



TP S2 – DOUBLET JAUNE DU SODIUM

D.Malka – MPSI 2018-2019 – Lycée Jeanne d'Albret

Capacités expérimentales	
Évaluer une incertitude	✓
Juger qualitativement si des données expérimentales avec incertitudes sont en accord avec un modèle linéaire	✓
Extraire à l'aide d'un logiciel les incertitudes sur la pente et sur l'ordonnée à l'origine dans le cas de données en accord avec un modèle linéaire	✓
Réaliser l'analyse spectrale d'un signal ou sa synthèse.	✓
Utiliser une lunette auto-collimatrice	✓
Utiliser des vis micrométriques et un réticule pour tirer parti de la précision affichée de l'appareil utilisé	✓
Mesurer une longueur d'onde optique à l'aide d'un goniomètre à réseau	✓

Le but de ce TP est de mesurer la longueur d'onde moyenne du doublet jaune du sodium.

1 La spectrométrie

La spectrométrie a pour objet la mesure des longueurs d'onde des rayonnements. Il existe différents type de spectromètre. Au cours de ce TP, nous utilisons un spectrogoniomètre. Ce spectromètre est fondé sur un élément dispersif : le réseau. Un réseau est un élément optique strié par N traits parallèles ($N \approx 100 - 1000$ traits/mm) qui diffractent la lumière dans les directions $\theta_k(\lambda)$ où k est l'ordre d'interférence (fig.1).

Un étalonnage du spectromètre à partir d'une source lumineuse de spectre connu permet de déterminer la loi $\theta(\lambda)$. Mesurant ensuite θ pour une raie donnée, on en déduit la valeur de sa longueur d'onde λ . C'est précisément ce que nous réalisons dans ce TP. Dans un premier temps, on étalonne le spectrogoniomètre avec une lampe spectrale à vapeur de mercure (Hg). On utilise ensuite ce même

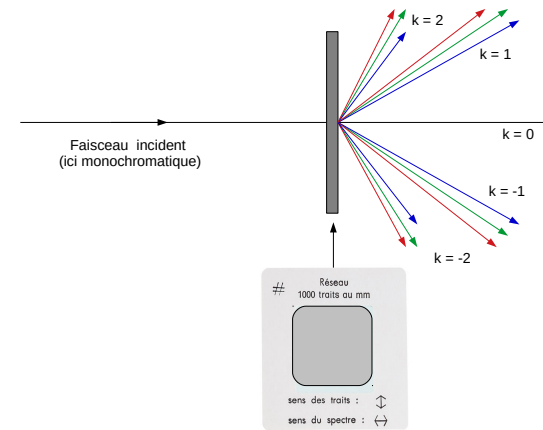


FIGURE 1 – Diffraction par un réseau

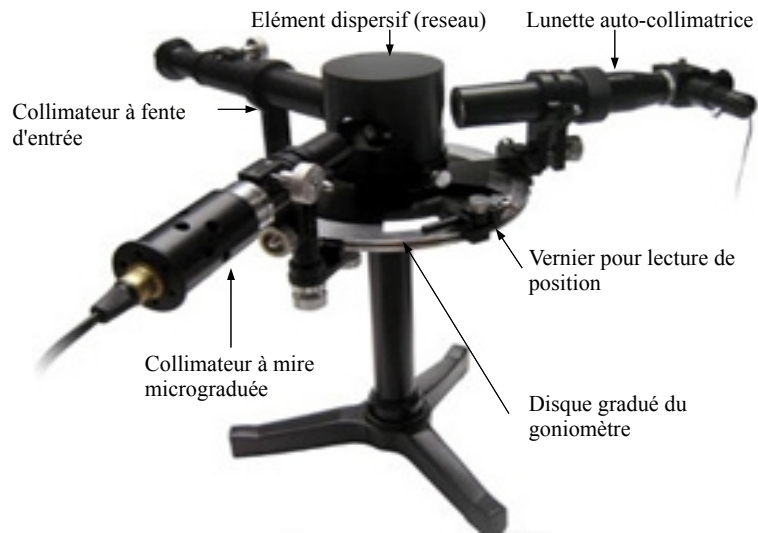
spectrogoniomètre et la courbe d'étalonnage construite pour mesurer la longueur d'onde moyenne du doublet jaune du sodium (Na).

2 Dispositif expérimental

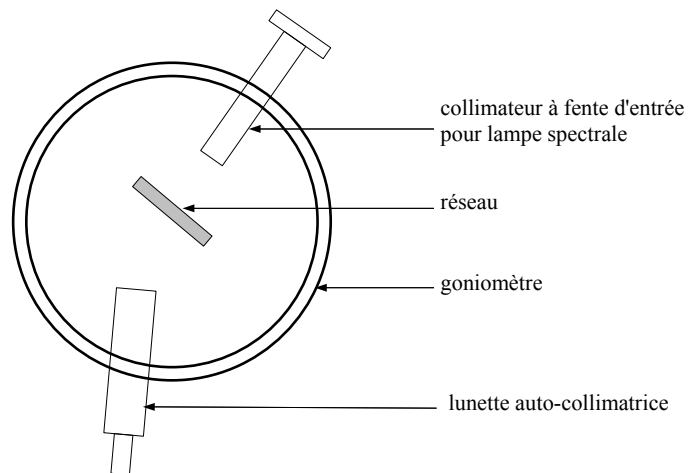
2.1 Présentation

Repérer les différents éléments du goniomètre (fig.2).





(a) Photo



(b) Schéma

FIGURE 2 – Goniomètre

3 Réglages

Objectifs des réglages :

- le réseau n'étant rigoureusement stigmatique qu'à l'infini, on règle la lunette en vision à l'infini (par auto-collimation) puis le collimateur en source à l'infini ;
- tous les rayons lumineux doivent être orthogonaux au réseau : pour cela on règle l'horizontalité des différents éléments.

Pour bien assimiler les réglages, il est recommandé de les illustrer de schémas montrant la position des différents éléments d'optique ainsi que la traject de la lumière.

3.1 Lunette auto-collimatrice

On rappelle le schéma de principe d'une lunette (fig.3).

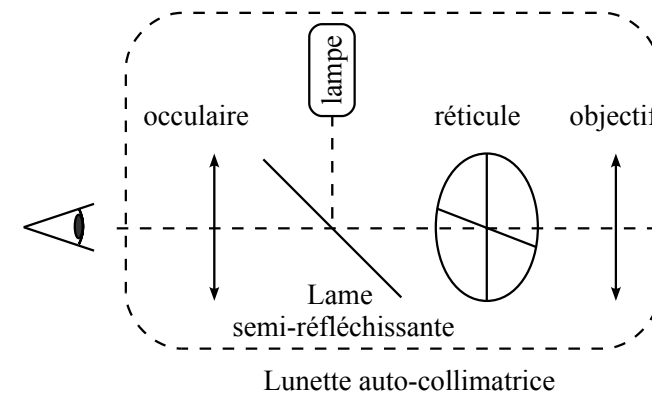


FIGURE 3 – Principe de la lunette auto-collimatrice

La lunette auto-collimatrice est une lunette disposant d'une source de lumière latérale éclairant un réticule. La lunette doit être réglée à l'infini. Pour cela :

1. Éclairer le réticule de la lunette auto-collimatrice.
2. Régler l'oculaire de façon à voir net (sans accommoder) le réticule. Où se trouve alors le réticule par rapport à l'oculaire ?

3. Placer un miroir plan en face de la lunette puis l’orienter de façon à ce que l’image du réticule (disque lumineux avec une croix sombre à l’intérieur) par réflexion sur la lame de verre soit dans le champ de vision.
4. Parallèlement :
 - déplacer l’objectif de façon à voir net simultanément le réticule et son image¹ : la lunette est alors réglée à l’infini ;
 - incliner la lunette (via la vis sur son support) pour superposer le réticule et son image : l’axe de la lunette est alors orthogonal au plan du miroir.

3.2 Collimateur à fente d’entrée

1. Ôter le miroir du goniomètre et éteindre l’éclairage du réticule de la lunette.
2. Brancher la lampe à vapeur atomique de mercure puis la coller à la fente du collimateur.
3. Orienter le collimateur face à la lunette de façon à percevoir l’image de la fente par la lunette.
4. Parallèlement :
 - régler la distance fente-lentille du collimateur de façon à voir simultanément net le réticule de la lunette et la fente : où se trouve alors l’image de la fente par rapport à l’oculaire ? Conclure que le collimateur simule alors un objet à l’infini.
 - régler l’inclinaison du collimateur de façon à centrer l’image de la fente par rapport au réticule : les axes du collimateur et de la lunette sont alors confondus.
5. Affiner au maximum la fente tout en conservant une luminosité raisonnable.

3.3 Rappel : lecture sur un vernier

Le disque fixe du goniomètre est gradué en $1/2^\circ$. Les pieds des instruments mobiles (notamment la lunette) comportent un vernier gradué en $1/60$ degrés permettant de mesurer leur position avec précision.

Comment lire la mesure donnée par un vernier ? Voir fig.4 :

1. La position relative du réticule et de son image doit rester inchangée lors de légers mouvements transverses de la tête.

- La graduation du disque fixe la plus proche de la graduation principale du vernier donne la position à $1/2^\circ$ degré près.
- La graduation du vernier coïncidant avec une graduation du disque fixe donne la valeur en $1/60^\circ$ qu’il faut ajouter à la valeur précédente pour obtenir la position précise de l’instrument.

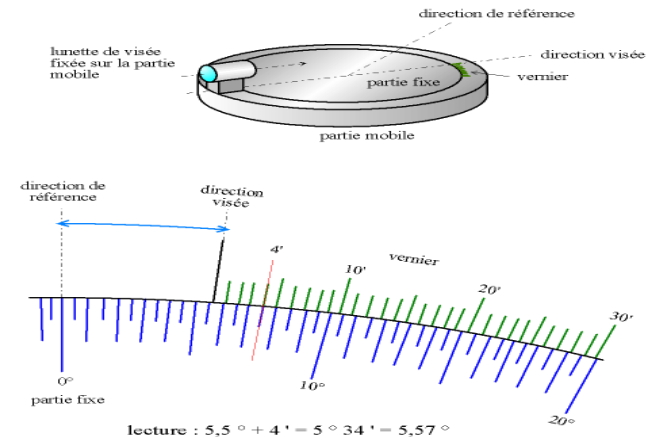


FIGURE 4 – Comment lire sur un vernier ?

Lien pour bien comprendre l’utilisation d’un vernier :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Divers/vernier.html

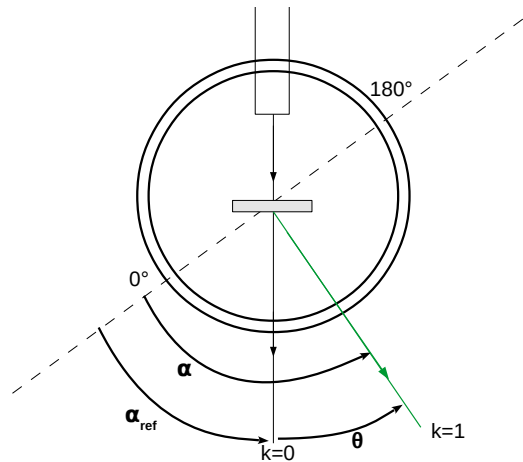
4 Étalonnage du spectrogoniomètre

4.1 Mesures

1. Positionner la lunette, le collimateur et l’orientation du réseau de façon à centrer le réticule sur l’ordre 0 (image de la fente). **Ne plus bouger ni le collimateur, ni le réseau !**
2. Relever la direction d’incidence α_{ref} (voir fig.6).
3. Pour les cinq raies les plus intenses du mercure (tableau fig.5), mesurer α (voir fig.6).

couleur	intensité	longueur d’onde $\lambda(\text{nm})$
violet	très intense	404,7
violet-bleu	très intense	435,8
vert	très intense	546,1
jaune	intense	579,1
jaune	intense	577,0

FIGURE 5 – Principales raies du mercure atomique

FIGURE 6 – Mesure de l’angle de déviation $\theta = \alpha - \alpha_{\text{ref}}$ de déviation par le réseau.

4.2 Courbe d’étalonnage

1. Calculer $\theta = \alpha - \alpha_{\text{ref}}$ puis $\sin \theta$ au tableur.
2. La dispersion à l’ordre 1 par le réseau suit la loi suivante :

$$\sin \theta - \sin \theta_0 = \frac{\lambda}{a}$$

A partir d’un tableur-grapheur, construire la droite d’étalonnage $\sin \theta = f(\lambda)$ et procéder à un ajustement.

3. Relever la valeur des paramètres d’ajustement. Est-ce cohérent avec les indications du réseau ?

5 Doublet jaune du sodium

1. Mesurer α_S puis θ_S pour le doublet jaune du sodium.
2. Déterminer à partir de la courbe d’étalonnage et de la valeur de $\sin \theta_S$ pour le sodium, la longueur d’onde moyenne du doublet jaune du sodium.
3. Comparer aux valeurs tabulées : 589.0 nm et 589.6 nm.