

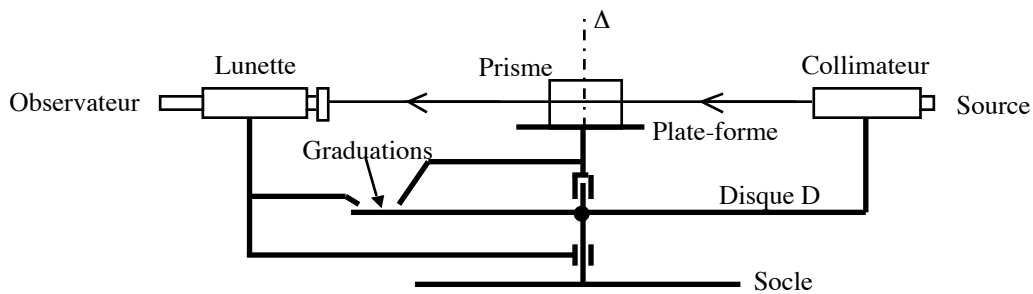
## GONIOMETRE (TP-cours)

### I Description du goniomètre

Le goniomètre est un appareil qui permet d'effectuer des mesures d'angles. Il sera utilisé pour déterminer la position angulaire des raies d'un spectre discret, réalisé à partir de la lumière issue d'une source lumineuse et décomposée en ses différentes longueurs d'onde par un élément dispersif, ici le prisme.

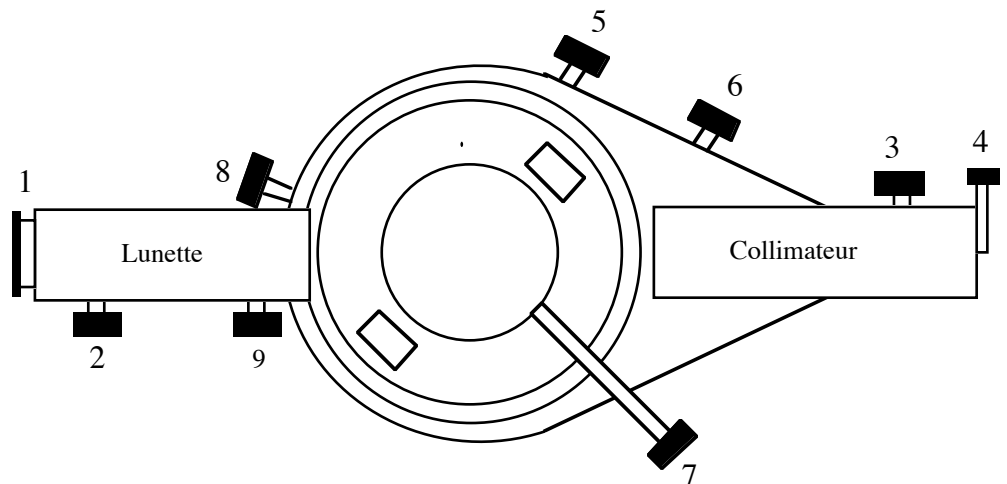
Il est composé des éléments suivants :

- un disque métallique D, horizontal et fixe (lié au socle), portant des graduations à sa périphérie et sur lequel se fait la lecture des angles;
- une plate-forme mobile autour d'un axe vertical  $\Delta$ , passant par le centre du disque D, et sur laquelle est placé le prisme;
- un collimateur, lié au disque D, formant à partir de la source le faisceau lumineux à décomposer;
- une lunette, mobile autour de l'axe  $\Delta$ , recueillant la lumière après décomposition et permettant l'observation du spectre.



#### Réglages :

- 1 : Réglage de l'oculaire de la lunette
- 2 : Réglage de l'objectif de la lunette
- 3 : Réglage du collimateur
- 4 : Réglage de la largeur de la fente
- 5 : Blocage du vernier
- 6 : Déplacement fin du vernier (si 5 bloquée)
- 7 : Blocage de la plate-forme porte prisme
- 8 : Blocage de la lunette
- 9 : Déplacement fin de la lunette (si 8 bloquée)

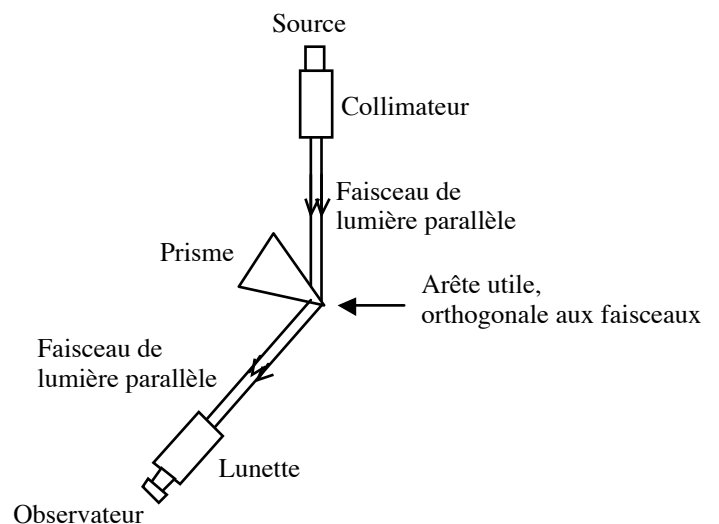


### II Principe et réglage des différents éléments

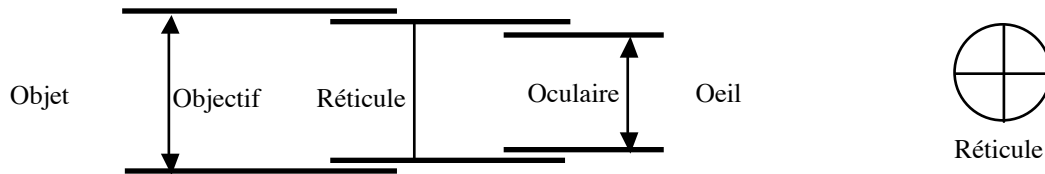
L'utilisation correcte du prisme demande des rayons incidents et émergents proches de l'arête utile du prisme et perpendiculaires à celle-ci. Il est donc éclairé par un faisceau de lumière parallèle provenant d'une source à l'infini, orthogonal à l'arête utile du prisme, et l'observation est effectuée à l'infini.

Ces conditions sont obtenues en réglant successivement et dans l'ordre (le réglage d'un élément nécessitant celui de l'élément le précédant dans la liste) :

- la lunette à l'infini ;
- le collimateur à l'infini ;
- la plate-forme de façon à ce que l'arête utile du prisme soit parallèle à l'axe  $\Delta$ .



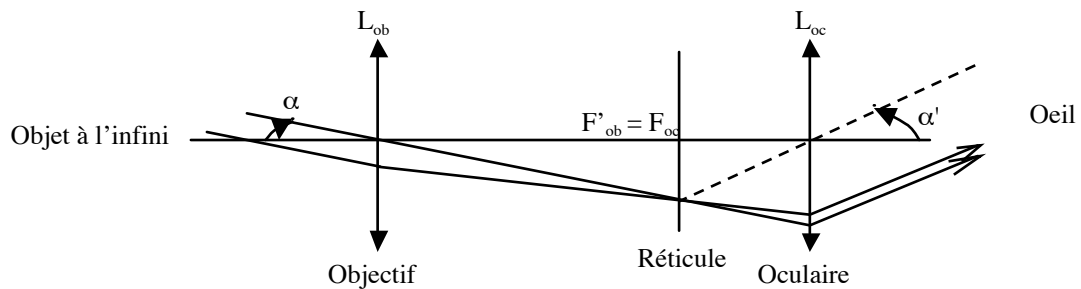
## 1) Réglage de la lunette



Elle est utilisée ici en lunette de visée à l'infini : elle permet de voir net un objet qui se trouve à l'infini.

Elle se compose d'un objectif qui donne de l'objet une image intermédiaire, d'un oculaire qui joue le rôle de loupe et qui permet à l'œil d'observer cette image intermédiaire, et enfin d'un réticule formé par deux fils orthogonaux qui permet de pointer des positions transversales et qui s'observe donc superposé à l'image.

Une fois le réglage de cette lunette effectué, l'image intermédiaire donnée par l'objectif et le réticule sont dans le même plan. L'œil observera alors, à travers l'oculaire, l'image intermédiaire et le réticule nets en même temps.



La lunette est alors réglée pour être afocale : ses foyers sont rejetés à l'infini, elle donne une image agrandie à l'infini d'un objet situé à l'infini. Son grossissement est :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f'_{oc}}{f'_{ob}}$$

Le réglage se passe en deux temps :

\* **Réglage de l'oculaire** : on règle la distance oculaire/réticule (en tirant plus ou moins l'oculaire) de façon à voir net le réticule sans accommoder (ce qui évite à l'œil de fatiguer), ce dernier se trouve alors dans le plan focal objet de l'oculaire, donc son image à l'infini pour l'œil.

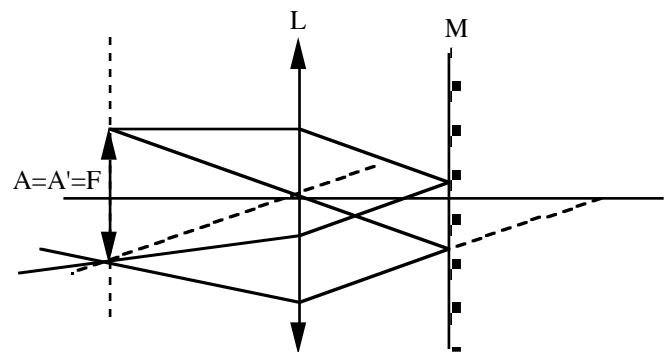
*Ce réglage dépend de chaque observateur et peut être modifié à tout instant de l'utilisation du goniomètre.*

\* **Réglage de l'objectif** : il s'agit ici de régler la distance objectif/réticule de façon à ce que l'image d'un objet à l'infini se forme dans le plan focal image de l'objectif, soit dans le plan du réticule. A défaut de pouvoir viser un objet à l'infini (très éloigné par rapport à la distance focale de l'objectif, soit à quelques centaines de mètres), on utilise comme dispositif une lunette autocollimatrice.

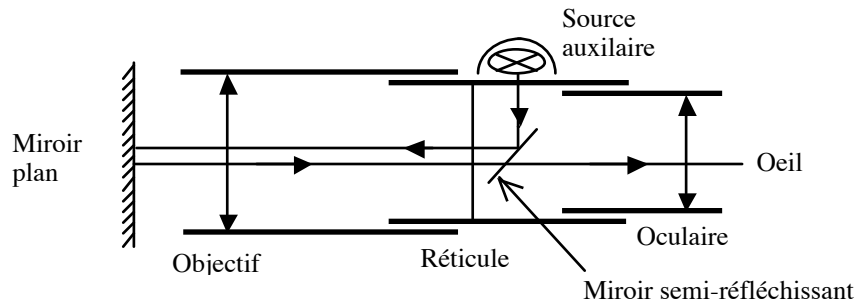
*Principe général de l'autocollimation :*

Si l'on place un miroir plan derrière une lentille (à une distance quelconque) et si l'image finale  $A'$  est dans le même plan que l'objet  $A$  (même taille mais renversée) alors l'objet est dans le plan focal objet  $F$  de la lentille et produit un faisceau de rayons parallèles.

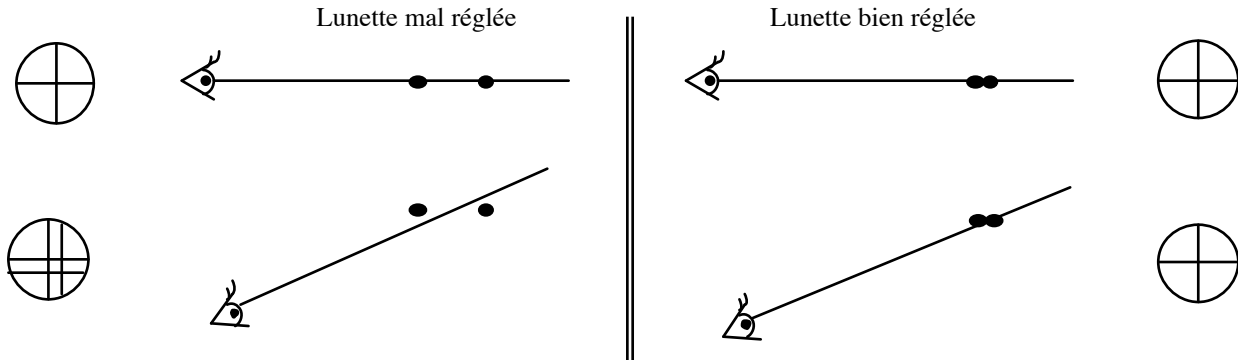
Cette méthode peut permettre par exemple de mesurer la distance focale de la lentille. Elle permet aussi, et c'est ce qui nous intéresse ici, de placer un objet de façon à ce que l'image soit à l'infini, c'est à dire que les rayons émergents de la lentille soient parallèles entre eux.



En pratique, le schéma de principe est indiqué par la figure ci-dessous, en inversant le sens de la lumière par rapport à la figure précédente. Le réticule, éclairé par une lampe auxiliaire et un miroir semi réfléchissant, fait office d'objet. On place un miroir plan à la sortie de l'objectif (plaqué contre pour récupérer le maximum de lumière et pour qu'il soit bien perpendiculaire à l'axe optique de la lunette) et l'on déplace l'objectif (vis 2) de façon à voir net à la fois le réticule et son image.



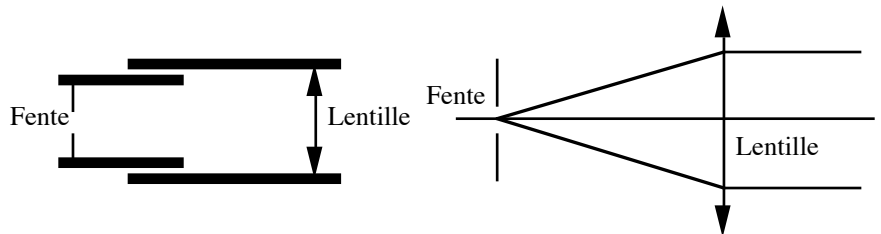
On peut parfaire ce dernier réglage : il s'agit que le réticule et son image ne se déplacent pas l'un par rapport à l'autre lorsque l'oeil se déplace transversalement (hochements de tête) de façon à éviter l'erreur de parallaxe (réticule et son image dans des plans légèrement différents).



*Ce réglage ne doit pas être modifié dans toute la suite de la manipulation.*

2) Réglage du collimateur

Il permet d'obtenir un objet (fente) à l'infini. Il comporte une lentille et la distance fente/lentille doit être réglée (vis 3) pour que le collimateur donne un faisceau de rayons parallèles, c'est-à-dire pour que la fente soit dans le plan focal objet de la lentille. On observe la fente, éclairée par la lampe Hg/Cd, à l'aide de la lunette précédente. Ses bords doivent être vus nets. *Ce réglage ne doit pas être modifié dans toute la suite de la manipulation.*

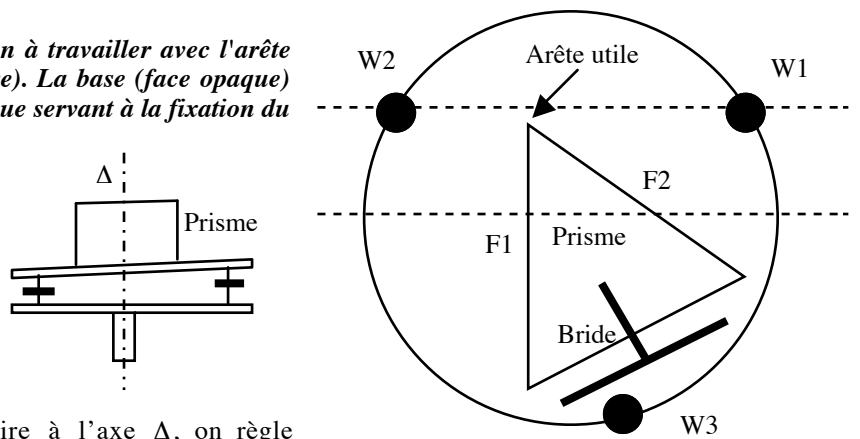


3) Réglage de la plate-forme porte prisme

**On place le prisme sur la plate-forme de façon à travailler avec l'arête utile (les rayons doivent passer à son voisinage). La base (face opaque) doit donc être plaquée contre la bride en plastique servant à la fixation du prisme.**

On règle l'inclinaison de la plate-forme sur laquelle est posé le prisme de façon à rendre l'arête utile du prisme parallèle à l'axe  $\Delta$  du goniomètre (le prisme n'étant pas taillé idéalement, l'arête utile n'étant pas forcément perpendiculaire à la base sur laquelle repose le prisme).

L'arête utile du prisme étant l'intersection des deux faces F1 et F2, et l'axe optique de la lunette autocollimatrice étant perpendiculaire à l'axe  $\Delta$ , on règle l'inclinaison de la plate-forme de façon à ce que les deux faces F1 et F2 soient perpendiculaires à l'axe optique de la lunette.



On procède en deux étapes (les vis W1, W2 et W3 étant préalablement placées à leurs positions moyennes) :

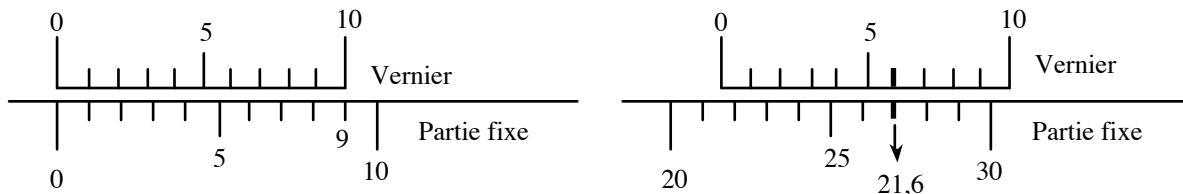
- \* On effectue une autocollimation sur la face F1 et on règle les vis W1 et/ou W2 de façon à ce que le fil horizontal du réticule coïncide avec son image.
- \* On effectue une autocollimation sur la face F2 et on règle la vis W3, et uniquement celle-ci, de façon à ce que le fil horizontal du réticule coïncide avec son image. Le prisme tourne alors autour de l'axe W1W2 sans modifier l'orientation de la face F1 qui tourne dans son propre plan.

#### 4) Utilisation du vernier

Le vernier est un dispositif présent sur de nombreux appareils et permettant de mesurer ici des angles, ou des distances par exemple sur un pied à coulisse, avec une grande précision, en évitant la gravure de graduations trop serrées qui seraient alors illisibles.

*Principe du vernier au 1/10 (sur le dispositif de démonstration) :*

Il s'agit d'une réglette apposée à l'index d'un curseur mobile, comportant 10 divisions, et qui se déplace le long de l'échelle principale. A 10 graduations du vernier correspondent 9 graduations de la partie fixe (voir figure de gauche ci-dessous).

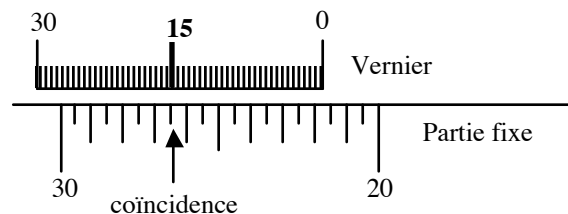


Appelons  $u$  la distance entre deux traits de la partie fixe, alors la distance entre deux traits du vernier vaut  $9u/10$ .

Partant de la position où les deux 0 coïncident, si l'on déplace le vernier de  $u/10$  vers la droite, on met en coïncidence la graduation 1 du vernier avec le 1 de la partie fixe. On lit alors 0,1. De façon générale, on rajoute à la lecture de la partie fixe (graduation immédiatement à gauche du 0 du vernier) la graduation du vernier tombant en face d'une graduation de la partie fixe. On lit 21,6 sur l'exemple ci-dessus (figure de droite).

Dans le cas du goniomètre, sachant que le vernier est au 1/30 et que l'échelle principale est graduée tous les  $0,5^\circ$ , la précision de lecture est de  $1/60^\circ$  soit  $1'$ . L'échelle étant croissante de droite à gauche, on lit donc l'angle en retenant la graduation de l'échelle principale immédiatement à droite du 0 du vernier, à laquelle on ajoute le nombre de minutes indiqué par le vernier.

Dans l'exemple ci-dessous, on retient déjà  $21,5^\circ$  qui est la graduation de l'échelle principale immédiatement à droite du zéro du vernier et on ajoute  $15'$  en admettant ici pour faire simple que ce soit cette graduation du vernier qui tombe en face d'une des graduations de l'échelle principale. Ce qui donne donc au total  $21,75^\circ$ , soit encore  $21^\circ 45'$ .



Le vernier restant malgré tout difficilement lisible, il faut bien l'éclairer et utiliser la loupe fournie (en la collant contre l'œil et en s'approchant des graduations jusqu'à les voir nettes).

#### 5) Observations et mesure

##### a) Observation de spectres

On pourra observer successivement :

- \* le spectre de raies d'une lampe à décharges (Hg/Cd).
- \* le spectre continu de la lumière blanche émise par une lampe à incandescence.

##### b) Mesure de l'angle A du prisme

On cherche à déterminer l'angle  $A$  que fait le prisme à son arête utile.

Une méthode consiste à orienter le prisme de façon à ce que le faisceau issu du collimateur (éclairé par la lampe Hg/Cd) tombe sur l'arête utile et se réfléchisse sur les deux faces de part et d'autre. On vise successivement à l'aide du fil vertical du réticule de la lunette les deux images réfléchies de la fente source à gauche (position 1) puis à droite (position 2). Elles sont séparées d'un angle  $\beta = 2A$ , ce qui permet d'obtenir  $A$ .

En effet, d'après le schéma ci-contre :

$$\beta + 2\alpha_1 + 2\alpha_2 = 2\pi \text{ et } \alpha_1 + \alpha_2 + A = \pi \Rightarrow \beta = 2A.$$

Pour un pointé précis, il faut utiliser les deux vis placées sous la lunette, l'une pour bloquer la rotation rapide de la plate-forme (vis 8), l'autre pour la déplacer lentement (vis 9). On veillera de plus à ce que la lunette ne passe pas par le 0 des graduations entre les deux positions, et à lire toujours dans la même fenêtre. On sera enfin vigilant lors de la manipulation des minutes d'angles.

