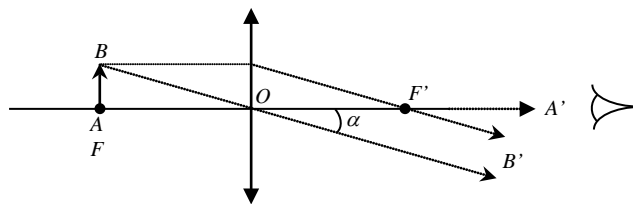


## Etude d'un instrument d'optique: *le Microscope*

### I) Rappels d'optique géométrique: Lentille convergente

#### a) Définition du grandissement angulaire ou grossissement

Dans le schéma expérimental ci-dessous, on utilise une seule lentille mince comme une loupe, c'est-à-dire avec l'objet positionné sur le foyer objet  $F$  afin d'obtenir une image à l'infini pour une observation confortable à l'œil (**attention:** toujours mettre un filtre anticalorique après la lampe blanche):

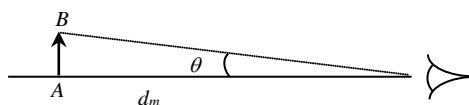


*Lentille simple utilisée comme une "loupe" (objet sur  $F$  et image à l'infini)*

Lorsqu'une configuration optique fait intervenir une image ou un objet à l'infini, on ne peut pas définir de grandissement transverse ( $G_t = \frac{A'B'}{AB}$ ), on parlera dans ce cas de grandissement angulaire ou grossissement  $G$  qui fait intervenir un rapport d'angles:

$$G = \frac{\alpha(\text{angle sous lequel est vu l'objet à travers le système optique})}{\theta(\text{angle sous lequel est vu l'objet à l'œil nu à } d_m = 25\text{cm})}$$

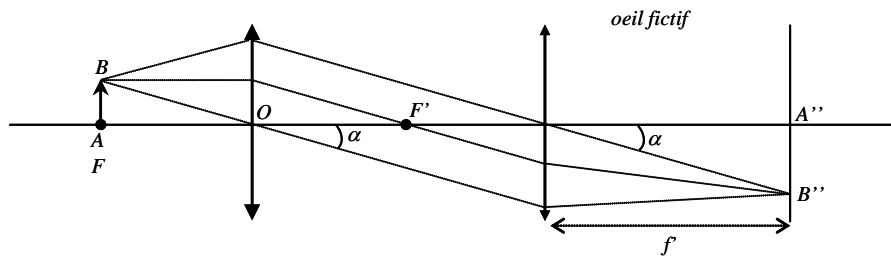
$d_m=25\text{cm}$  étant une convention internationale qui représente la distance minimum (Ponctum Proximum) en dessous de laquelle l'œil ne peut plus accommoder et donc pour laquelle l'objet est vu le plus "gros" possible à l'œil nu.



*Distance minimum pour observer un objet à l'œil nu (Punctum Proximum)*

Dans notre cas on parlera donc de grandissement angulaire ou grossissement conventionnel.

- Une technique simple pour mesurer un angle *optique*  $\alpha$  est de fabriquer un "oeil fictif" constitué d'une lentille convergente et d'un écran placé à la distance focale de cette même lentille:



- Par une méthode de votre choix placer l'objet dans le foyer objet de la première lentille. Régler l'oeil fictif à votre disposition de manière à observer une image nette, bien éclairée et entière de l'objet.
- Mesurer expérimentalement le grossissement conventionnel de cette "loupe". Comparer avec la valeur théorique du grossissement donné par la formule  $\frac{d_m}{f}$  que l'on redémontrera.

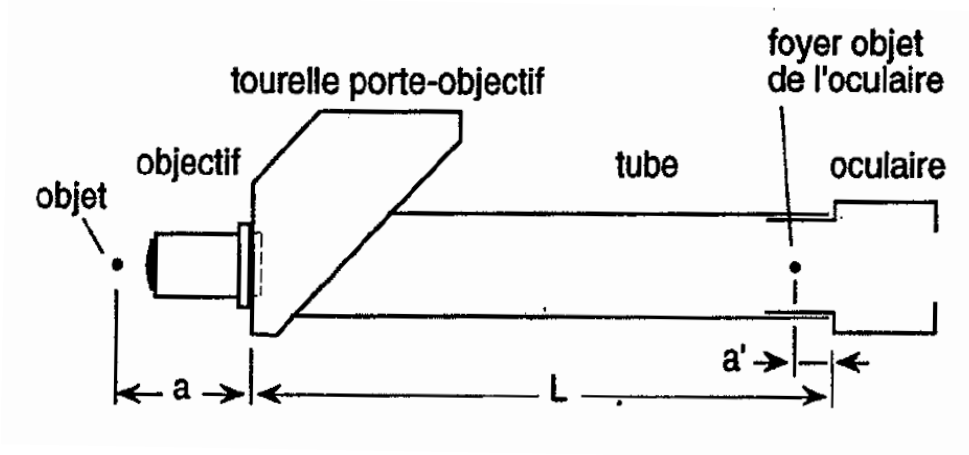
## II) Fabrication d'un microscope simplifié avec deux lentilles convergentes

Dans un premier temps, pour nous familiariser avec le microscope, nous allons en fabriquer un, simplement avec deux lentilles minces convergentes. La lentille la plus proche de l'objet sera nommée *objectif* et la plus proche de l'oeil *oculaire*.

- Faire l'image d'un objet à l'aide d'une première lentille convergente (*objectif*). Repérer la position de l'image.
- Comment doit-on placer la deuxième lentille (*oculaire*) pour obtenir une image finale à l'infini ? Schéma des rayons lumineux.
- Une convention internationale fixe ce que l'on appelle *l'intervalle optique*  $\Delta = \overline{F_1' F_2}$ . A quoi cela sert-il ? Déterminer la valeur de cet intervalle sur votre montage.
- Mesurer expérimentalement le grandissement de l'objectif  $G_t$ , ainsi que le grossissement  $G_o$  de l'oculaire, sans changer la configuration de votre *microscope* ( $\Delta$  fixé)
- Redémontrer la formule reliant le grossissement total de votre microscope en fonction de  $G_t$  et  $G_o$ :  $G_{microscope} = G_t G_o$ . Faire l'application numérique. Mesurer expérimentalement ce grossissement total  $G_{microscope}$  et comparer avec la valeur théorique attendue. Précision.

### III) Le microscope réel

Pour comprendre le fonctionnement d'un microscope réel, nous en avons mis un sur un banc d'optique:



$L$  = longueur géométrique du tube (généralement standardisée à 160 mm)

$a$  = distance parafocale (distance objet-épaulement de l'objectif) (37, 45, ... mm)

$a'$  = distance image intermédiaire-extrémité du tube (épaulement de l'oculaire)

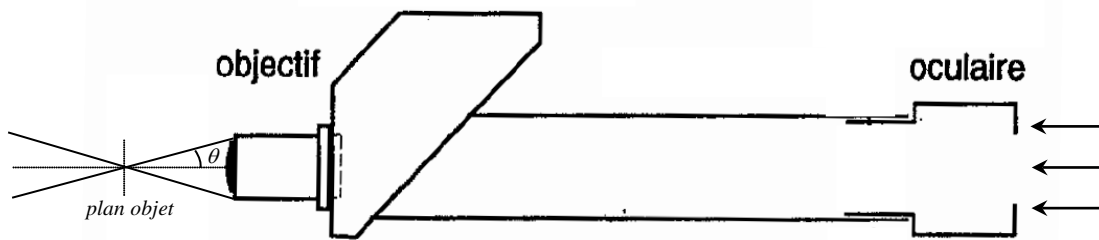
- Placer une mire graduée sur la platine réglable et l'observer avec l'oeil fictif (mettre un filtre anticalorique juste après la lampe blanche).
- A quel distance de l'oculaire doit-on mettre l'œil pour une observation optimale ? Notion (qualitative) de cercle oculaire ou de pupille de sortie.

#### a) Grandissement et grossissement

- Vous disposez d'un oculaire gradué permettant de mesurer la taille de l'image intermédiaire. Déterminer expérimentalement le grandissement transverse de l'objectif  $G_t$ .
- Par une méthode de votre choix, mesurer le grandissement angulaire conventionnel de l'oculaire  $G_0$  ainsi que le grossissement conventionnel total du microscope  $G_{microscope}$ . Ces valeurs sont elles conformes aux données du constructeur  $G_{microscope} = G_t G_0$  ?

### b) Ouverture numérique et distance parafocale

L'ouverture numérique ( $ON$ ) est un paramètre important du microscope qui permet entre autre d'avoir une indication sur la limite de résolution de l'appareil:  $ON = n \sin \theta$  (on prendra  $n=1$  indice de l'air). La mesure de l'angle  $\theta$  peut s'effectuer simplement en injectant un faisceau de lumière parallèle du côté de l'oculaire et en mesurant l'angle du cône de lumière émergent de l'objectif (principe du retour inverse de la lumière):



- Calculer  $ON$  et comparer avec la valeur marquée sur l'objectif. Distance parafocale  $a$  ?

### c) Mesure de la taille d'un objet microscopique

A l'aide de l'oculaire gradué et en observant directement à l'oeil, mesurer la taille d'un ou plusieurs objet microscopique de votre choix (cheveu, réseau ...).

### Matériel

- Microscope démontable + banc d'optique
- Lampe blanche + filtre anticalorique
- Doublets  $f=10, 20, 50$  cm + Miroir plan
- Objet diffusant (lettre)
- mire micrométrique graduée sur lamelle de microscope
- grille microscopique de cuivre sur lame de microscope
- Ecran + Réglet de 20cm