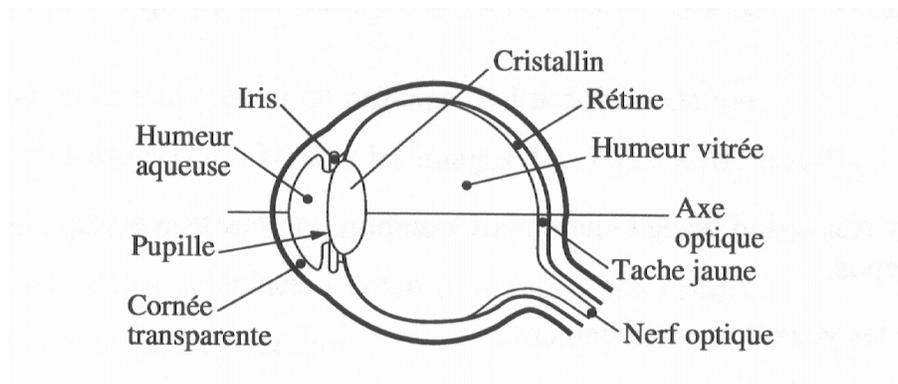


# Quelques notions sur l'oeil

## 1 Description anatomique

En traversant l'oeil, un rayon lumineux rencontre successivement

- la cornée, transparente, d'environ 1 mm d'épaisseur
- l'humeur aqueuse, liquide transparent d'indice voisin de 1,33, d'environ 4 mm d'épaisseur
- le cristallin, équivalent à une lentille biconvexe à focale variable, précédé d'un diaphragme, l'iris, dont le diamètre peut varier de 2 à 8 mm suivant l'intensité de la lumière reçue
- l'humeur vitrée, d'environ 15 mm et d'indice voisin de 1,33
- la rétine au fond de l'oeil, membrane transparente constituée de neurones de deux types, les cônes responsables de la vision en couleur et les bâtonnets, responsables de la vision noir et blanc. Les terminaisons des neurones se rejoignent pour former le nerf optique qui transmet les informations au cerveau



D'un point de vue de l'optique, on peut donc schématiser l'oeil en trois parties,

- une lentille mince convergente de focale variable (le cristallin), le centre optique  $O$  de cette lentille étant le centre optique de l'oeil et l'origine pour tout calcul optique
- un écran (la rétine) sur lequel se forment les images, constitué de la petite surface sensible de la rétine <sup>1</sup>
- un diaphragme (l'iris) qui s'ouvre et se ferme automatiquement suivant l'intensité lumineuse

Comme le diaphragme et la partie sensible de la rétine sont de petites dimensions, les rayons lumineux qui traversent la lentille sont peu inclinés sur l'axe. La lentille travaille donc dans les conditions de l'approximation de Gauss et les images sont à priori de bonne qualité.

---

<sup>1</sup>Les images sont toujours inversées comme toute image réelle donnée par une lentille convergente, le cerveau rétablit le sens.

## 2 L'accomodation

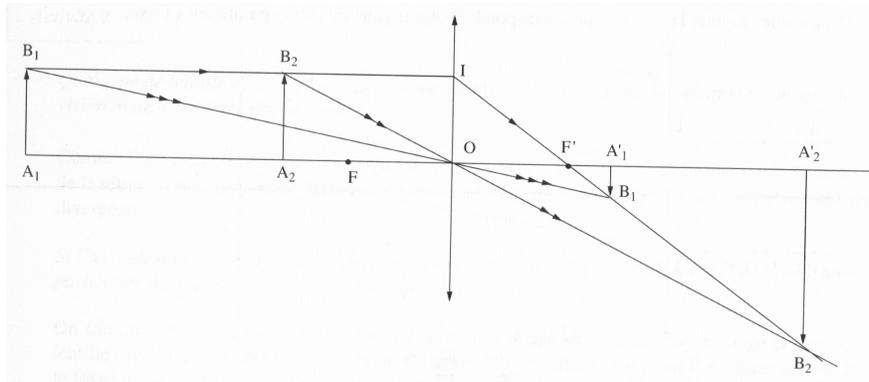
Fermons les yeux. En les rouvrant, on verra les éléments lointains du décor et non les plus proches, pour lesquels une vue nette nécessite l'action des muscles de l'oeil - on "plisse" les yeux. Dans ce dernier cas, on dit que l'oeil doit accomoder.

Un oeil normal au repos voit nettement les objets éloignés. Pour voir les objets proches, il doit accomoder, c'est-à-dire changer la distance focale cristallin en modifiant la courbure de sa face antérieure à l'aide des muscles ciliaires. Cette transformation se fait généralement automatiquement et instantanément dans la mesure nécessaire à la formation de l'image sur la rétine.

Si on regarde un livre placé à une distance raisonnable de l'oeil, il est en général assez facile de lire. Si on rapproche l'ouvrage, on peut toujours voir mais en-deçà d'une certaine distance, tout se brouille. Lorsqu'on est à une distance assez proche pour laquelle il est encore possible de lire, on remarque que l'oeil se fatigue assez vite...

Il existe une limite de vision distincte au-dessous de laquelle un oeil normal ne peut plus accomoder (la courbure maximale du cristallin est atteinte).

Pour un oeil normal, il existe sur l'axe optique une zone dans laquelle peuvent se situer des objets qui seront vus nettement par l'oeil. Le point le plus éloigné est appelé le **punctum remotum** et est situé à une distance  $D$  de l'oeil, distance maximum de vision distincte. Le point le plus proche est le **punctum proximum** et est situé à une distance  $d_m$  de l'oeil, distance minimum de vision distincte avec accomodation. Pour un oeil normal,  $D$  tend vers l'infini alors que  $d_m$  est de l'ordre de 15 cm en accomodant, mais sans fatigue excessive  $d_m \simeq 25 \text{ cm}$ .



Il est évident que les deux images précédentes situées à des distances différentes de la lentille ne pourront être perçues sur un écran fixe. L'une au moins sera floue. Si l'objet est plus proche de la lentille, la relation de Descartes

$$\frac{1}{OA_i} - \frac{1}{OA_o} = \frac{1}{f'}$$

montre qu'il faudra éloigner l'écran.

En ce qui concerne l'oeil, l'écran (la rétine) est fixe. Si l'objet se rapproche de l'oeil, son image devrait devenir floue ; en fait, au vu de la relation de conjugaison précédente, l'autre alternative est le changement de focale.

Pour accomoder, c'est-à-dire pour voir nettement les objets non situés à l'infini, l'oeil doit changer la courbure de son cristallin, ce qui entraîne une variation de la distance focale de la lentille

équivalente.

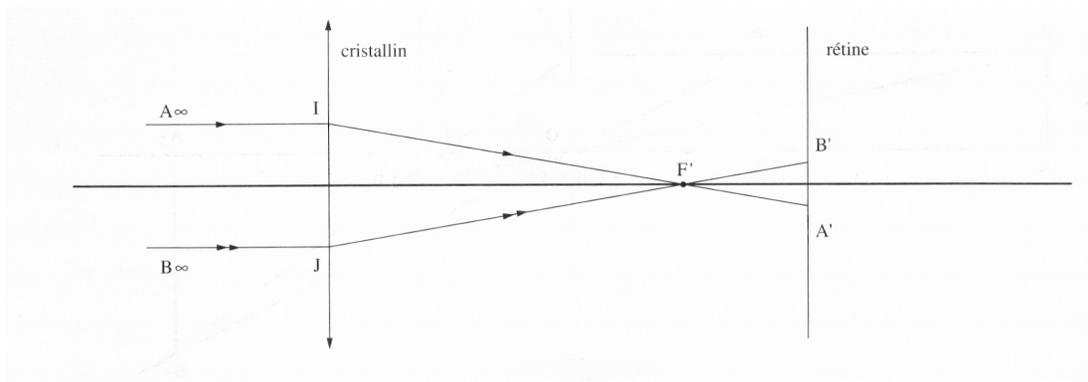
Exemple : pour un objet à 20 cm de l'oeil,

$$\overline{OF_i} = \frac{\overline{OA_o} \times \overline{OA_i}}{\overline{OA_o} - \overline{OA_i}} = 13,95 \text{ mm}$$

pour un objet à 50 cm, on obtient  $\overline{OF_i} = 15,46 \text{ mm}$ .

### 3 Un exemple de défaut de vision : la myopie

Un oeil myope ne voit pas nettement les objets éloignés, les images correspondantes étant floues. Ceci vient, en général, de la forme de l'oeil qui est dans ce cas plus profond que la normale, ie. que la distance cristallin-rétine est supérieure à 15 mm. Le foyer image  $F_i$  est donc situé avant la rétine lorsque l'oeil est au repos : l'oeil myope est plus convergent que l'oeil normal.



L'image est une tache qui se forme sur plusieurs cellules rétinienne. Elle est floue. Pour qu'elle soit nette, avec une focale  $f' = 15 \text{ mm}$  et une distance oeil-rétine de 16 mm, l'objet doit se situer à la distance

$$OA_o = \frac{f' \times \overline{OA_i}}{\overline{OA_i} - f'} = -240 \text{ mm}$$

Pour une distance oeil-rétine de 17 mm, on obtient  $OA_o = -127,5 \text{ mm}$ .

En conséquence, le punctum remotum de l'oeil myope se situe à distance finie. Pour certaines personnes, il ne dépasse pas 20 cm. Pour un oeil normal, de distance oeil-rétine 15,25 mm, ceci correspond à une focale  $f' = 14,17 \text{ mm}$ .

Le punctum proximum est, lui, plus proche que pour un oeil normal. En effet, comme l'oeil myope est plus profond, la distance lentille-image est plus grande ce qui, d'après la conjugaison des lentilles minces, entraîne une distance objet-lentille plus courte pour une distance focale donnée.