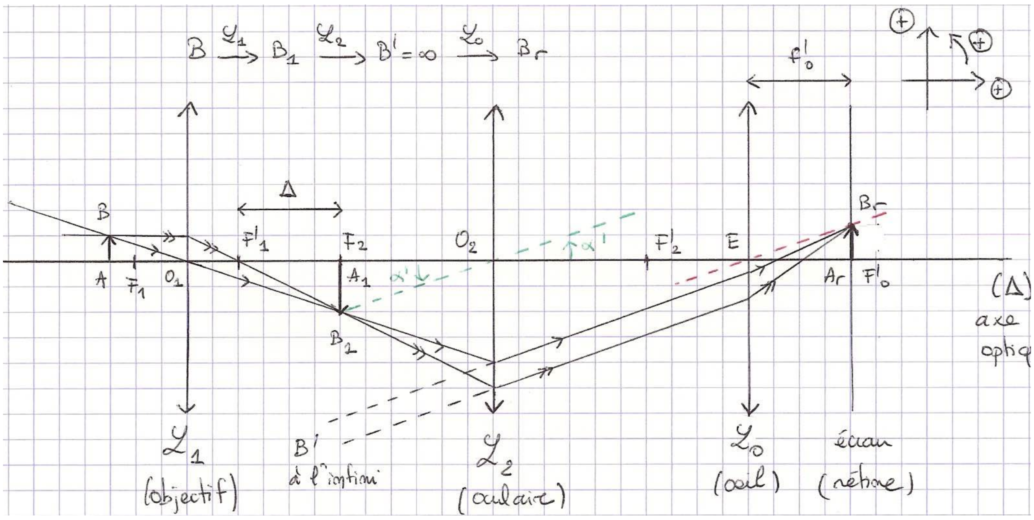
Ex. 5 Le microscope

1. On rappelle la série de conjugaisons entre l'objet $\overrightarrow{AB}$ et l'image finale $\overrightarrow{A_rB_r}$ sur la rétine. Les trois lentilles en jeu sont des lentilles convergentes.

$$\begin{matrix} A \\ B \end{matrix} \xrightarrow{\text{objectif } \mathcal{L}_1} \begin{matrix} A_1 \\ B_1 \end{matrix} \xrightarrow{\text{oculaire } \mathcal{L}_2} \begin{matrix} A' \\ B' \end{matrix} = \infty \xrightarrow{\text{œil}} \begin{matrix} A_r \\ B_r \end{matrix} = \text{rétine}$$

L'image $\overrightarrow{A'B'}$ par l'oculaire doit être rejetée à l'infini. Pour cela il est nécessaire que l'image intermédiaire $\overrightarrow{A_1B_1}$ par l'objectif se trouve dans le plan dans le **plan focal objet de l'oculaire**.



2. Afin de placer l'objet $\overrightarrow{AB}$ on trace deux rayons :

— le rayon passant par et le centre optique O_1 de l'objectif et B_1, non dévié ;

— le rayon passant par et le foyer principal image F'_1 de l'objectif et B_1, dont l'incident sur l'objectif est parallèle à l'axe optique.

Le point B se trouve à l'intersection des deux rayons incidents. D'après la propriété d'aplanétisme approché de l'objectif, le point A est le projeté orthogonal de B sur l'axe optique.

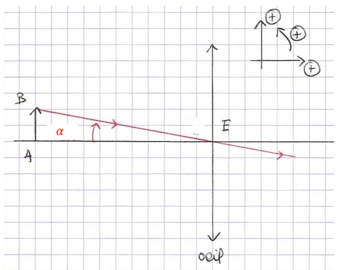
3. Les deux rayons passant par B_1 ainsi tracés, émergent de l'oculaire parallèle entre eux et inclinés par rapport à l'axe optique. Ils sont parallèles à un rayon virtuel passant par B_1 et le centre optique O_2 de l'oculaire.

Les deux rayons parallèles incidents sur la lentille $\mathcal{L}_0$ de l'œil convergent en un point du plan focal image de $\mathcal{L}_0$. Ce point est l'intersection du plan focal image et d'un rayon virtuel parallèle aux rayons incidents et passant par le centre optique E de la lentille $\mathcal{L}_0$.

4. Par définition, le grandissement transversal de l'objectif vaut $\gamma_{\text{obj}} = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$. D'après la formule de conjugaison aux foyers : $\gamma_{\text{obj}} = -\dfrac{\overline{F'_1A_1}}{f'_1} = -\dfrac{\overline{F'_1F_2}}{f'_1}$ car F_2 est confondu avec A_1, soit $\boxed{\gamma_{\text{obj}} = -\dfrac{\Delta}{f'_1}}$.

5. Le grossissement commercial G_{micro} du microscope est donné par $G_{\text{micro}} = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$, avec α' l'angle sous lequel est vue l'image finale $\overrightarrow{A'B'}$, et α l'angle sous lequel est vu l'objet à l'œil nu si A est placé au PP de l'œil, c'est-à-dire $\overline{AE} = d_m$.

En faisant attention à la convention d'orientation des angles on a $\alpha < 0$ et $\tan\alpha = \dfrac{\overline{AB}}{\overline{EA}} = -\dfrac{\overline{AB}}{d_m}$.



Dans les conditions de Gauss, $\alpha \simeq \tan\alpha$. Finalement,

$$G_{\text{micro}} = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\alpha' \frac{d_m}{\overline{AB}} \Rightarrow \boxed{G_{\text{micro}} = -P_{\text{micro}} d_m} .$$

La puissance optique permet de s'affranchir de la distance d_m qui est choisie arbitrairement !

6. On a $P_{\text{micro}} = \dfrac{\alpha'}{\overline{AB}} = \dfrac{\alpha'}{\overline{A_1B_1}} \times \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \Rightarrow \boxed{P_{\text{micro}} = P_{\text{oc}}\gamma_{\text{obj}}}$.
Or, d'après la première figure, dans le triangle $O_2A_1B_1$ on a

$$\tan\alpha' = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_2A_1}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_2F_2}} = -\frac{\overline{A_1B_1}}{f_2'} \ .$$

et dans les conditions de Gauss $\alpha' \simeq \tan\alpha'$. Finalement :

$$P_{\text{oc}} = -\frac{1}{f_2'} \ .$$

En utilisant $\gamma_{\text{obj}} = -\frac{\Delta}{f_1'}$ on en déduit :

$$P_{\text{micro}} = \frac{1}{f_2'} \times \frac{\Delta}{f_1'} \Rightarrow \boxed{G_{\text{micro}} = -\frac{\Delta \times d_m}{f_1' \times f_2'}} \ .$$