

TP n°10

Le Goniomètre.

PCSI₂ 2025 – 2026

Le goniomètre est un appareil servant à mesurer des angles (grec gônia, angle), il peut être utilisé avec un prisme ou avec un réseau.

I Le réseau

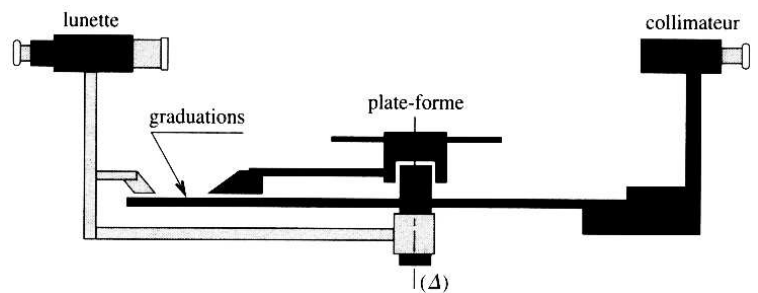
Au tableau

II Description et réglage du goniomètre

1. Description

Un goniomètre se compose de :

- un disque horizontal, gradué en périphérie,
- une plate-forme mobile autour d'un axe central Δ passant par le centre du disque, servant à recevoir le réseau.
- un collimateur (Cf 5.), fixe ou mobile autour de Δ (une vis permet dans ce cas de l'orienter dans un plan contenant Δ),
- une lunette autocollimatrice (Cf 4.), mobile autour de l'axe Δ ; une vis permet de l'orienter dans un plan contenant Δ .

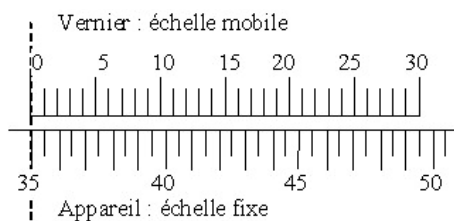


Des systèmes de blocage à vis micrométriques permettent un déplacement fin de la lunette et de la plate-forme après un positionnement rapide à la main.

La position angulaire de la plate-forme et de la lunette sont repérées grâce au disque gradué, en général au demi-degré (de 0° à 359°); un vernier au $1/30$ (Cf. 2.) permet de faire une lecture à la minute près.

2. Vernier

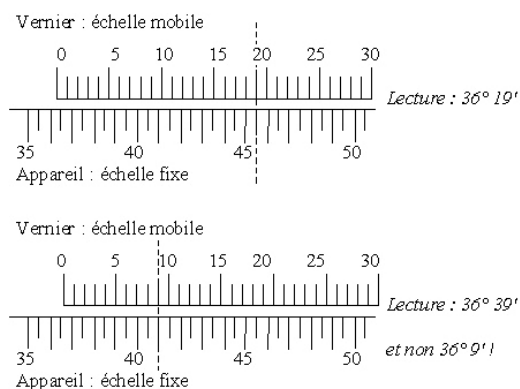
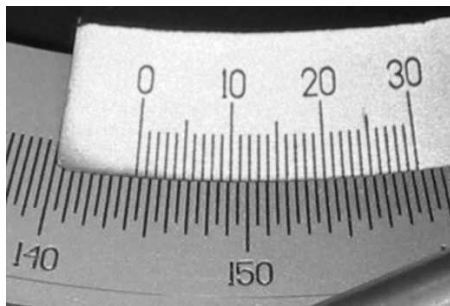
L'utilisation du vernier permet une lecture des angles à la minute près, en utilisant l'alignement entre les graduations de l'échelle fixe et celle de l'échelle mobile.



Vernier au 1/30 : 30 graduations de la partie mobile correspondent à 29 graduations de la partie fixe.

Lecture : $35^{\circ} 0'$

Sur le disque gradué du goniomètre :



3. Réglages

Il est nécessaire de se placer dans le cadre de l'étude de la première partie : les rayons incidents et émergeant sont dans un plan de section principale, horizontal.

Le réseau est donc éclairé par un faisceau de rayons parallèles, orthogonal à l'alignement des traits et l'observation est effectuée à l'infini dans ce même plan.

Un goniomètre correctement réglé est donc tel que :

- la lunette et le collimateur sont réglés à l'infini.
- l'arête du réseau est parallèle à l'axe de rotation Δ vertical,
- l'axe optique de la lunette balaie un plan lors de sa rotation autour de l'axe de rotation Δ .

4. La lunette autocollimatrice

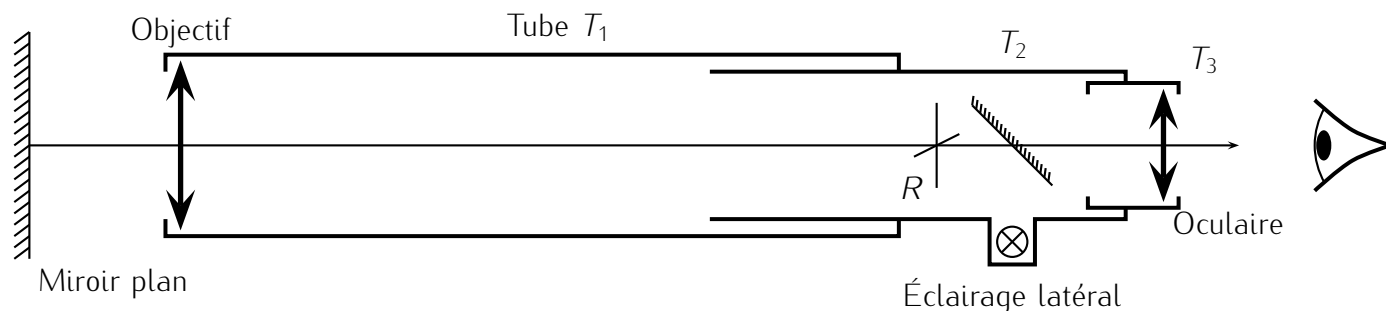
Le réglage d'une lunette (de l'objectif plus précisément) nécessite un objet très éloigné, ce qui n'est pas toujours pratique.

La lunette autocollimatrice permet de faire un réglage précis même en l'absence d'un tel objet (la méthode de réglage de l'oculaire n'est pas modifiée).



4.a. Description

Il s'agit d'une lunette à réticule, dont le réticule est éclairé par une source lumineuse latérale, par l'intermédiaire d'une lame semi-réfléchissante située entre le réticule et l'oculaire.

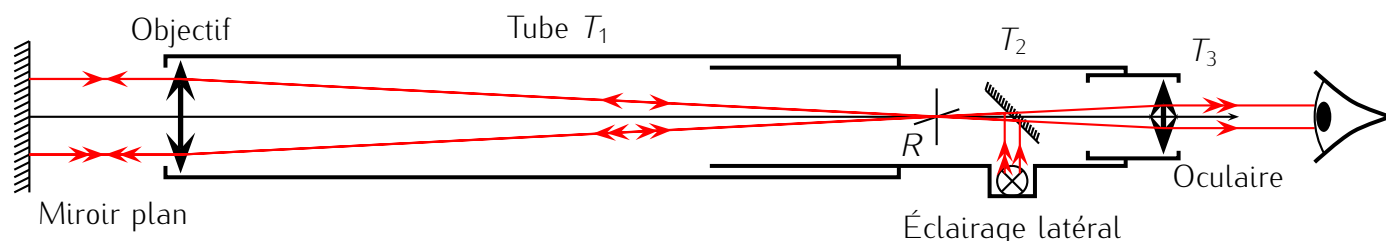


4.b. Méthode de réglage de l'objectif : l'auto collimation

La méthode d'auto collimation consiste à placer une surface réfléchissante plane devant l'objectif.

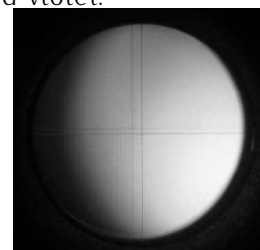
La lumière provenant du réticule R éclairé de l'objectif, se réfléchit, traverse à nouveau l'objectif et donne une image R' du réticule, examinée à travers l'oculaire.

La lunette est réglée si $F'_{obj} =$ donc si R et R' sont dans le même plan.



4.c. Manipulation

- Placer un miroir plan devant l'objectif de la lunette autocollimatrice du goniomètre.
- Interposer la lame semi-réfléchissante et allumer l'éclairage latéral.
- Observer à travers la lunette ; lorsque la surface réfléchissante est bien perpendiculaire à l'axe de la lunette, le faisceau réfléchi donne une plage lumineuse circulaire, sur fond violet.
- Déplacer l'ensemble réticule-oculaire pour faire apparaître l'image R' .
La rendre aussi nette que le réticule.
- S'assurer que R et R' sont bien dans le même plan en hochant la tête, sinon corriger : ces 2 images doivent rester fixes l'une par rapport à l'autre quand on hoche de la tête



La lunette est alors réglée sur l'infini.

4.d. Applications

La lunette autocollimatrice permet de repérer la normale à une surface réfléchissante (S), deux applications en découlent directement.

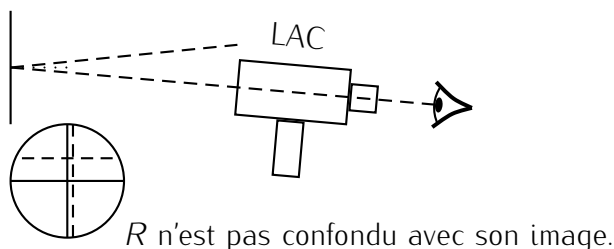
Réglage mécanique de la lunette : pour étudier les rayons dans le plan de section principal, l'axe optique de la lunette doit être normal au trait du réseau et donc à l'axe Δ lui-même normal au plateau.

- Vérifier, à l'œil, que l'axe de la lunette ne soit pas trop incliné par rapport au plateau, sensiblement horizontal, sinon, faire un premier réglage grossier à l'aide de la vis située sous la lunette et parallèle à son axe.
- Allumer l'éclairage latéral du réticule de la lunette et mettre en place la lame semi-réfléchissante.
- Amener la lunette en face d'une des faces du réseau, de telle sorte que l'image du réticule éclairé soit visible dans la lunette.

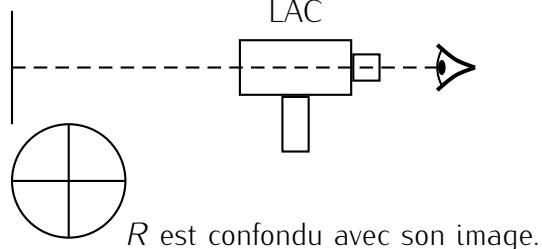
En effet, ici la face du réseau est une surface (S) qui réfléchit (en tout cas en partie) la lumière qui sort de la lunette autocollimatrice.

Cette image n'est en général pas superposée au réticule, on va donc chercher à faire coïncider les fils horizontaux.

(S) non perpendiculaire à l'axe de la Lunette



(S) perpendiculaire à l'axe de la Lunette



On veillera dans la suite à ne plus toucher le bouton de réglage de l'axe de la lunette.

5. Collimateur

5.a. Description

Contrairement au collimateur utilisé lors des TP d'optique précédent dont le test était une croix tracée sur un verre dépoli, le collimateur monté sur le goniomètre utilise une fente de largeur réglable comme objet test. Un collimateur est réglé quand il forme une image du test à l'infini, il définit alors une direction.



Le réglage consiste donc à placer la fente dans le plan focal objet de l'objectif du collimateur.

5.b. Réglage

Pour effectuer ce réglage, on utilise à nouveau la lunette réglée à l'infini.

- Éclairer la fente du collimateur avec une lampe mercure/cadmium en la plaçant tout contre la fente et en réglant sa hauteur avant de l'allumer.
- Amener la lunette dans l'axe du collimateur et observer la fente à travers la lunette réglée.
- Réduire si nécessaire la largeur de la fente pour obtenir une image bien fine mais lumineuse puis agir sur le tirage du collimateur pour obtenir une image nette de la fente.
On cherchera toujours à obtenir une fente fine mais assez lumineuse pour pouvoir faire des mesures précises.
- Relever avec précision (utilisation du vernier) la position α_0 de la lunette : on bloquera la lunette en serrant la vis correspondante puis on ajustera à l'aide de la vis de réglage fin.

III Détermination de longueur d'onde

1. Étalonnage du goniomètre à réseau

Une fois le collimateur et la lunette réglés, nous pouvons utiliser le goniomètre muni d'un réseau afin de mesurer des longueurs d'onde.

On prend comme source lumineuse la lampe mercure ou cadmium (Hg, Cd). On utilise le réseau à 600 traits/mm (valeur approximative indiquée par le fabricant) au voisinage de l'incidence normale et à l'ordre 1.

- Relever l'angle θ correspondant à la position des raies figurant dans le tableau ci-dessous. Afin de s'affranchir de la valeur de θ_0 et de la position du zéro de l'échelle, on effectuera pour chaque raie une mesure θ_g à gauche de l'ordre 0 (ordre -1) et une mesure θ_d à droite de l'ordre 0 (ordre +1), et on en déduira θ par $\theta = \frac{\theta_d - \theta_g}{2}$. On bloquera préalablement le vernier dans une position permettant d'éviter de passer par son origine entre les deux positions.
- Tracer la courbe d'étalonnage de l'appareil $\sin \theta(\lambda)$. En déduire la valeur de n pour ce réseau et vérifier sa cohérence avec la valeur indiquée par le constructeur.

Métal	Hg	Hg	Cd	Cd	Cd	Hg	Hg	Hg	Cd
Couleur	Violet	Indigo	Bleu	Bleu	Vert foncé	Vert clair	Jaune	Jaune	Rouge
λ (nm)	407,7	435,8	468,0	480,0	508,6	546,1	577,0	579,1	643,8

Seules figurent dans ce tableau les raies les plus lumineuses, toutes les raies visibles n'y sont pas.

- Changer de lampe pour une lampe à vapeur de sodium (Na). **Il est impératif lors de cette opération de ne pas dérégler l'appareil, et en particulier de ne pas toucher à la position du réseau. On pourra bloquer la plate-forme avec la vis de serrage.**
- Relever l'angle θ correspondant aux deux raies principales de la lampe au sodium Na. En déduire les longueurs d'onde λ correspondantes.