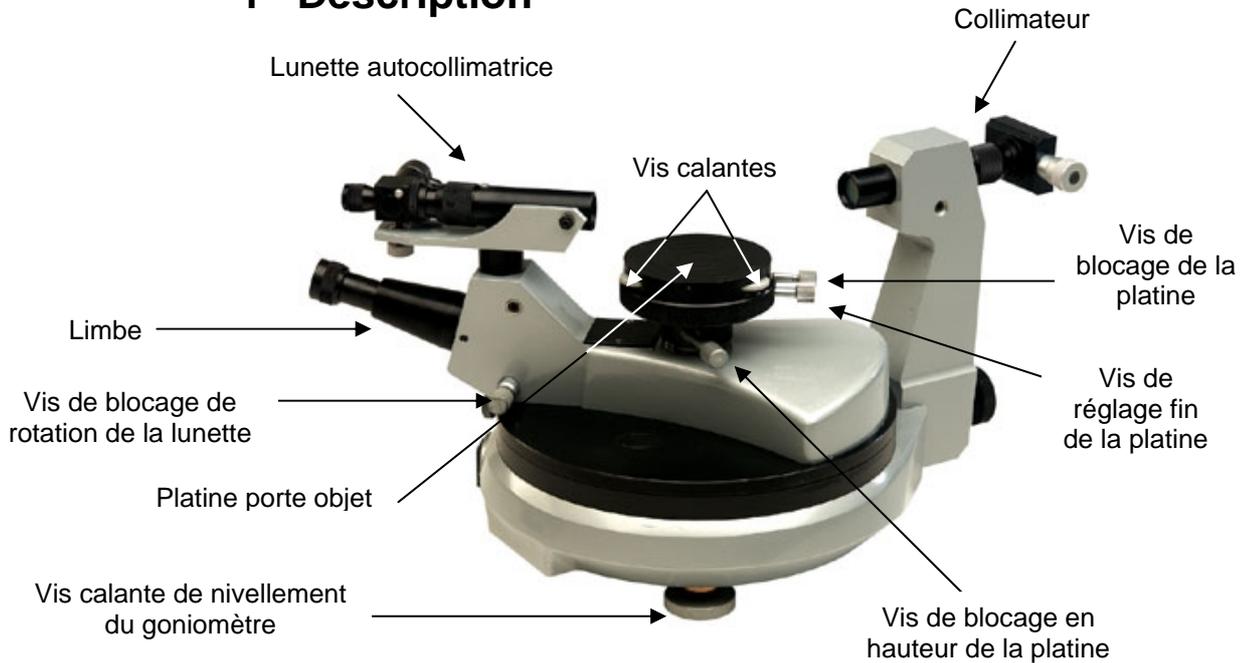
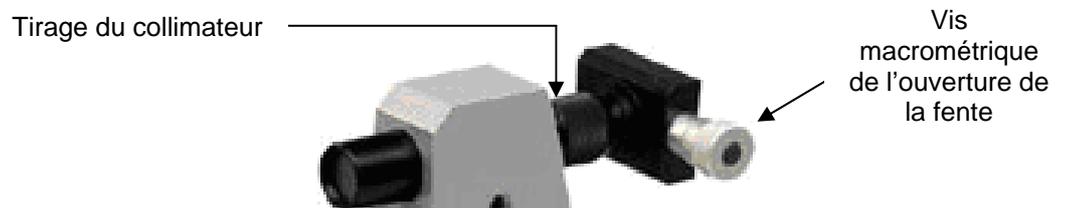


1 Description



1.1 Le collimateur

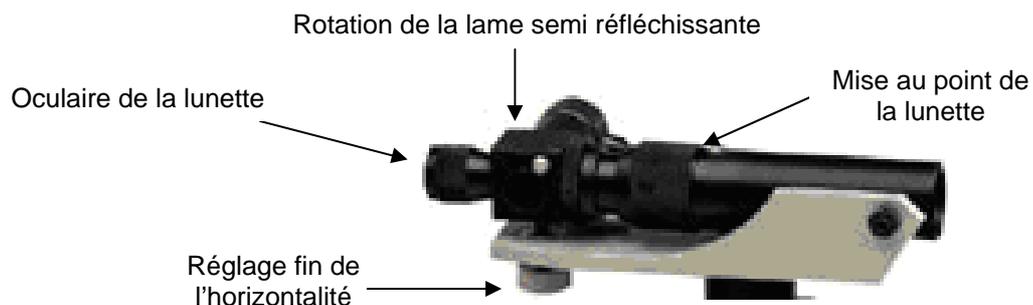


Le collimateur est constitué d'une fente verticale dont il est possible de faire varier la largeur et que l'on peut placer dans le plan focal d'une lentille convergente.

Il est équipé :

- d'un objectif de \varnothing 25 mm et de focale 160 mm,
- d'une fente à ouverture réglable d'une hauteur de 10 mm. L'ouverture de cette fente est repérée sur un tambour dont chaque division correspond à $1/100^e$ mm.

1.2 La lunette autocollimatrice



Cette lunette comporte un réticule constitué de deux fils croisés que l'on éclaire par un dispositif d'éclairage. Elle est mobile autour d'un axe vertical dont on peut repérer la position grâce aux graduations sur verre associées à un microscope à micromètre.

La lunette autocollimatrice est constituée :

- d'un oculaire orthoscopique à tirage,
- d'une lame semi réfléchissante,
- d'un réticule en croix,
- d'un dispositif d'éclairage 6 V – 0.5 A,
- d'un objectif de \varnothing 35 mm et de focale 130 mm,
- d'une vis de réglage de l'horizontalité, placée sous le berceau de la lunette.

1.3 Le limbe

Le limbe est gradué en degrés et est composé de :

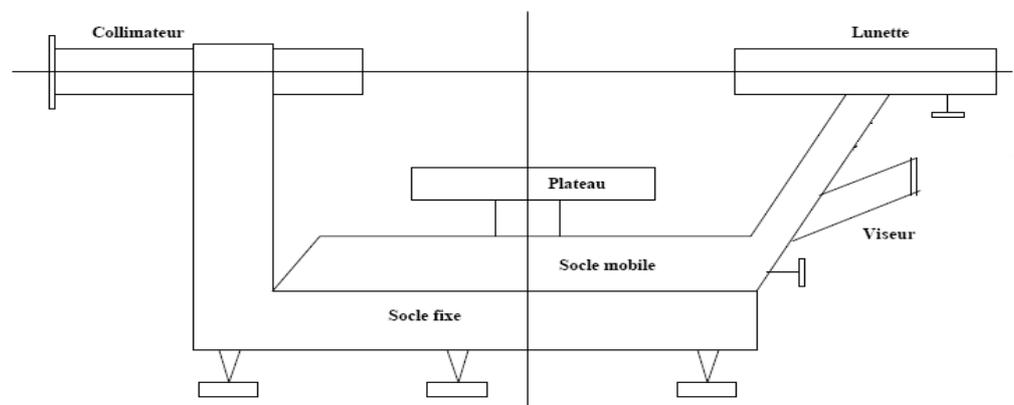
- d'un carter étanche protégeant les divisions,
- d'un dispositif d'éclairage 6 V – 0.5 A,
- d'un microscope constitué d'un oculaire x 15 et d'un objectif achromatique x 4 permettant la lecture des graduations (précision 30 secondes d'arc),
- d'une échelle gravée en 60 minutes.

1.4 La platine porte objet

La platine porte objet est mobile autour d'un axe vertical passant par le centre du disque. Elle se règle en hauteur par tirage et vis de blocage. Trois vis calantes permettent de régler son horizontalité.

2 Principe

Dans son principe, un goniomètre est un instrument scientifique simple. Il s'agit de dévier un faisceau lumineux au moyen d'un prisme ou d'un réseau de diffraction. Si ce faisceau se compose de plus d'une couleur de lumière, il se forme un spectre car les différentes couleurs sont réfractées ou diffractées selon des angles différents. Il reste à mesurer l'angle de déviation de chaque couleur de lumière. Le résultat est une « empreinte » spectrale qui constitue une mine d'informations sur la substance dont la lumière émane.

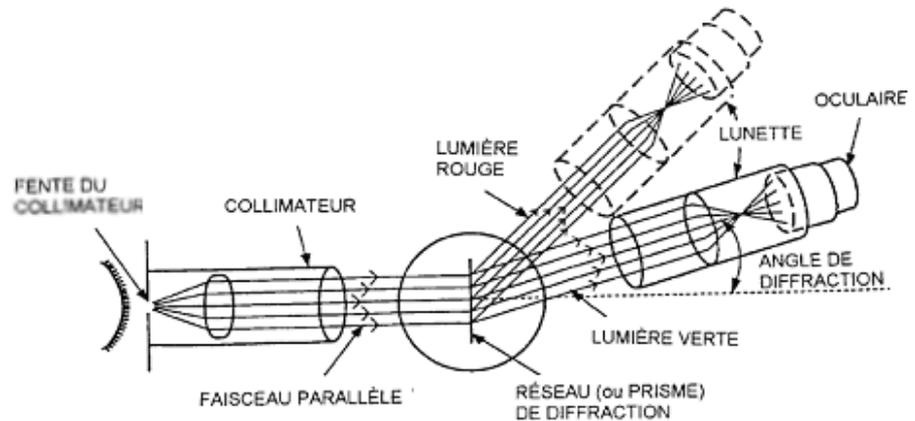


Le faisceau incident est fourni par une source lumineuse (de préférence une source spectre discret telle qu'une lampe à vapeur de mercure ou de sodium), éclairant la fente d'entrée du collimateur réglé sur l'infini, fournissant ainsi un faisceau de lumière parallèle. Ce collimateur est fixe, d'axe perpendiculaire à l'axe du goniomètre.

La lumière provenant de la fente frappe l'élément de diffraction selon un angle d'incidence identique. Ceci est indispensable pour former une image nette.

L'élément de diffraction dévie le faisceau lumineux. Si ce faisceau se compose de nombreuses couleurs différentes, chaque couleur est diffractée selon un angle différent.

La lunette peut tourner pour recevoir la lumière diffractée selon des angles mesurés avec une grande précision. Avec une mise au point à l'infini de la lunette et en la positionnant selon un angle permettant de capter la lumière d'une couleur donnée, une image précise de la fente du collimateur peut être visualisée.



Par exemple, lorsque la lunette est réglée selon un certain angle de rotation, l'observateur peut voir une image rouge de la fente, selon un autre angle une image verte, et ainsi de suite. En faisant tourner la lunette, on peut visualiser les images de la fente correspondant à chaque couleur élémentaire et l'angle de diffraction de chaque image peut être mesuré. Si les caractéristiques de l'élément de diffraction sont connues, ces angles mesurés permettent de déterminer les longueurs d'ondes présentes dans la lumière.

3 Réglages

Le goniomètre est réglé si :

- la lunette est réglée à l'infini,
- l'axe optique de la lunette est orthogonal à l'axe de rotation,
- le collimateur est réglé à l'infini,
- l'instrument utilisé sur la platine est bien positionné par rapport à l'axe de rotation.

Brancher tout d'abord l'instrument sur le secteur 220 – 230 V puis positionner les vis calantes à mi-course. Aligner ensuite la lunette et le collimateur puis poser un prisme sur la platine porte objet.

3.1 Réglage de la lunette

Pour commencer, déplacer l'oculaire de tel sorte à voir nettement le réticule. Les rayons lumineux provenant du réticule, éclairé par un dispositif latéral, traversent l'objectif et sont réfléchis par une des faces du prisme.

Orienter correctement le prisme en tournant lentement la platine jusqu'à voir le faisceau réfléchi dans le champ de la lunette (apparence d'un disque éclairé). Bloquer ensuite la platine porte objet.

Régler le tirage de la lunette jusqu'à voir nettement le réticule et son image. Une fois cette opération effectuée, le réticule se trouve au foyer de l'objectif de la lunette.

Si le collimateur fournit un faisceau parallèle issu de la fente, l'image se formera au foyer de l'objectif de la lunette et sera donc nette en même temps que le réticule.

3.2 Réglage du collimateur

Eteindre l'éclairage du réticule et enlever le prisme de la platine porte objet.

Placer une source lumineuse (de préférence une source spectre discret telle qu'une lampe à vapeur de mercure ou de sodium) devant la fente du collimateur préalablement ouverte puis viser à la lunette le collimateur. Par action sur le tirage du collimateur, mettre l'image de la fente au point sur le réticule. Le collimateur fournit alors un faisceau parallèle.

Régler enfin l'ouverture de la fente avec la vis micrométrique pour avoir une image fine.

3.3 Réglage de la platine

Il s'agit ici de rendre l'axe de la lunette et le plan de la platine perpendiculaire à l'axe du goniomètre. Lorsque ce réglage sera réalisé, le faisceau lumineux sera toujours dans le plan normal à l'arête du prisme.

Remettre le prisme sur la platine porte objet. Bloquer ensuite la lunette dans l'axe du collimateur.

Faire ensuite coïncider les traits verticaux du réticule et de son image en tournant lentement la platine. Bloquer cette dernière.

Faire coïncider les traits horizontaux en agissant à la fois sur la vis de réglage de l'horizontalité de la lunette et à la fois sur la vis calante de la platine située juste en face de la lunette.

Débloquer la platine, la faire pivoter de 120° et recommencer cette série de réglages pour la deuxième puis la troisième face du prisme. Continuer, **en tournant toujours dans le même sens**, jusqu'à ce que le trait horizontal du réticule coïncide avec son image pour les trois faces du prisme.

Bloquer enfin la vis de réglage en hauteur de la platine.

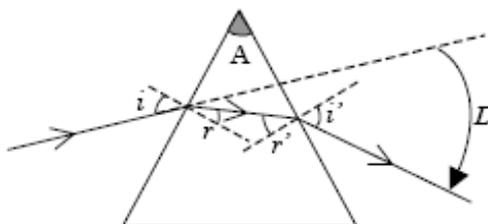
On veillera à ne pas déplacer le prisme durant toute la manipulation.

4 Travaux pratiques

4.1 Rappels théoriques

Le prisme est un instrument qui permet d'observer le phénomène de dispersion de la lumière. Il est utilisé ici pour effectuer des mesures de longueurs d'onde.

La déviation D d'un rayon lumineux par un prisme croît avec l'indice n du prisme et donc, décroît avec la longueur d'onde. Ainsi, la déviation augmente du rouge au violet dans le domaine visible.



La déviation d'un rayon à travers le prisme est déterminée par les relations :

$$\begin{aligned} \sin i &= n \sin r & A &= r' - r \\ \sin i' &= n \sin r' & D &= i' - i - A \end{aligned}$$

Les angles i , i' , r , r' et D sont comptés algébriquement. Le sens positif choisi est celui pour lequel D est positif.

En écrivant les différentielles des quatre équations du prisme, on montre que la déviation présente un minimum D_m quand $i = i'$.

On déduit l'expression de n en fonction de A et de D_m qui est :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

4.2 Mesures au goniomètre

Sur ce goniomètre, les graduations sur métal et les verniers ont été remplacés par des graduations sur verre et un microscope à micromètre qui permet d'apprécier les 30 secondes. Le limbe est entièrement enfermé dans un carter étanche qui protège les divisions.

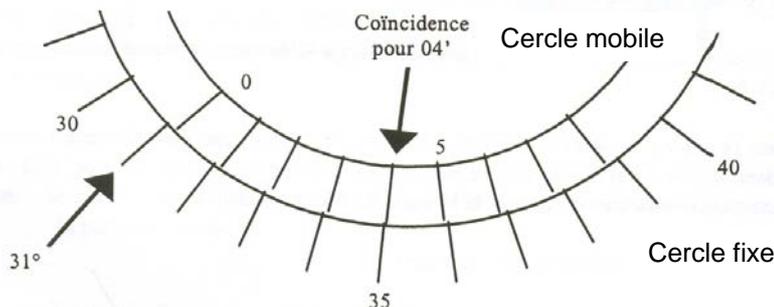
La graduation principale est un cercle fixe divisé en 360 degrés. La partie mobile, solidaire de la lunette d'observation, porte 120 divisions qui correspondent à 119 degrés.

Chaque division de ce cercle mobile est égale à $119 / 120$ degré.

Le décalage entre une division du cercle fixe et une division du cercle mobile est égale à $1 / 120$ degrés, soit 30 secondes.

Pour effectuer une mesure, il est nécessaire de prendre sur le cercle divisé la valeur (en degrés) de la graduation juste inférieure au 0 du cercle mobile, puis la valeur du trait de ce cercle (en minute d'arc) qui est en correspondance avec un des traits du cercle fixe.

Pour la figure ci-dessous, la lecture sera : $\alpha = 31^\circ 04' \pm 30''$

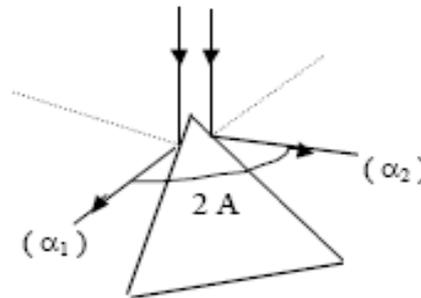


4.3 Manipulations

4.3.1 Mesure de l'angle A

Eteindre l'éclairage du réticule et éclairer la fente à l'aide d'une source lumineuse (de préférence une source spectre discret telle qu'une lampe à vapeur de mercure ou de sodium).

L'arête du prisme est dirigée vers le collimateur. La lumière incidente est réfléchiée par les deux faces du prisme. Viser successivement les deux faisceaux réfléchis puis noter les positions de la lunette α_1 et α_2 .



On peut montrer que l'angle entre ces deux positions est égal à $2A$.

Faire plusieurs mesures pour déterminer A . La comparaison des différentes mesures permet d'évaluer l'incertitude sur A .

4.3.2 Mesure de la déviation minimale pour une longueur d'onde donnée

Tourner le prisme de façon à éclairer l'une des faces de celui-ci (face « d'entrée ») de façon suffisamment oblique pour voir la lumière ressortir par la face « de sortie ». Constaté que le déplacement d'image change de sens : l'angle de déviation diminue puis augmente.

Il est alors possible de repérer, à l'œil nu, le minimum de déviation.

Ensuite, à l'aide de la lunette, régler de manière plus précise la position du prisme au minimum de déviation. Pour cela, placer l'image de la fente en coïncidence avec l'axe vertical du réticule. Repérer la position de la lunette.

Tourner le prisme pour échanger la face « d'entrée » et la face « de sortie » et refaire la même manipulation. Entre les deux positions correspondant à la déviation minimale, la lunette a tourné de $2D_m$.

4.3.3 Indice de réfraction du prisme – Loi de Cauchy

Il est désormais possible de calculer l'indice de réfraction du prisme pour une radiation monochromatique donnée, grâce à la formule :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

Pour plusieurs longueurs d'onde, déterminer expérimentalement l'angle minimum de déviation D_m puis calculer l'indice de réfraction n correspondant.

Tracer ensuite la courbe $n = f(\lambda)$ puis la courbe $n = f(1/\lambda^2)$.

Il est alors facile de déterminer les coefficients a et b intervenant dans la loi de Cauchy et de vérifier celle-ci :

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

5 Informations complémentaires

Radiation du mercure	Longueur d'onde (nm)
Violette	404,7
Indigo	435,8
Vert - bleu	491,6
Vert - jaune	546,1
Jaune	577

6 Entretien

Nettoyer périodiquement l'ouverture de la lunette, l'ouverture du collimateur et le prisme à l'aide d'un papier non abrasif pour lentilles. Aucun autre entretien périodique n'est nécessaire.

IMPORTANT : Toujours manipuler le goniomètre et ses accessoires avec soin pour éviter de rayer les surfaces optiques et provoquer un désalignement. Par ailleurs, le goniomètre doit être soigneusement rangé lorsqu'il n'est pas utilisé.

7 Service après vente

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
+33 (0)2 32 29 40 50

Optique
Goniomètre
Ref :
213 019

NOTES