

Objectifs	Étudier le spectre d'une source en utilisant un réseau	
Thèmes	Réseau optique, lampe à vapeur atomique	
Matériel sur les paillasses élèves	Goniomètre avec vernier angulaire Réseau optique par transmission	Lampe à vapeur atomique (le gaz indiqué sur la lampe est possiblement incorrect)
Sécurité & Déchets	Les lampes à vapeur atomiques chauffent. On prendra garde à ne pas les toucher près de l'ampoule. De plus, une fois chaudes, il arrive qu'elles ne se rallument plus avant d'avoir refroidi. On évitera de les allumer / éteindre plusieurs fois.	

TABLE DES MATIERES

I - FONCTIONNEMENT ET REGLAGE DU GONIOMÈTRE -----	1 -
I.1 - Composition et principe de fonctionnement -----	1 -
I.2 - Réglages du goniomètre -----	2 -
II - ÉTUDE SPECTRALE À L'AIDE D'UN RÉSEAU -----	2 -
II.1 - Rappels concernant les réseaux -----	2 -
II.2 - Détermination du spectre de la source -----	2 -

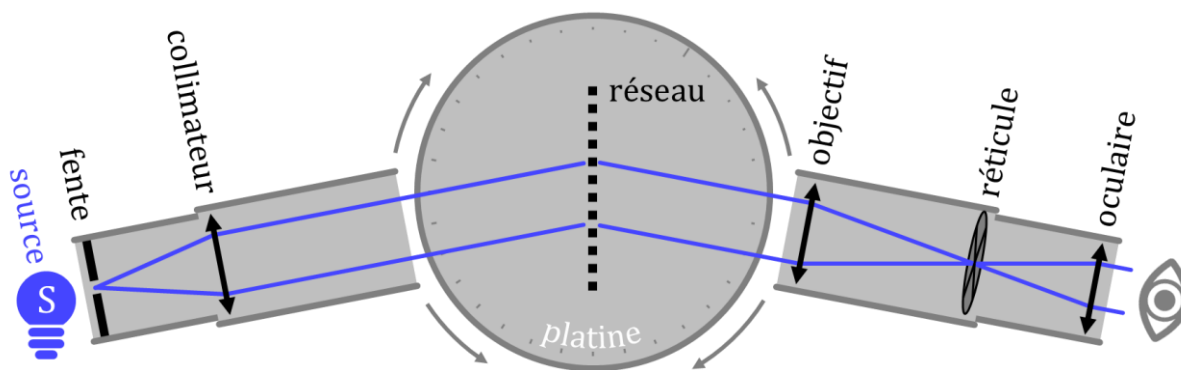
La spectroscopie (ou spectrométrie) optique est l'étude du spectre d'un rayonnement lumineux. Le physicien Joseph Von Fraunhofer est souvent cité comme l'inventeur de la spectroscopie, au début du 19^{ème} siècle : il fut le premier à produire un spectre détaillé du soleil, grâce à un réseau qu'il mit au point lui-même pour l'occasion (il découvrit ainsi les centaines de lignes d'absorption dues aux gaz présents dans la couronne solaire, désormais appelées « raies de Fraunhofer »).

La spectroscopie est toujours une méthode largement utilisée en optique (par exemple, pour l'analyse des rayonnements stellaires ou cosmiques) et en chimie (par exemple, pour l'analyse de la composition d'un échantillon chimique par spectroscopie infrarouge ou UV). Dans ce TP, on étudie les bases de fonctionnement d'un spectromètre, dont le rôle est de séparer et d'identifier les longueurs d'ondes présentes dans un rayonnement.

I - FONCTIONNEMENT ET REGLAGE DU GONIOMÈTRE

I.1 - Composition et principe de fonctionnement

Le schéma de principe du goniomètre est présenté sur le schéma ci-dessous (vue du dessus du goniomètre) :



Un goniomètre est un appareil permettant des mesures précises d'angles de rayons lumineux. Il peut être utilisé avec n'importe quel élément optique ayant un effet sur la direction de propagation des rayons (prisme, réseau, etc.) Dans ce TP, nous l'utiliserons uniquement avec un réseau.

La source de lumière est placée du côté du **collimateur**, juste avant une **fente de largeur réglable**, qui se comporte comme une très fine source secondaire. Les rayons issus de cette source passent par le **collimateur** (une lentille convergente) dont ils ressortent parallèles avant d'arriver sur le **réseau**, qui les dévie de la manière étudiée en cours. Ils arrivent ensuite dans la lunette (si elle est bien placée), où ils passent par l'**objectif**, qui fait converger le faisceau sur un **réticule**. Le plan comprenant ce réticule agit alors comme une source secondaire, dont les rayons sont rendus parallèles par l'**oculaire**. On peut alors placer l'œil en sortie de la lunette, et observer sans accommoder à la fois le réticule et les rayons issus du réseau.

Remarque : la position du collimateur, de l'objectif, et de l'oculaire sont réglables, de sorte à ce que les rayons arrivant sur le réseau soient parallèles, que ceux qui convergent dans le plan du réticule soient ceux qui sortent parallèles du réseau, et que l'observation à l'oculaire soit aisée.

I.2 - Réglages du goniomètre

Avant même que la source soit présente, on doit régler les paramètres précédemment évoqués afin que les rayons se comportent comme sur le schéma de principe :

1. Régler la position de l'oculaire de sorte à ce que le réticule puisse être observé confortablement, sans accommoder ;
2. Régler la position de l'objectif de sorte à ce qu'il fasse l'image (dans le plan du réticule) d'objets à l'infini. Pour cela, on pourra pointer la lunette vers un objet lointain (le mur le plus éloigné de la pièce, par exemple), et placer l'objectif pour qu'il soit aussi net que le réticule.
3. On régler la position du collimateur de sorte à ce que les rayons qui en sortent soient parallèles. Pour cela, on allumera la lampe spectrale pour la placer devant la fente (très proche, mais pas suffisamment pour que la chaleur de l'ampoule puisse dégrader le goniomètre, environ 1 cm), et en observant au travers de la lunette (la platine étant vide), on placera le collimateur de sorte à ce que l'image de la fente soit nette.

Lorsque le réseau est correctement réglé, si un autre observateur à la vision différente du premier souhaite obtenir une image nette, il suffit de régler position de l'oculaire (la modification d'un autre paramètre impose de refaire l'intégralité du processus de réglage).

Une fois les réglages effectués, l'élément placé sur la platine est éclairé par un faisceau parallèle, et on observe les rayons transmis à l'infini (ce qui correspond bien au cadre d'étude auquel on s'est limité dans le cours sur les réseaux).

II - ÉTUDE SPECTRALE À L'AIDE D'UN RÉSEAU

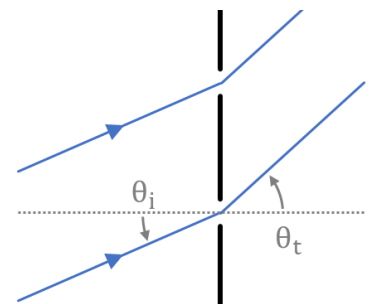
II.1 - Rappels concernant les réseaux

Le nombre de fentes composant un réseau est suffisamment grand pour qu'on puisse considérer en bonne approximation que seuls certains angles de sortie θ_t des rayons mènent à des interférences non-destructives.

La relation liant l'angle d'incidence des rayons, et les angles des rayons transmis pour lesquels on observe une frange brillante est :

$$\sin(\theta_t) - \sin(\theta_i) = p \frac{\lambda}{a} \quad (p \in \mathbb{Z}) \quad \text{ou} \quad \lambda = \frac{a}{p} \cdot (\sin(\theta_t) - \sin(\theta_i))$$

Une connaissance précise des angles θ_i et θ_t (pour un ordre donné) permet de déterminer simplement la longueur d'onde observée.



II.2 - Détermination du spectre de la source

Dans cette partie, on souhaite utiliser les angles des rayons incidents et réfléchis afin de déterminer l'ensemble des longueurs d'ondes émises par la source spectrale. On souhaite donc réaliser des mesures d'angle précises utilisant uniquement le vernier du goniomètre.

4. Placer le réseau sur la platine, grossièrement perpendiculaire aux rayons issus de la source. Dans la lunette, observer alors les raies brillantes correspondant à l'ordre 0, 1 et 2 (si possible). Modifier la largeur de la fente pour observer l'effet sur les raies observées.

Le placement d'un réseau sur la platine ne peut pas se faire avec une grande précision : il est impossible de connaître exactement l'angle θ_i entre les rayons incidents. On peut seulement placer le réseau de manière approximativement perpendiculaire aux rayons. Cela dit, il est possible de faire des mesures de longueur d'onde très précises sans connaître cet angle.

5. En écrivant la relation des réseaux à l'ordre +1 et -1, déterminer un protocole expérimental permettant de déterminer la longueur d'onde d'une raie sans connaître l'angle d'incidence des rayons.
6. Avec la précision permise par le vernier, mesurer la longueur d'onde des raies présentes dans la lumière spectrale. Comparer aux spectres indiqués sur le poster disponible dans la salle (**attention** : le gaz indiqué sur la lampe spectrale n'est pas forcément correct, car certaines ampoules ont été changées).

Remarque : le nombre de traits par millimètre indiqué sur le réseau n'est qu'une indication approximative. Usuellement, il est nécessaire de déterminer le paramètre a en utilisant un spectre connu (pour ensuite utiliser le réseau ainsi caractérisé). Ainsi, une fois le spectre identifié, il est plus correct de déterminer le paramètre a du réseau en utilisant les mesures de longueur d'onde.