

On ne dispose que de 6 lunettes autocollimatrices. Organisez-vous entre groupes mitoyens pour en partager l'utilisation.

### Objectifs :

Savoir régler et utiliser les instruments fondamentaux des montages d'optique.

**La lunette autocollimatrice** permet de déterminer précisément si l'objet qu'on observe est à l'infini.

**Le collimateur** réalise un « objet à l'infini ».

**Le viseur à frontale fixe** permet de mesurer précisément la distance entre deux objets. Il est muni d'un *vernier* per-

mettant de mesurer des translations avec une précision de  $100\mu\text{m}$ . Son principe est expliqué ici :



### Matériel :

- lunette autocollimatrice, collimateur, viseur à frontale fixe,
- écran quadrillé et lame à face parallèles sur banc d'optique,
- pied à coulisse (un pour plusieurs groupes),
- papier millimétré,

Le réglage de la lunette autocollimatrice sur « l'infini » est nécessaire au réglage du collimateur, et des autres instruments utilisés lors de prochains travaux pratiques. Il doit donc être réalisé avec soin.

On illustrera chaque manipulation par un schéma représentant la source lumineuse (primaire ou secondaire), la construction de son image à l'aide d'au moins deux rayons non parallèles hors de l'axe et l'enveloppe du faisceau pouvant traverser le système optique.

## I Viseur

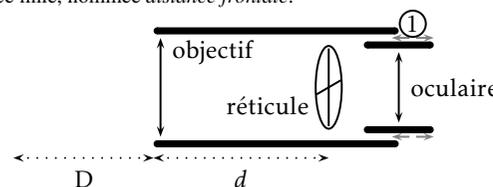
### I.1 Présentation

#### I.1.a Constitution

Le viseur est, comme la lunette, un instrument subjectif. Il forme, au *punctum remotum* de l'observateur une image d'un objet en amont (réel ou virtuel) mais situé à une distance finie, nommée *distance frontale*.

Il est formé :

- d'un objectif (simple ou composé),
- d'un réticule,
- d'un oculaire (un doublet le plus souvent).

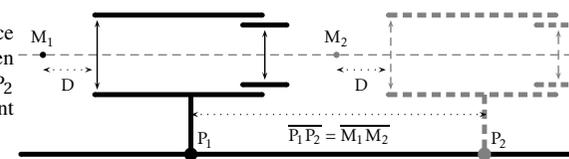


### Questions :

🔗 Quelle relation doivent vérifier la distance frontale (notée  $D$ ), la distance focale image de l'objectif  $f'$  et la distance  $d$  entre l'objectif et le réticule ?

#### I.1.b Utilisation

On utilise le viseur pour mesurer la distance entre deux objets  $M_1$  et  $M_2$  sur l'axe optique en pointant successivement les positions  $P_1$  et  $P_2$  du viseur pour lesquelles les objets apparaissent nets en même temps que le réticule.



Une mesure à l'aide du viseur nécessite toujours deux pointés.

### Questions :

Justifier qu'il n'est pas nécessaire de connaître précisément ni la distance frontale ni la distance entre l'objectif et le pied du viseur.

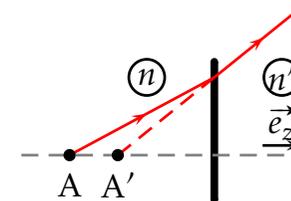
Pour cette raison, seul l'oculaire doit être réglé à la vue de l'observateur, de manière à voir net le réticule sans accommoder. La distance objectif-réticule reste, quant à elle, fixée.

### Manipulations :

- Estimer la distance frontale  $D$  du viseur en pointant un objet réel lumineux plan, la table par exemple.
- La profondeur de champ du viseur est la largeur (selon l'axe optique) de la zone dans laquelle un objet paraît net en même temps que le réticule. Estimer de même la profondeur de champ du viseur. Quelle est-elle si on n'utilise pas le réticule ?

### I.2 Lame à faces parallèles

On rappelle la relation de conjugaison (vue en travaux dirigés) d'un dioptre plan séparant deux milieux d'indices respectifs  $n$  et  $n'$  :  $\frac{n}{SA} = \frac{n'}{SA'}$  où  $A$  est l'objet,  $A'$  son image et  $S$  le projeté orthogonal de  $A$  sur le dioptre, pour une propagation de  $n$  vers  $n'$  (selon  $\vec{e}_z$ ).



### Questions :

- En déduire que pour une lame à faces parallèles d'indice  $n$ , plongée dans l'air d'indice  $n_0$ , les positions de l'objet  $A$  et l'image  $A'$  vérifient :

$$\overline{AA'} = \frac{n - n_0}{n} \overline{S_1 S_2} \quad \text{ou} : \quad AA' = \frac{n - n_0}{n} e,$$

avec  $S_1$  et  $S_2$  les intersections de l'axe optique normal au dioptre avec celui-ci, ou en utilisant l'épaisseur  $e$ .

- En déduire l'expression de l'écart  $\Delta n = n - n_0$  en fonction de  $\overline{AA'}$  et  $e$ .
- Faire un schéma illustrant la construction géométrique de l'image formée par une lame à faces parallèles.

### I.3 Mesure d'indice

#### Manipulations :

- Mesurer à l'aide d'un pied à coulisse l'épaisseur  $e$  de la lame. On utilisera son vernier pour atteindre une imprécision de 0,1 mm.
- Aligner soigneusement sur le banc d'optique une source lumineuse, l'objet quadrillé, et le viseur.
- Régler le vernier du viseur en bout de course (position 0) puis placer le viseur pour voir nette, en même temps que le réticule, l'image de la grille.
- Intercaler la lame à faces parallèles entre l'objet et le viseur et viser l'image de la grille, en utilisant le vernier et sans toucher au pied du viseur. Relever la distance  $d$  dont a été translaté le viseur ainsi que l'imprécision expérimentale de cette mesure.

#### Exploitation :

Déduire de  $d$  et  $e$  la valeur de l'écart  $\Delta n$  (on prendra  $n_0 \approx 1$ ), ainsi que l'imprécision de cette détermination. Quelle serait-elle si l'on n'avait pas utilisé le vernier ?

#### Questions :

Pourquoi ne peut-on pas utiliser le viseur pour mesurer l'épaisseur de la lame en pointant ses deux faces ?

#### Manipulations :

Pointer les images des deux faces de la lame. Mesurer au vernier la distance  $e'$  correspondante.

#### Questions :

Comparer  $e$  et  $e'$  et commenter.

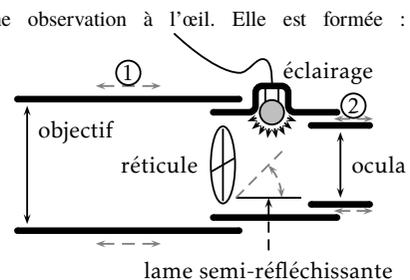
## II Lunette autocollimatrice

### II.1 Constitution

Une lunette est un instrument subjectif, ie permettant une observation à l'œil. Elle est formée :

- d'un *objectif*, formant une image intermédiaire réelle de l'objet observé.
- d'un *réticule* (deux fils orthogonaux) placés dans le *plan réticulaire* où se forme l'image intermédiaire (quand la lunette est convenablement réglée),
- d'un *oculaire* formant de l'image intermédiaire une image (virtuelle) située au *punctum remotum* de l'observateur et éviter toute fatigue oculaire. Cet oculaire est réglable pour pouvoir être utilisé par des observateurs dont l'œil n'est pas emmétrope.

L'objectif et l'oculaire peuvent être translatés pour varier leur distance au plan réticulaire. La lunette comporte également une lame semi-réfléchissante escamotable. Elle permet, quand elle est placée à 45°, de réfléchir la lumière d'une ampoule pour éclairer le réticule tout en permettant l'observation depuis l'oculaire. Dans l'autre position, elle est hors du trajet des rayons lumineux.



La figure n'est pas l'échelle et l'oculaire est le plus souvent un doublet permettant de compenser partiellement les aberrations chromatiques.

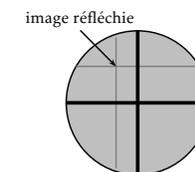
Il est inutile de conserver des verres correcteurs quand on utilise un instrument subjectif : l'oculaire est parfaitement capable de réaliser la même correction. Il faut au contraire les retirer car ils empêchent d'approcher suffisamment l'œil pour recueillir un maximum de lumière.

### II.2 Réglage sur l'infini par autocollimation

Le réglage fondamental de la lunette consiste à faire coïncider le foyer image de l'objectif avec le plan réticulaire.

#### Protocole :

- Brancher l'ampoule interne de la lunette.
- Régler l'oculaire pour qu'il permette de voir, sans verres correcteurs, le réticule net sans accommoder.
- Réglage grossier. Régler l'objectif de manière à voir net un objet lointain (le fond de la salle ou de la cour par exemple).
- Réglage fin. Placer la lame en position réfléchissante en s'assurant que la lumière sort de la lunette par l'objectif (sur certains modèles la lame est inamovible). Placer un miroir plan (tenu à la main, il est inutile de le fixer) contre l'objectif et régler ce dernier de manière à observer une deuxième image nette du réticule. On cherchera d'abord à rendre nets les bords du disque lumineux correspondant à la lumière réfléchie par le miroir.
- Éteindre l'ampoule et escamoter la lame semi-réfléchissante pour qu'ils ne perturbent pas les observations suivantes.



On ne touchera plus au réglage de l'objectif dans toute la suite. On ajustera en revanche le réglage de l'oculaire à la vue de l'observateur chaque fois qu'il changera. Une fois l'oculaire réglé, un objet sera à l'infini s'il est vu net en même temps que le réticule.

### II.3 Collimateur : constitution et réglage

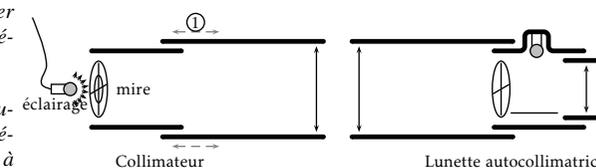
Le collimateur donne une image à l'infini d'un objet lumineux plan réel. Il est constitué :

- d'une mire ou réticule qu'on éclairera par une source lumineuse (lampe de bureau ou source sur banc),
- d'un objectif réalisé par une lentille convergente.

Son réglage consiste à faire coïncider le plan de l'objet lumineux plan avec le plan focal objet de l'objectif.

#### Protocole :

- Éclairer la mire du collimateur et accoler tête-bêche la lunette autocollimatrice réglée sur l'infini.
- Observer à travers la lunette (ne pas oublier de régler l'oculaire à sa vue) et régler l'objectif du collimateur de manière à voir la mire nette en même temps que le réticule.



Comme pour la lunette, on ne touchera plus au réglage du collimateur dans toute la suite.

## II.4 Manipulations

### Manipulations :

*Proposer et mettre en œuvre des protocoles permettant de :*

- *placer précisément un objet réel au foyer objet d'une lentille convergente : **lunette nécessaire** ;*
- *placer précisément un objet virtuel au foyer objet d'une lentille divergente : **lunette nécessaire** ;*
- *mesurer la distance focale d'une lentille convergente : **possible sans lunette** ;*
- *mesurer la distance focale d'une lentille divergente : **possible sans lunette**.*

*On pourra utiliser la lunette autocollimatrice, le viseur, le collimateur.*