

EXERCICE 10* : L'OEIL

1. Iris → diaphragme
Cristallin → lentille mince convergente biconvexe de vergence variable.
Rétine → écran.

2. Le PR vaut $\boxed{PR_{em} = +\infty}$

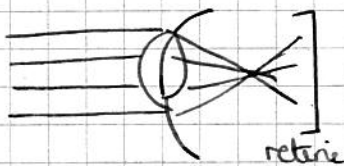
3. Myopie : a. un objet à l'infini n'a pas son image sur la rétine. or, l'œil ne peut que diminuer sa distance focale donc même en accommodant, un objet lointain n'est pas visible nettement. Donc

$$\boxed{PR_{myope} < PR_{em}}$$

b. Pour voir de près, l'œil doit accommoder. Au PP, l'œil diminue sa distance focale au maximum. Comme un œil myope a une distance focale "de base" plus petite, sa distance focale au PP est plus petite qu'un œil normal.

$$\boxed{PP_{myope} < PP_{em}}$$

c. On corrige la myopie avec des verres divergents.



d. pour une lentille divergente, $f' < 0$ donc $\underline{V < 0}$

e. $PP_{myope}^{non\ corrigé} < PP_{em} = PP_{myope\ corrigé}$

donc les myopes non corrigés voient mal de près.

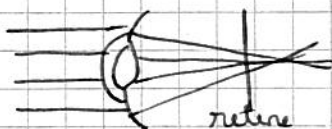
4. Hypermétropie : a. un objet à l'infini n'a pas son image sur la rétine mais trop loin. Comme l'œil peut diminuer f' en accommodant, pas besoin de lunettes, l'œil peut accommoder. donc

$$\boxed{PR_{hyp} = PR_{em}}$$

b. Pour voir de près l'œil accomode. Au AP l'œil accomode au maximum. Comme un œil hypermétrope a une distance focale "au repos" plus grande,

$$\boxed{PP_{hyp} > PP_{em}}$$

c. On corrige avec des verres convergeants.



d. Un œil hypermétrope a des verres convergents de vergence positive

e. Un œil hypermétrope voit très bien de loin mais doit accommoder pour cela. Or la plupart des objets que l'on voit dans la journée (même inconsciemment) sont situés "très loin" (à l' ∞) donc un œil hypermétrope accommode sans cesse s'il ne porte pas de lunettes et cela peut causer des migraines très fortes.

f. Un œil hypermétrope est un œil trop petit. Pour certains enfants, l'œil grandit assez avec l'âge pour que l'hypermétropie disparaisse naturellement.

Il est donc extrêmement déconseillé d'opérer avant la puberté car l'œil continue de grandir.

5. Presbytie.

a. Un œil atteint de presbytie n'est ni trop petit ni trop grand, un objet à l' ∞ a son image située sur la rétine.
donc

$$PR_{pr} = PR_{em} = +\infty$$

b. Pour voir de près un œil accomode. Or un œil atteint de presbytie accomode mal et moins qu'un œil normal. Donc

$$PP_{pr} > PP_{em}$$

c. Pour corriger un œil atteint de presbytie il faut faire converger plus les rayons pour voir de plus près.

→ les verres correcteurs sont donc convergeurs, de vergence supérieure à 0.

En faisant cela un objet situé à l' ∞ n'a plus son image sur la rétine → si un presbyte porte ses lunettes il verra bien de près mais pas de loin, et s'il ne les porte pas il verra bien de loin mais pas de près!

d. La zone de vision distincte d'un patient presbyte et hypermétrope est la même, mais, sans lunettes:

hypermétrope: VISION FLOUE | VISION NETTE
| EN ACCOMMODANT | $PR = +\infty$
PP ($> 25cm$)

presbyte: VISION FLOUE | VISION NETTE
| SANS ACCOMMODER | $PR = +\infty$
PP ($> 25cm$)

e. Les patients myopes ont des yeux trop convergents, $PP_{myope} < PP_{em}$. La presbytie a pour effet d'éloigner le PP (sans toucher au PR).

$$Or, PP_{myope} < PP_{em}$$

donc, pour les personnes très myopes, le temps que le PP se décale jusqu'au PP_{em} peut prendre des années (5 ans, 10 ans, 20 ans pour les plus myopes). Quoiqu'il arrive la presbytie ne compensera pas la myopie! Malheureusement... (car la presbytie ne touche pas au PR).

f. Surtout pas !! Car si cette personne se fait opérer, on va ramener son PP au PP em ≈ 25 cm et puis, ne pourra compenser la presbytie. Cette personne devra donc porter des lunettes d'ici 1 à 10 ans... Pour la presbytie.

6. Amplitude d'accommodation

a. on a $\frac{1}{\overline{OA_i}} - \frac{1}{\overline{OA_o}} = \frac{1}{b'} = V$

donc

$$V = \frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_o}$$

V est la vergence, elle s'exprime en dioptries.
[V] = m⁻¹.

b. Quand l'œil regarde un objet au PP, $d_i = D$ $d_o = \overline{PP_e}$

$$\Rightarrow V_{\max} = \frac{1}{D} - \frac{1}{\overline{PP_e}}$$

A.N. $V_{\max} = \frac{1}{16,7 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{-25 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow \underline{V_{\max} = 64 \text{ S}}$

c. Quand l'œil regarde un objet au PR, $d_i = D$ et $d_o = +\infty$.

$$\Rightarrow V_{\min} = \frac{1}{D}$$

A.N. $V_{\min} = 60 \text{ S}$

d. $V_{\max} - V_{\min} = \frac{1}{D} - \frac{1}{\overline{PP_e}} - \frac{1}{D} \Rightarrow \underline{A_c = -\frac{1}{\overline{PP_e}} > 0}$

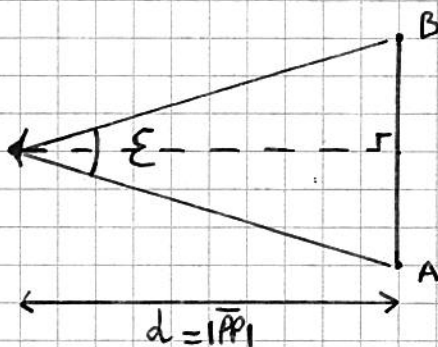
A.N. $A = 4^{\circ} \text{ S}$

e. $A_p = -\frac{1}{\overline{PP_p}} > 0$

A.N. $A_p = 2,9 \text{ S}$

on remarque que $A_p < A_c \rightarrow$ cohérent car c'est la définition de la presbytie.

7. Pouvoir séparateur



a. on a $\tan\left(\frac{\epsilon}{2}\right) = \frac{(ab/2)}{PP}$

$$\Rightarrow \underline{ab = 2PP \tan\left(\frac{\epsilon}{2}\right)}$$

A.N. $ab = 75 \mu\text{m}$

b. $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{b'}$ avec $\begin{cases} \overline{OA'} = D \\ \overline{OA} = -PP < 0 \end{cases}$

$$\Rightarrow \underline{\frac{1}{D} - \frac{1}{PP} = \frac{1}{b'}} \Rightarrow \underline{b' = 16 \text{ mm}} \quad (V = V_{\max})$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{a'b'}{ab} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{D}{PP} \Rightarrow$$

$$\underline{a'b' = ab \frac{D}{PP}}$$

A.N. $\overline{PP} = -25 \text{ cm}$ $\rightarrow \underline{\overline{a'b'} = -5,0 \text{ } \mu\text{m}}$
 $\overline{ab} = 75 \text{ } \mu\text{m}$
 $D = 16,7 \text{ mm}$

$\rightarrow$ ce résultat est cohérent car les cellules photosensibles de l'œil ont une dimension de l'ordre du micromètre.

c. $\boxed{\overline{ab}_m = 2\overline{PP}_m \tan\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)}$

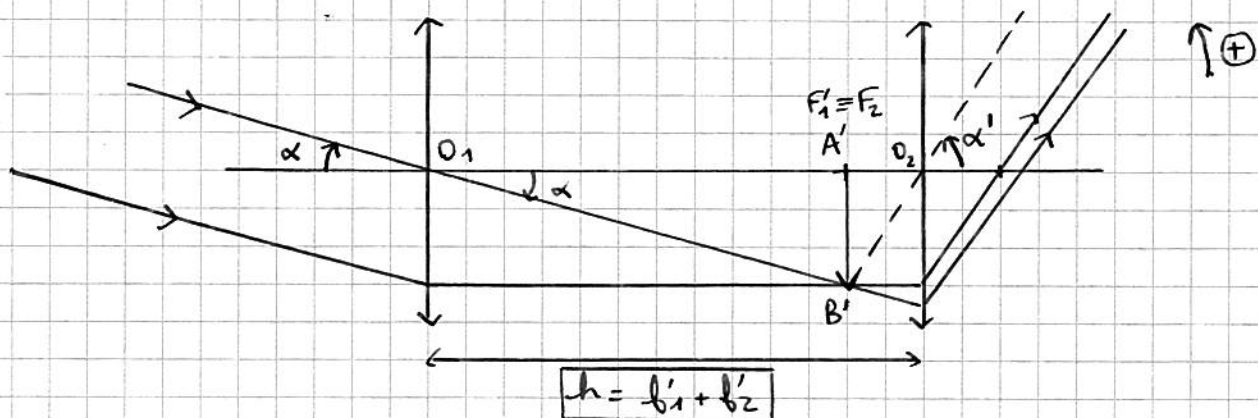
A.N. $\underline{ab_m = 23 \text{ } \mu\text{m}} < 75 \text{ } \mu\text{m}$

conclusion: un œil myope voit des détails qu'un œil emmétrope ne voit pas.

8. Si Mattéo est "très myope" il a des verres correcteurs "très divergents". Or, si l'herbe prend feu, cela nous apprend que les rayons convergent vers un point de l'herbe et l'échauffent. C'est impossible avec des verres divergents !!!

EXERCICE 11: LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

1. Un objet à l'infini a une image à l'infini. On en déduit que F_1 doit être confondu avec F_2 .



Intérêt : l'image est à l'infini donc l'œil n'accomode pas pour observer, il n'y a donc pas de fatigue oculaire.

2. Voir 1. pour le schéma.

3.

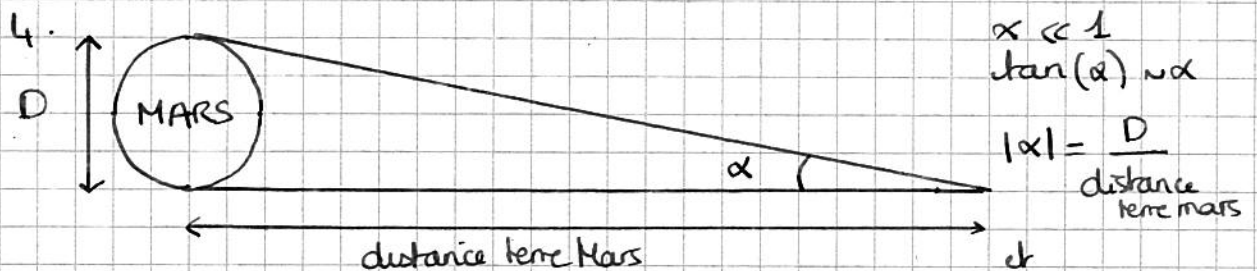
angle sous lequel on voit l'objet en présence de la lunette : α' (voir schéma)
 angle " " à l'œil nu (sans lunette) α (voir schéma).
 On remarque que l'image n'a pas le même sens qu'on la regarde avec ou sans la lunette (mais le confirmer en TP). donc $G < 0$. Ceci est confirmé sur notre schéma : α et α' ne sont pas de même signe.

Dans le triangle $O_1 A' B'$, on a $\tan(\alpha) = \frac{A'B'}{b'_1}$ $\alpha < 0$
 $A'B' < 0$

Dans le triangle $O_2 A' B'$, on a $\tan(\alpha') = -\frac{A'B'}{b'_2}$ $\alpha' > 0$
 $A'B' < 0$

or $\tan(\alpha) \sim \alpha$ et $\tan(\alpha') \sim \alpha'$ (conditions de Gauss)
 donc

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{b'_1}{b'_2}$$



donc :

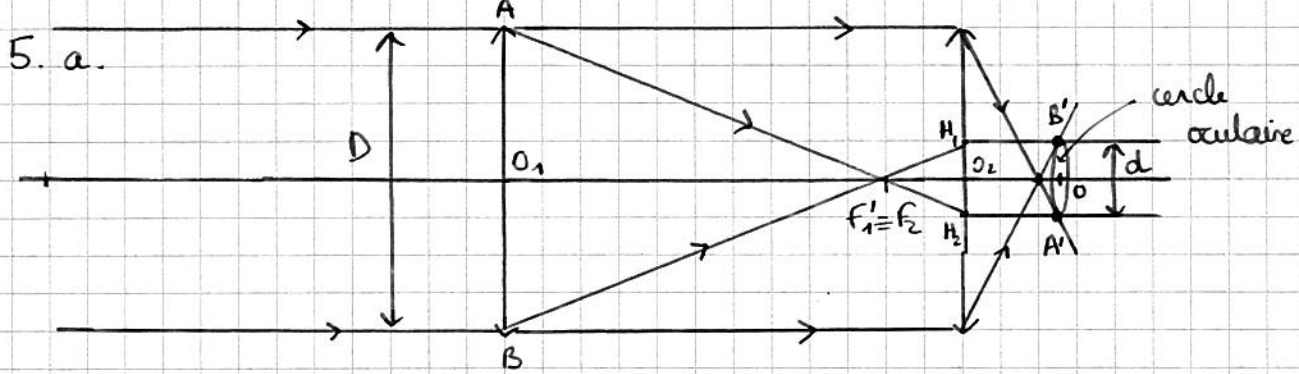
$$\alpha' = \frac{\text{diamètre de l'astre}}{\text{distance Terre/Astre}} \times \frac{b'_1}{b'_2}$$

A.N. Mars : $\alpha' = \frac{6800}{7,0 \cdot 10^7} \times \frac{80}{0,6} \Rightarrow \alpha' = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$

A.N. Lune : $\alpha' = \frac{3400}{3,8 \cdot 10^5} \times \frac{80}{0,6} \Rightarrow \alpha' = 1,2 \text{ rad}$

or l'angle maximal vaut $30^\circ = \frac{\pi}{6} \text{ rad} = 0,52 \text{ rad}$.

$\alpha'_{\text{mars}} < \frac{\pi}{6}$ et $\alpha'_{\text{lune}} > \frac{\pi}{6}$. On peut voir Mars en entier, mais pas ^{la lune}.



Tous les rayons incidents qui pénètrent dans l'objectif passent par le cercle oculaire tracé ci-dessus. Ce cercle est l'image de l'objectif par l'oculaire. En effet, tous les rayons incidents sont limités par la monture de l'objectif de diamètre D . Ils sortiraient tous de la lunette en traversant le cercle oculaire image de l'objectif par l'oculaire.

→ C'est au niveau du cercle oculaire que la luminosité est maximale.

b. "Thalès Papillon" (Triangles $F_1'AB$ et $F_1'H_1H_2$)

$\Rightarrow$

$$\frac{d}{D} = \frac{b_2'}{b_1'} = -\frac{1}{G}$$

$$\Rightarrow \boxed{G = -\frac{D}{d}} \quad \text{A.N. } d = D \frac{b_2'}{b_1'} \Rightarrow \underline{d = 0,45 \text{ mm}}$$

c. On cherche $\overline{O_2O}$, où O est le centre du cercle oculaire. O est l'image de O_1 par l'objectif L_2 .

$$\text{Alors, } \frac{1}{\overline{O_2O}} - \frac{1}{\overline{O_2O_1}} = \frac{1}{b_2'} \quad \text{avec } \overline{O_2O_1} = -(f_1' + b_2')$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2O}} = \frac{1}{b_2'} - \frac{1}{b_1' + b_2'}$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{O_2O} = \frac{1}{\frac{1}{b_2'} - \frac{1}{b_1' + b_2'}}}$$

$$\text{A.N. } \underline{\overline{O_2O} = 6,04 \text{ mm}}$$

d. C'est au niveau du cercle oculaire que la luminosité est maximale, il faut donc placer l'œil au niveau du cercle oculaire pour avoir une vision optimale.

e. A priori, on doit avoir $\boxed{d < \text{taille de l'œil}}$

6. L'objectif de la lunette joue le rôle de collecteur de lumière. On peut voir des objets de très faible luminosité.