

Chapitre VI

L'OEIL et LA VISION

VI.1 Propriétés générales de l'oeil

- œil = association de dioptries séparés par des milieux d'indices différents
- œil humain accommode par modification de f'



formation de l'image sur la rétine quelle que soit la position de l'objet

- système optique différent chez les insectes, poissons

VI.2 Description et propriétés de l'OEIL

L'oeil est l'organe de la vision ; il peut examiner directement des objets ou examiner des images de ces objets fournies par des instruments d'optique (loupes, microscopes, lunettes). Son rôle est fondamental dans l'étude de l'optique.

- œil = association de dioptries séparés par des milieux d'indices différents
- œil humain accommode par modification de f'



formation de l'image sur la rétine quelle que soit la position de l'objet

- système optique différent chez les insectes, poissons

VI.2.1 Description complète : l'OEIL physiologique

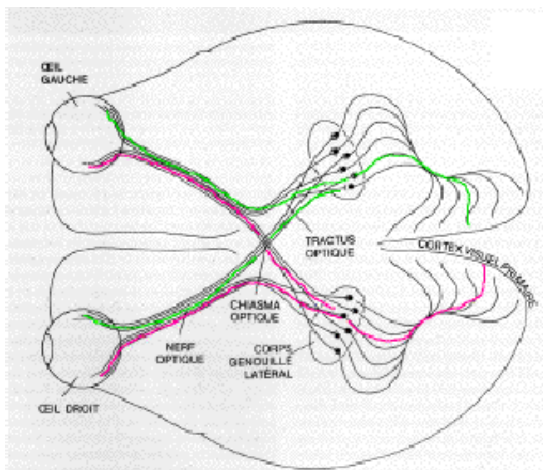


figure VI-1

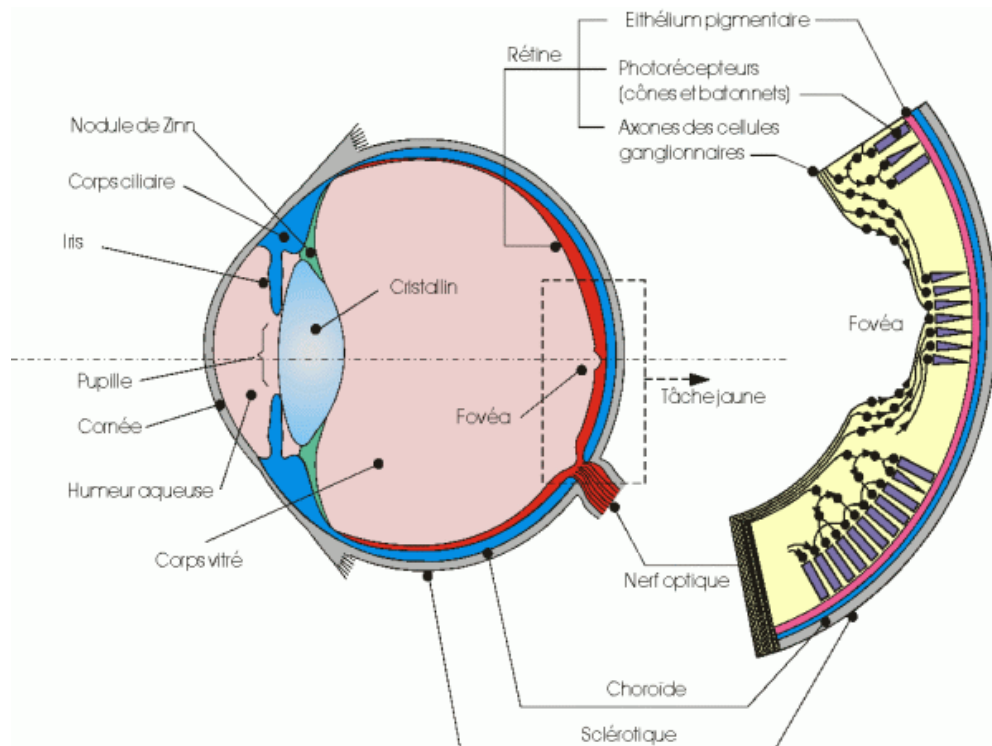
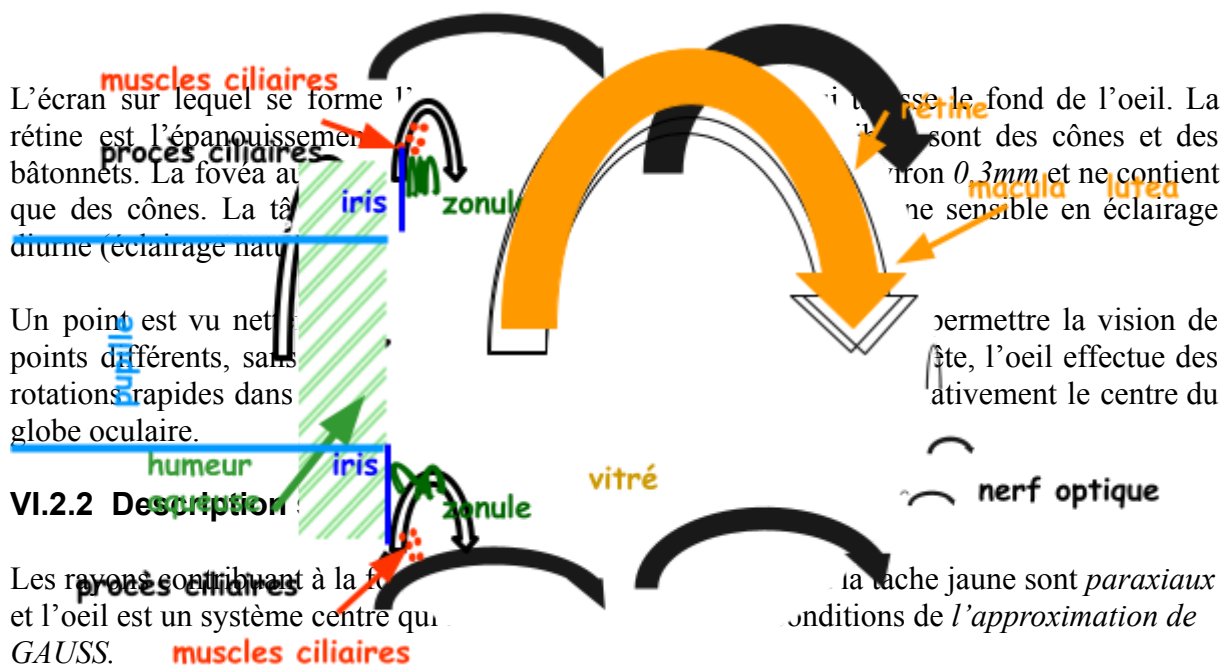
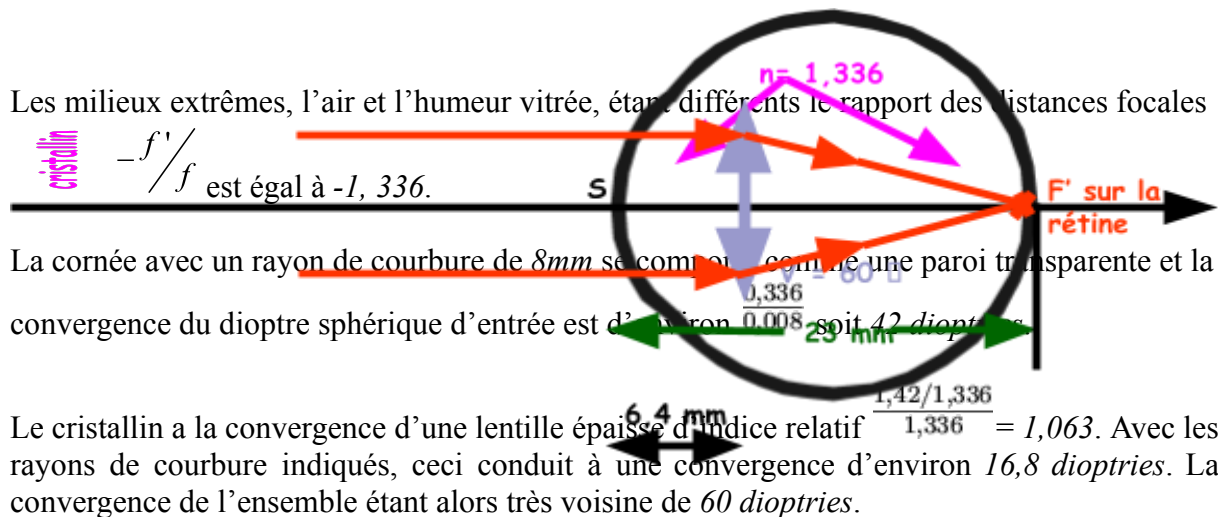


Figure VI-2

Le rayon de l'oeil est d'environ 12mm . Le rayon de la cornée est d'environ 8mm . Le cristallin a une épaisseur d'environ 4mm ; les rayons de courbure de ses faces sont respectivement égaux à 10 et 6mm . Ce n'est pas un milieu homogène : l'indice varie de $1,36$ au bord à $1,42$ sur l'axe.





Pour un oeil " moyen " normal la distance focale image f' est voisine de $+23mm$ tandis que la distance focale objet f est voisine de $-17mm$. Quand un oeil normal observe un objet éloigné (on dit " à l'infini " par commodité pour les calculs correspondants) le foyer image F' est sur la rétine et le foyer objet F environ $15mm$ en avant de la cornée.

Un calcul complet montre que l'interstice $\overline{HH'}$ est voisin de $0,3mm$ et donc très faible : pratiquement on peut confondre les points principaux H et H' .

Avec une bonne approximation, en optique, l'oeil est équivalent à un dioptré sphérique de sommet S et de centre C tel que $\overline{SC} = 6mm$ séparant l'air et le milieu d'indice $1,336$. C'est l'OEIL RÉDUIT représenté sur la figure VI-4.

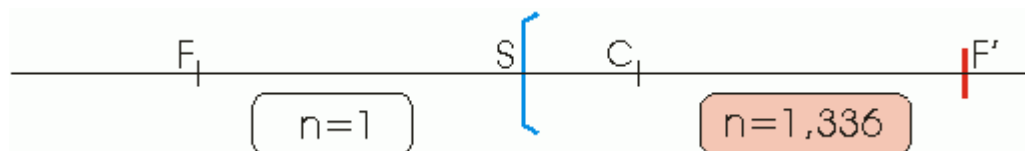


Figure VI-4

VI.2.3 Accommodation et défauts de l'OEIL

Lorsque l'accommodation est max., le conjugué objet de la rétine est le proximum (point le plus proche de l'œil dont la vision peut être nette)

- nouveau-né : 7 à 8 cm
- 20 ans : 15 cm
- 45 ans : 25 cm

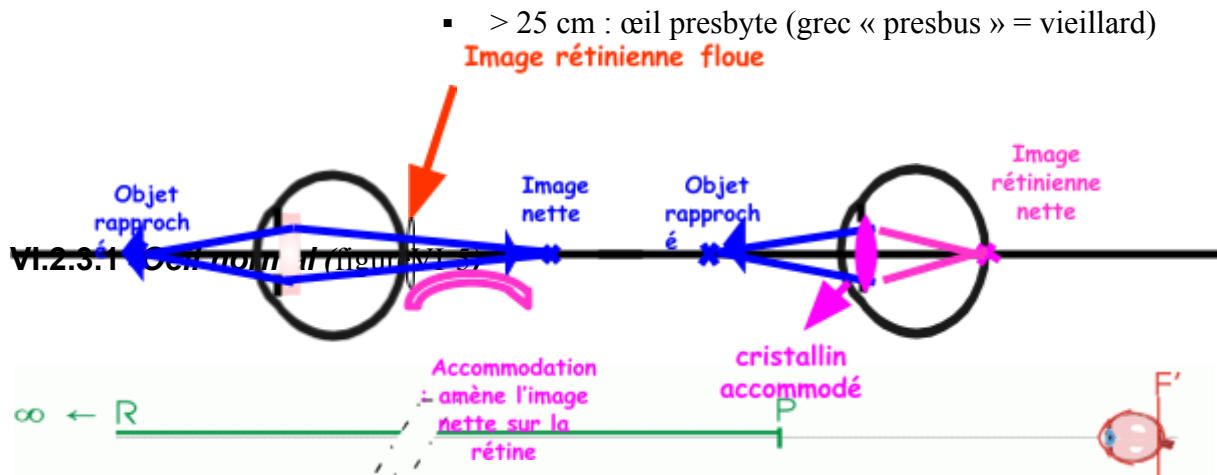


Figure VI-5

Le foyer image F' est, naturellement et sans effort, sur la rétine. L'œil voit alors nettement des objets situés "à l'infini". Le point le plus éloigné, sur l'axe, pour lequel il est possible d'obtenir une image rétinienne nette est le PUNCTUM REMOTUM R. Pour un œil normal R est à l'infini.

Par accommodation, c'est-à-dire du fait de la déformation du cristallin sous l'action des nodules de Zinn, l'œil peut voir des objets situés à distance finie. La déformation du cristallin étant limitée, quel que soit l'effort musculaire fourni, l'œil ne peut pas voir les objets situés en deçà d'une distance minimale de vision distincte. Le point correspondant sur l'axe est le PUNCTUM PROXIMUM P. Pour un œil normal non fatigué P est situé 20 à 30cm en avant de la cornée.

■ Variations de V :

- vision éloignée (**punctum remotum R**) :
 - $p \rightarrow \infty$; p' sur la rétine soit $p' = 16,6 \text{ mm}$
 - $V = 60 \text{ } \delta$ ($f' = 16,6 \text{ mm}$)
- vision rapprochée (**punctum proximum P**) :
 - $p = -25 \text{ cm}$; p' sur la rétine soit $p' = 16,6 \text{ mm}$
 - $V = 64 \text{ } \delta$ ($f' = 15,6 \text{ mm}$)
- amplitude dioptrique : $\Delta V = 4 \delta$

VI.2.3.2 Œil myope (figure VI-6)



Figure VI-6

L'oeil est trop convergent. Le foyer image est naturellement en avant de la rétine. Le PUNCTUM REMOTUM R est à distance finie alors que le PUNCTUM PROXIMUM P est plus proche de la cornée que dans le cas d'un oeil normal.

La correction de la myopie est possible en plaçant une lentille divergente devant l'oeil.

Exemple

$$\square V = 61 \text{ } \delta ; \Delta V = 4 \delta ; 61 \delta < V < 65 \delta$$

$$\square p ?$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{16,6 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{p} &= 61 & \longrightarrow & p = -1\text{m (au repos)} \\ \frac{1}{16,6 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{p} &= 65 & \longrightarrow & p = -20\text{cm (vision de près)} \end{aligned}$$

Correction

Correction avec des verres divergents : $V = -1 \delta$

Sans lunettes : $61 \delta < V < 65 \delta \quad -1\text{m} < p < -20\text{cm}$

Avec lunettes : $60 \delta < V < 64 \delta \quad -\infty < p < -25\text{cm}$

VI.2.3.3 Oeil hypermétrope (figure VI-7)



Figure VI-7

L'oeil n'est pas assez convergent. Le foyer image est naturellement en arrière de la rétine. Le PUNCTUM REMOTUM R est virtuel tandis que le PUNCTUM PROXIMUM P est plus éloignée de la cornée que dans le cas d'un oeil normal.

L'oeil hypermétrope accommode en permanence ce qui est une cause de fatigue. La correction de l'hypermétropie est possible en plaçant une lentille convergente devant l'oeil.

Exemple :

$$\square \quad V = 59 \text{ } \delta ; \Delta V = 4 \text{ } \delta ; 59 \text{ } \delta < V < 63 \text{ } \delta$$

$$\square \quad p ?$$

$$\frac{1}{16,6 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{p} = 59 \quad \longrightarrow \quad p = +1 \text{ m ! } (\infty \text{ au repos})$$

Correction :

$$\frac{1}{16,6 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{p} = 63 \quad \longrightarrow \quad p = -33 \text{ cm (vision de près)}$$

Correction avec des verres convergents : $V = +1 \text{ } \delta$

$$\text{Sans lunettes : } 59 \text{ } \delta < V < 63 \text{ } \delta \quad -\infty < p < -33 \text{ cm}$$

$$\text{Avec lunettes : } 60 \text{ } \delta < V < 64 \text{ } \delta \quad -\infty < p < -25 \text{ cm}$$

VI.2.3.4 Autres défauts

L'oeil presbyte est un oeil devenu moins convergent par suite du vieillissement (le relâchement des muscles entraîne au repos une augmentation des rayons de courbure du cristallin). On peut noter que si **la presbytie** est susceptible de réduire la myopie, elle ne peut qu'aggraver l'hypermétropie.

Un autre défaut courant de l'oeil est **l'astigmatie** : la symétrie de révolution autour de l'axe optique n'est pas satisfaite et les images des objets sont déformés (un cercle est vu comme une ellipse). Les problèmes correspondants sortent du cadre d'un cours sur les systèmes centrés. Signalons, cependant, que ce défaut peut être corrigé à l'aide de verres toriques convenablement orientés.

$$\square \quad \Delta V = 15 \text{ } \delta \quad \text{à 8 ans}$$

$$\square \quad \Delta V = 3 \text{ } \delta \quad \text{à 50 ans}$$

$$\square \quad \Delta V = 1 \text{ } \delta \quad \text{à 60 ans}$$

exemple

$$\square \quad \text{si } \Delta V = 1 \text{ } \delta : 60 \text{ } \delta < V < 61 \text{ } \delta$$

$$\square \quad p ?$$

$$\frac{1}{16,6 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{p} = 61 \quad p = -1 \text{ m}$$

Sans lunettes : $60\text{ } \delta < V < 61\text{ } \delta \quad \Rightarrow \quad -\infty < p < -1\text{m}$

correction

Correction avec des verres convergents : $V = 2\delta$

Avec lunettes : $62\delta < V < 63\delta \quad -50\text{cm} < p < -33\text{cm}$

Correction avec doubles foyers ou foyers progressifs.