectres, comme la fait un prisme.

Avec une source de lumière polychromatique :

- À l'ordre $p = 0$, on n'observe pas de spectre car aucune radiation n'est déviée quelle que soit sa longueur d'onde.
- Pour les ordres $p \neq 0$, on observe un spectre, car chaque radiation (de longueur d'onde différente), est déviée avec un angle i' différent.



Pour une longueur d'onde λ donnée et pour un spectre d'ordre p donné, la déviation D passe par un minimum D_{\min} quand i varie. On admettra que :

$$2 \sin \left(\frac{D_{\min}}{2} \right) = p \times \frac{\lambda}{a} \quad (1)$$

II Partie expérimentale

II.1 Réglage de la lunette autocollimatrice

Suivre le protocole ci-dessous pour régler la lunette autocollimatrice :

Protocole

Étape ① : Régler l'oculaire à sa vue (comme pour le réglage du viseur au **TP3**) : cela consiste à placer le réticule dans le plan focal objet de l'oculaire afin que son image par l'oculaire se forme à l'infini (qui est le PR pour un œil normal). Ce réglage s'effectue au moyen de la molette située sous l'oculaire :

- Éclairer le réticule avec l'éclairage auxiliaire et disposer la la semi-réfléchissante dans le champ (grâce au levier situé sur la lunette)
- Placer l'œil près de l'oculaire et sortir l'oculaire en le dévissant jusqu'à ce que l'image du réticule cesse d'être nette.
- Repousser ensuite doucement l'oculaire pour retrouver la netteté : Le réglage correct correspond au **tirage maximal de l'oculaire** pour lequel le réticule paraît net.

 **Le réglage de l'oculaire est un réglage personnel** (il faut voir net le réticule **sans accommoder**, et le PR peut-être différent d'une personne à une autre) et doit être refait à chaque changement d'utilisateur.

Étape ② : Régler la lunette sur l'infini par autocollimation : cela consiste à placer le réticule dans le plan focal objet de l'objectif. Ce réglage s'effectue par autocollimation par réflexion sur un miroir plan placé à la sortie de la lunette.

- L'éclairage auxiliaire étant allumé, placer un miroir plan contre la lunette.
- Avec l'œil collé à l'oculaire, observer les 2 images : l'image directe du réticule par l'oculaire et l'image du réticule après réflexion sur le miroir plan.
- Modifier le tirage de le l'objectif de manière à ce que l'image du réticule soit aussi nette que le réticule lui-même (ces deux images sont se forment alors dans le même plan).
- Vérifier le réglage en déplaçant l'œil transversalement devant l'oculaire : les traits doivent se déplacer « en bloc », et pas l'une par rapport à l'autre.

Remarque : Ce réglage est indépendant de l'observateur, ainsi que de la position et de l'orientation du miroir.

II.2 Réglage du collimateur

Suivre le protocole ci-dessous pour régler le collimateur.

Objectif du réglage du collimateur : Un collimateur sert à créer un objet à l'infini. Le réglage consiste à placer la fente du collimateur dans le plan focal objet de l'objectif du collimateur de façon à obtenir une image nette à l'infini (on obtient un faisceau de lumière parallèle).

🔑 Protocole

- À l'aide de la lunette de visée à l'infini réglée préalablement, viser la fente d'entrée éclairée du collimateur (prendre une fente plutôt fine pour éviter d'être ébloui).
- Agir sur la bague de tirage du collimateur pour observer la fente nette à travers la lunette autocollimatrice.

⚠️ **On ne touchera plus à la bague de tirage du collimateur** (mais largeur de la fente pourra être réglée si besoin).

II.3 Observation des spectres et du minimum de déviation

Suivre le protocole ci-dessous pour observer les spectres et le minimum de déviation.

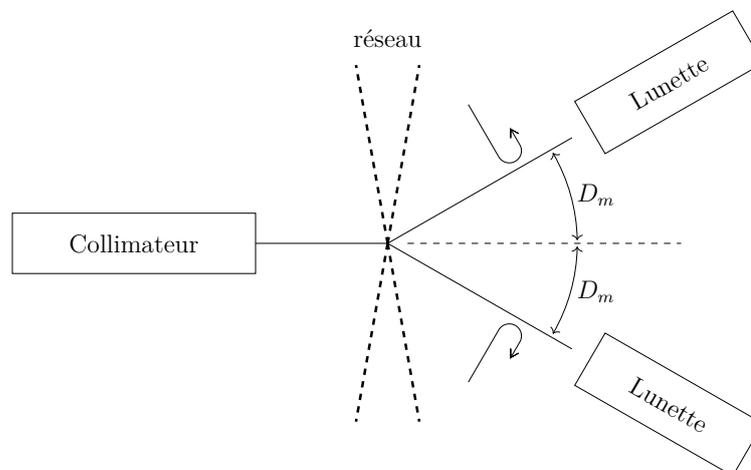
Appeler l'enseignant pour lui montrer l'observation du minimum de déviation et la lecture de la position angulaire avec le vernier.

🔑 Protocole

- La fente du collimateur étant éclairée avec la lampe spectrale au mercure (Hg), placer le réseau sur la plate forme (approximativement perpendiculaire au faisceau lumineux et observer (à l'œil dans un premier temps) les différentes raies 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 puis avec la lunette) la raie verte la plus intense, 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 alors coïncider le trait vertical du réticule de la lunette d'observation avec la raie verte.
- Mesurer alors précisément avec le vernier la position de la lunette par rapport au support (angle α_1).

Noter sa valeur :

- 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 α_2).

Noter sa valeur :

III Exploitation des mesures expérimentales

- Q1. Comment déterminer D_m pour la raie observée à partir des mesures expérimentales ?
- Q2. En utilisant la formule (1), donner l'expression du nombre de traits par mm en fonction de λ , D_{\min} et p .
- Q3. Faire l'AN pour déterminer le nombre de traits par mm à partir des résultats expérimentaux.
- Q4. Évaluer l'incertitude-type sur le nombre de traits par mm en utilisant une simulation de Monte-Carlo (fichier `incertitudes_TP7_eleves.py`).
- Q5. Comparer la valeur obtenue avec la valeur de indiquée par le fabricant en calculant l'écart normalisé. Ces valeurs sont-elles compatibles ?

Données

La lampe à vapeur de mercure est une lampe spectrale donnant un grand nombre de raies réparties dans tout le spectre visible et de longueurs d'ondes connues :

Lampe	Couleur	λ en nm	Intensité
Mercure	rouge	690,7	faible
		623,4	faible
		612,3	très faible
		607,2	très faible
	jaune	579,1-577,0	doublet intense
	vert-jaune	546,1	très intense
	vert	496,0	très faible
	bleu-vert	491,6	faible
	bleu-violet	435,8	intense
		violet	407,8
404,7	intense		