

# TP n°12 Optique géométrique 2: Autres méthodes focométriques

## REMARQUES PRÉLIMINAIRES:

• Cet énoncé reprend les notions de focométrie vues dans le TP d'optique géométrique précédent. Le but est donc de mesurer des distances focales de lentilles minces convergentes ou divergentes à l'aide d'un viseur à frontale fixe. L'originalité de ce texte est de proposer, en plus de la mesure focométrique traditionnelle par pointé longitudinal, une méthode s'appuyant sur un pointé transversal (par mesure de grandissement); on cherchera entre autres à comparer ces deux méthodes.

NB: le texte présenté ici est un "retour", qui se veut assez fidèle, d'un énoncé tiré par un ancien élève de MP\* à l'oral du concours commun Centrale-Supélec.

## 1 Le VFF

### 1.1 Lunette de visée

Le VFF sans sa bonnette (partie amovible) est constitué d'un objectif, assimilé à une lentille mince convergente, et d'un oculaire, également assimilé à une lentille convergente. Le VFF comporte par ailleurs un réticule constitué d'une croix, et de deux fils verticaux translatables grâce à un "tambour" rotatif permettant de repérer la position des fils au  $\frac{1}{10}$ ème de  $mm$  près. Sans la bonnette, l'objectif forme l'image d'un objet situé à l'infini dans le plan du réticule. On a ainsi réalisé **une lunette de visée à l'infini**:

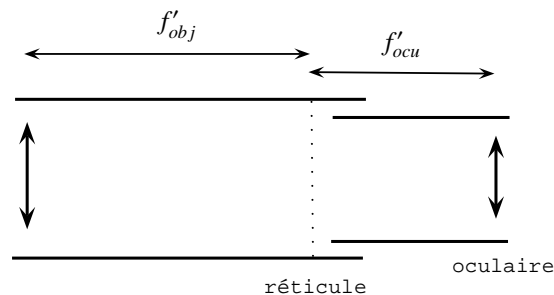


Figure 1: VFF sans sa bonnette: lunette de visée à l'infini

L'oculaire, de position réglable, sert à observer sans fatigue le plan du réticule (i.e. réticule situé dans le plan focal objet de l'oculaire lorsque le réglage est effectué). L'oeil peut alors observer un objet situé à l'infini dans la lunette sans accommoder.

## QUESTIONS:

❶ Faire un schéma de la lunette de visée, et construire la marche d'un faisceau de rayons inclinés par rapport à l'axe optique, provenant de l'infini, parvenant jusqu'à l'oeil de l'observateur située derrière l'oculaire.

❷ Dans quelle condition ce dispositif est-il utilisé de manière "optimale"?

## MANIPULATION:

- Enlever la bonnette placée à l'avant de l'instrument si celle-ci est en place. Régler l'oculaire de la lunette en mettant au point sur le réticule (la mise au point s'effectue en éloignant l'oculaire du réticule jusqu'à dépasser la position pour laquelle l'image cesse d'être nette, puis à le rapprocher d'une quantité juste suffisante pour obtenir la netteté : dans ce cas l'image du réticule donnée par l'oculaire est alors à l'infini).
- Viser à travers la fenêtre un endroit éloigné comme les toitures des immeubles au loin : on doit voir une image nette et inversée dans le même plan que le réticule, car la lunette utilisée est réglée par construction sur l'infini (d'autres lunettes doivent être réglées à l'aide d'une bague de réglage du tirage de l'objectif en visant un point éloigné ou par autocollimation).

### 1.2 Viseur à frontale fixe

**Muni de sa bonnette**, le VFF permet d'observer un objet situé à une distance  $d$  fixée de la lentille frontale de la bonnette (d'où son nom) avec une très faible profondeur de champ.

L'objectif du VFF est alors constitué d'un doublet de lentilles proches (qu'on supposera accolées pour simplifier) : une lentille convergente modélisant la bonnette, et une lentille convergente modélisant l'objectif de la lunette évoquée au 1.1.:

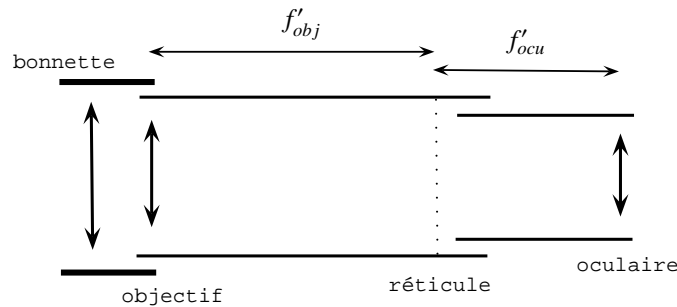


Figure 2: VFF muni de sa bonnette

L'oculaire, de position réglable, sert toujours à observer sans fatigue le plan du reticule (i.e. reticule situé dans le plan focal objet de l'oculaire lorsque le réglage est effectué).

#### QUESTIONS:

Faire un dessin et une construction de rayons représentant la situation décrite ci-dessus (mise au point de l'oculaire effectuée) et un faisceau de rayons lumineux issus d'un point de l'objet hors de l'axe (situé à la distance  $d$  de la lentille frontale) jusqu'à l'observateur situé derrière l'oculaire.

#### MANIPULATION:

- Viser ce texte de *TP* à l'aide du *VFF* (coiffé de sa bonnette), en tenant celui-ci à une vingtaine de centimètres au-dessus du document. Puis s'en approcher doucement jusqu'à obtention d'une image nette. Constaté la faiblesse de la profondeur de champ.
- Eclairer le micromètre (lame de verre présentant des graduations aux 1/10e de mm) monté dans son support (les graduations étant disposées horizontalement), et observer son image dans le plan du reticule (bonnette en place évidemment).
- Mesurer le grandissement transversal de l'association bonnette-objectif. Quelles sont les sources d'imprécision?
- La distance frontale  $d$  d'observation de l'objet est une constante caractéristique du VFF. La distance entre la lentille équivalant à l'association bonnette-objectif et le reticule étant fixée par construction à 160mm, calculer la distance  $d$ . Confirmer par une estimation de celle obtenue expérimentalement. Pouvez-vous comparer les focales de la bonnette et de l'objectif?

## 2 Mesure de la distance focale d'une lentille convergente

### 2.1 Réalisation d'un objet à l'infini

#### QUESTIONS:

- ❶ Si une lentille est éclairée par une source à l'infini sous un angle  $\theta$ , donner la relation entre la taille  $y'$  de l'objet observé, l'angle  $\theta$ , et la distance focale  $f'$  de la lentille.
- ❷ Proposer une méthode de réalisation d'un objet à l'infini utilisant le micromètre, une lentille convergente de focale 200 mm et la lunette de visée à l'infini.

### 2.2 Mesure de focale par pointé transversal

#### QUESTIONS:

Proposer une méthode expérimentale utilisant le VFF (muni de sa bonnette) et l'objet précédemment réalisé permettant de mesurer la focale d'une lentille convergente (on prendra une lentille de focale indiquée 150 mm). Appeler le professeur.

#### MANIPULATION:

- Appliquer cette méthode pour mesurer la focale de la lentille convergente. Quelles sont les sources d'imprécision?
- Faire un schéma à l'échelle représentant la marche d'un faisceau de rayons parallèles arrivant de l'infini sous un angle  $\theta$ , traversant la lentille convergente puis le VFF. On placera les différents foyers.

### 2.3 Mesure de focale par pointé longitudinal

#### MANIPULATION:

- En visant successivement avec le VFF la surface de la lentille (sur laquelle on pourra tracer une marque au feutre effaçable) puis l'image de l'objet (toujours le micromètre à l'infini), donner une nouvelle mesure de  $f'$ . Qu'est-ce qui limite la précision de cette mesure? Peut-on y remédier partiellement?
- Comparer dans un tableau les résultats obtenus par les deux méthodes. Commentez.

## 3 Mesure de la distance focale d'une lentille divergente

On reprend simplement les deux méthodes mises en oeuvre pour une lentille convergente, cette fois dans le cas d'une lentille divergente.

### 3.1 Par pointé transversal

#### QUESTIONS:

A quelle condition sur  $f'$  peut-on utiliser cette méthode (mise en oeuvre en 2.2) pour la mesurer dans le cas d'une lentille divergente ? Choisir la lentille à mesurer en conséquence.

#### MANIPULATION:

- ☐ Effectuer la mesure comme en 2.2.
- ☐ Faire un schéma à l'échelle représentant la marche d'un faisceau de rayons parallèles arrivant de l'infini sous un angle  $\theta$ , traversant la lentille divergente puis le VFF. On placera les différents foyers.

### 3.2 Par pointé longitudinal

#### MANIPULATION:

- ☐ Mesurer  $f'$  en utilisant la deuxième méthode (mise en oeuvre en 2.3).
- ☐ Comparer dans un tableau les résultats obtenus par les deux méthodes. Commentez.