

Correction manipulation N° 4 : L'œil humain et les défauts de vision

Muammar El Khatib

9 mars 2015

1 Etude de l'œil normal

Il faut régler la maquette de l'œil en position 2!.

1. Pour former sur la rétine une image qui se situe à l'infini, il faut utiliser la méthode d'auto collimation. Pour cela, on place un miroir plan derrière la lentille convergente pour refléter le faisceau qui vient de la source. Après, on déplace l'ensemble lentille-miroir de manière à former l'image de l'objet dans le plan de ce dernier. Une fois l'image est formée, on peut enlever le miroir et les rayons en provenance de cet objet vers le dispositif optique sont tous parallèles et donc situés à l'infini. En suite, on peut former l'image de cet objet qui est à l'infini sur la rétine de notre maquette en faisant varier soit la position de la maquette sur le banc optique ou soit en injectant plus ou moins de l'eau dans le cristallin (noter la position des seringues).
2. Pour en déduire la vergence, on utilise la relation de conjugaison d'une lentille mince :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} = V \quad (1)$$

$\frac{1}{\overline{OA'}}$ est la distance entre le cristallin et la rétine et $\frac{1}{\overline{OA}}$ est la distance entre le cristallin et l'objet (cette dernière est une distance négative). On a finalement que $\overline{OA} = -\infty$ et $\overline{OA'} = 25 \text{ cm}$.

$$V = \frac{1}{25 \times 10^{-2} \text{ m}} - \frac{1}{-\infty} = 4\delta \quad (2)$$

3. En injectant la totalité de l'eau dans le cristallin, on a la convergence maximale du cristallin. Dans cette configuration, le $PP = 30 \text{ cm}$.
4. La vergence lorsqu'il accommode au maximum se calcule en utilisant encore la relation de conjugaison dont $\overline{OA} = -30 \times 10^{-2} \text{ m}$ et $\overline{OA'} = 25 \times 10^{-2} \text{ m}$.

$$V = \frac{1}{25 \times 10^{-2} \text{ m}} - \frac{1}{-30 \times 10^{-2} \text{ m}} = 7,33\delta \quad (3)$$

5. Intervalle d'accommodation : $(30 \text{ cm}, \infty)$.
6. Intervalle d'accommodation en fonction de l'inverse de la distance algébrique \overline{OA} est montré sur la Figure 1. Il faut remarquer que la distance $\overline{OA} < 0$.

2 Etude de l'œil myope

Il faut régler la maquette de l'œil en position 1!, et on enlève la lentille bleue utilisée pour faire l'auto collimation parce que le PR sera déterminé autrement.

1. Le PR est déterminé à partir de la graphique.
2. On cherche le PP en laissant la totalité de l'eau dans le cristallin et en réglant la maquette en position 1 pour avoir une distance $\overline{OA'} = 28 \text{ cm}$ qui est plus grande que celle d'un œil normal. Lorsque l'image est nette sur la rétine, on note la distance de l'objet au cristallin $PP = 26 \text{ cm}$.

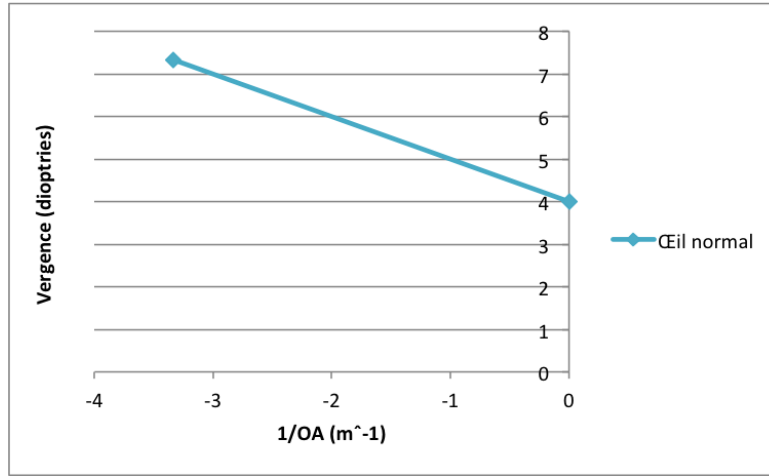


FIGURE 1 : Vergence en fonction de l'inverse de la distance algébrique \overline{OA} , pour un œil normal.

3. On peut calculer la vergence de l'œil myope lorsqu'il accommode au PP :

$$V = \frac{1}{28 \times 10^{-2}m} - \frac{1}{-26 \times 10^{-2}m} = 7,41\delta \quad (4)$$

On constate que la différence des vergences lorsque l'œil normal et myope accommodent au PP est petite. Sur la Figure 2, on a placé la vergence en fonction de la distance $\frac{1}{-26 \times 10^{-2}m}$, et pour le PR on a extrapolé le point déjà placé précédemment pour tracer une droite de l'œil myope *en parallèle* avec cela de l'œil normal jusqu'à on arrive à une valeur de la vergence de 4δ (ligne parallèle à l'axe x) comme montré sur la Figure 2. La projection de ce dernier point sur l'axe x vaut $\frac{1}{\overline{OA}} = -0,43m^{-1}$ et donc $\overline{OA} = 2,32m$. Finalement, l'intervalle d'accommodation vaut (26cm, 232cm) pour un œil myope et ça veut dire que l'œil myope ne peut pas regarder des objets situés à l'infini (note : c'est pour cette raison qu'on n'a pas déterminé le PR en utilisant l'auto collimation).

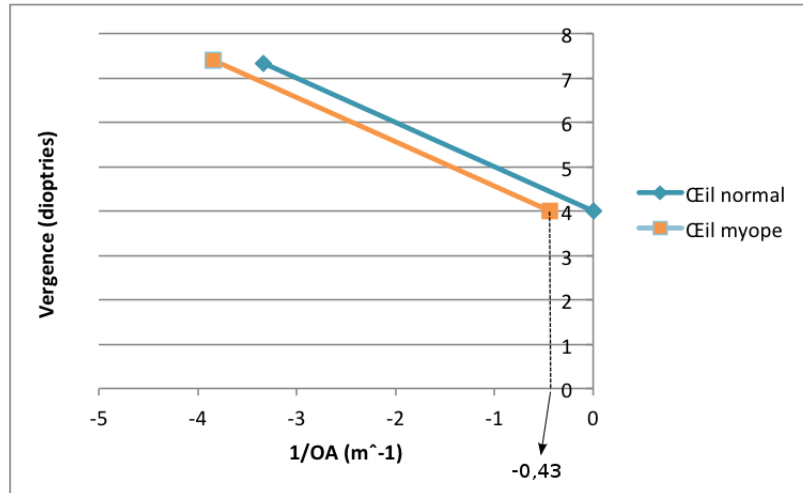


FIGURE 2 : Vergence en fonction de l'inverse de la distance algébrique \overline{OA} , pour un œil myope.

4. Pour en déduire la vergence de la lentille correctrice que l'on doit accoler au cristallin pour que l'œil myope puisse regarder des objets à l'infini, il faut extrapoler la droite de l'œil myope au delà du point qu'on a placé pour le PR jusqu'à qu'on coupe l'axe y comme montré sur la Figure 3. Une fois qu'on a obtenu la valeur de l'intersection ($V = 3,56\delta$), la vergence de la lentille que l'on doit accoler à l'œil myope pour qu'il puisse regarder des images à l'infini est donnée donc pour la région entre la vergence de l'œil normal ($V = 4\delta$) et de l'œil myope ($V = 3,56\delta$), et ainsi $V_{correctrice} = -0,44\delta$ (négatif puisqu'il s'agit d'une lentille divergente).

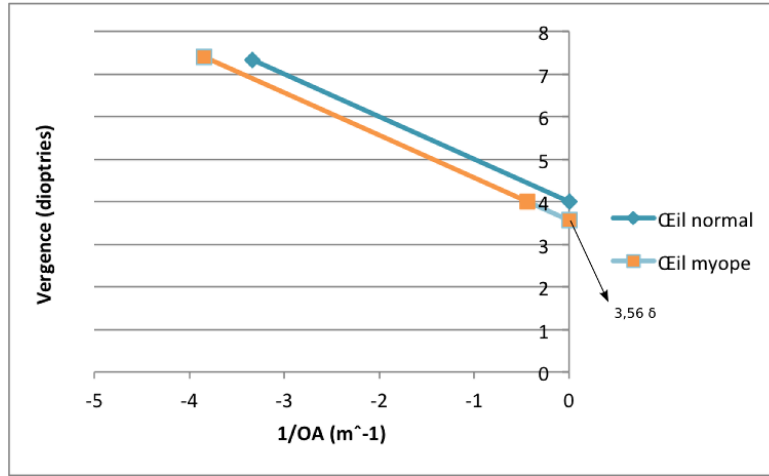


FIGURE 3 : Valeur de la vergence de l'œil myope pour qu'il puisse regarder des objets situés à l'infini déterminée graphiquement.

- Pour réaliser la correction sur la maquette, on doit d'abord créer un objet à l'infini. Après, on va mettre le volume de l'eau sur le cristallin avec la position des seringues qu'on avait noté au début pour l'œil normal. Enfin, on ajoute la lentille correctrice divergente et l'image de cet objet à l'infini doit être nette avec la correction. Remarque : l'œil doit rester en position 1 pour une distance cristallin-rétine de l'œil myope.
- La lentille correctrice n'est pas accolée au cristallin, et donc il faut utiliser la relation entre les vergences d'un doublet de lentilles L1 et L2 **NON ACCOLÉES, SÉPARÉES D'UNE DISTANCE e** :

$$V = V_1 + V_2 - eV_1V_2 \quad (5)$$

Où : $V = V_{\text{œilmyopecorrige}}$, $V_1 = V_{\text{œilmyopeauPR}}$, $V_2 = V_{\text{lentillecorrectrice}}$, $e = \text{distance lentille correctrice} - \text{cristallin}$. Alors, il faut réarranger l'équation pour trouver la valeur de V_2 :

$$V_2 = \frac{V - V_1}{(1 - eV_1)} \quad (6)$$

Ainsi :

$$V_2 = \frac{(3,56 - 4)\delta}{(1 - 6 \times 10^{-2}m:4\delta)} = -0,57\delta \quad (7)$$

3 Hypermétropie

Il faut régler la maquette de l'œil en position 3!, et on enlève la lentille correctrice utilisée pour l'œil myope. On peut déterminer comme dans le cas de l'œil normal le PP à partir de la formation d'une image nette sur la rétine de l'objet F et le PR à partir de la méthode d'auto collimation.

On obtient un intervalle d'accommodation qui vaut $(36cm, \infty)$. Cet œil peut regarder des objets à l'infini, à condition que l'œil accommode et son PP est plus grand que pour l'œil normal. Dans notre maquette, le globe oculaire est trop peu profond dans la position 3, et donc l'image se forme en arrière la rétine. Il faut utiliser un verre convergent de $V_{\text{correctrice}} = +1\delta$ pour corriger le défaut de vision dans notre maquette.

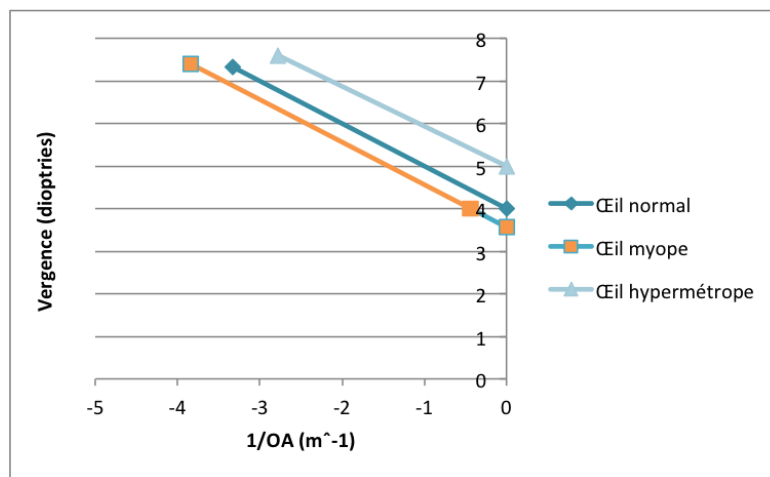


FIGURE 4 : L'œil hypermétrope.