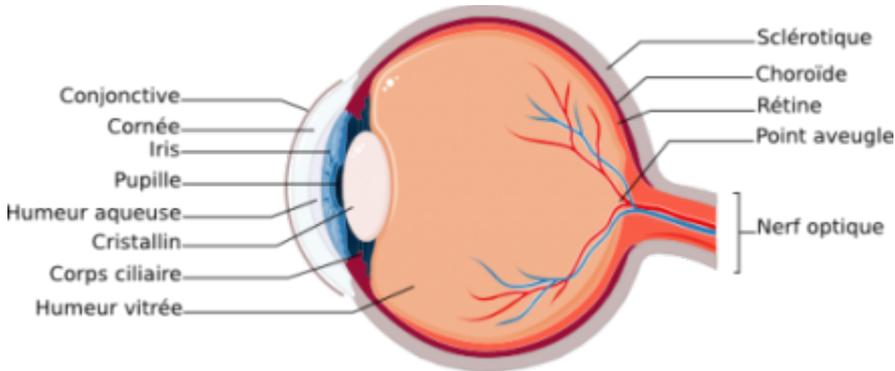


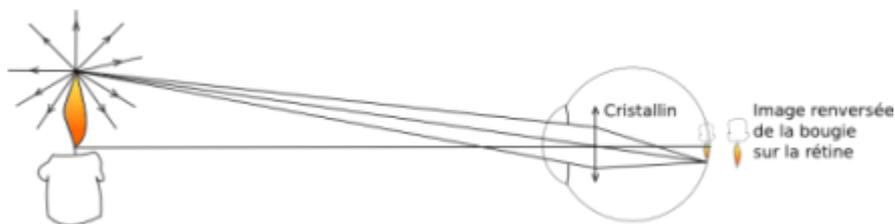
Les yeux dans les yeux

La formation des images dans l'œil

Structure de l'œil

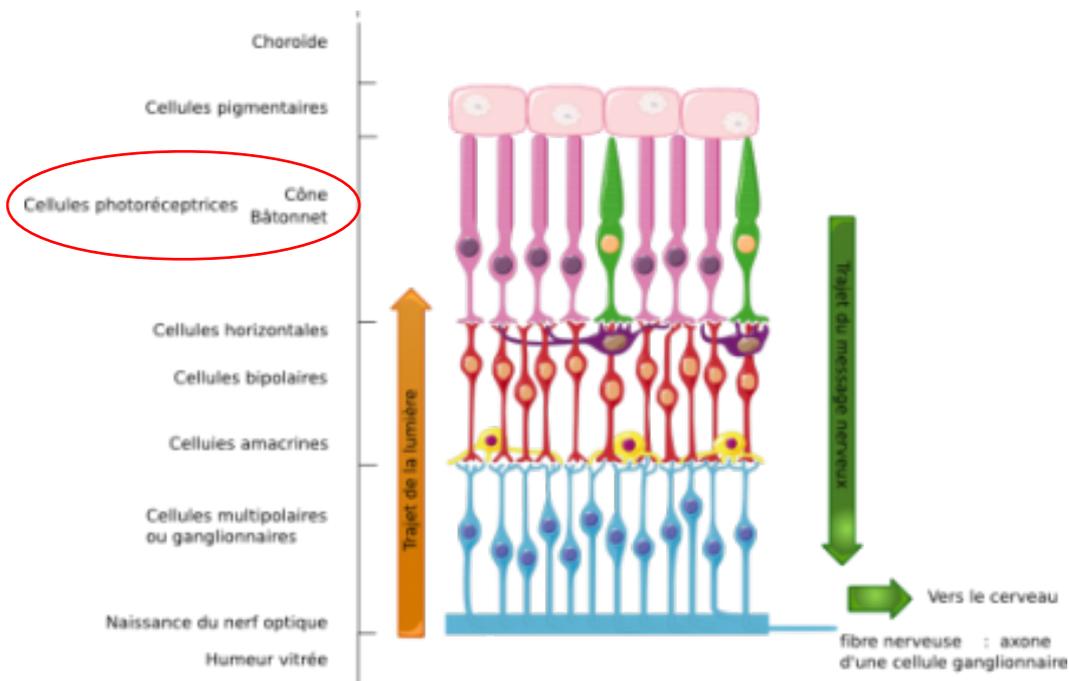


La lumière pénètre dans l'œil à travers une ouverture dont le diaphragme varie, par réflexe, avec la luminosité : la **pupille**. Puis, au fond de l'œil la lumière arrive sur une membrane, la **rétine** qui se prolonge vers le cerveau par le **nerf optique**. L'œil comprend des milieux transparents (cornée, humeur vitrée, cristallin, humeur aqueuse) qui rendent possible la formation des images. Le **cristallin** a la propriété de se déformer, grâce aux muscles ciliaires auxquels il est lié, afin de focaliser l'image sur la rétine : c'est l'**accommodation**.



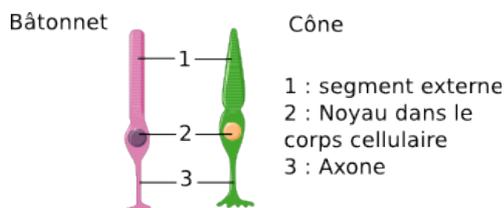
L'œil capte une partie de la lumière émise par un objet, ici la bougie. Chaque point de la bougie a pour image un point de la rétine. Une image inversée se forme ainsi point par point.

L'architecture de la rétine



La rétine comporte 3 couches de neurones principaux différents :

- ▶ Deux types de cellules photo réceptrices, c'est à dire sensibles à la lumière, **les cônes et les bâtonnets**, se juxtaposent en quinconce (130 millions de bâtonnets et 6,5 millions de cônes). Ce sont des neurones qui possèdent un segment externe, de forme cylindrique pour les bâtonnets, conique pour les cônes



- ▶ Ensuite viennent les neurones bipolaires, pourvus de deux fibres nerveuses ramifiées à leur extrémité, qui établissent des contacts entre les photorécepteurs d'un côté et les neurones de la couche suivante de l'autre côté.
- ▶ Enfin, à coté de l'humeur vitrée, les neurones multipolaires ou ganglionnaires, présentent de nombreuses fibres nerveuses dont l'une, l'axone, se prolonge le long de la rétine et constituera le nerf optique.

Les fonctions des cellules photoréceptrices : Les cônes et les bâtonnets

Le segment externe des cellules photo réceptrices, renferme de très nombreuses molécules de pigments photosensibles. L'absorption de lumière par ces pigments déclenche une cascade d'événements cellulaires qui, en modifiant les propriétés électriques du cône ou du bâtonnet, aboutissent à la naissance d'un message nerveux. Ce message est ensuite transmis aux cellules bipolaires qui le relaient aux cellules ganglionnaires. Si la stimulation des cônes et des bâtonnets est suffisante, on peut enregistrer le passage d'un message nerveux sur une fibre du nerf optique, sous la forme de signaux électriques.

- ▶ Les bâtonnets ont un faible pouvoir séparateur (mauvaise résolution spatiale) mais ils sont très sensibles à la lumière. Dans les conditions de très faible éclairement seuls les bâtonnets sont activés. L'acuité est alors faible et l'on ne distingue pas les couleurs : tout paraît flou et grisâtre. Pour des éclairagements plus importants (éclairage intérieur, lumière du soleil), les bâtonnets sont saturés : ils ne présentent plus de variations de leur activité électrique et ne contribuent donc plus à la vision.
- ▶ Au contraire, les cônes ont une excellente résolution spatiale mais ils sont moins sensibles à la lumière (alors qu'un bâtonnet peut être sensible à un seul photon, il en faut plus de 100 pour activer un cône). Pour une forte intensité lumineuse, seul le système des cônes est actif, l'acuité visuelle est optimale, la vision des couleurs est bonne.

Le passage d'une condition d'éclairément à une autre nécessite un temps d'adaptation.

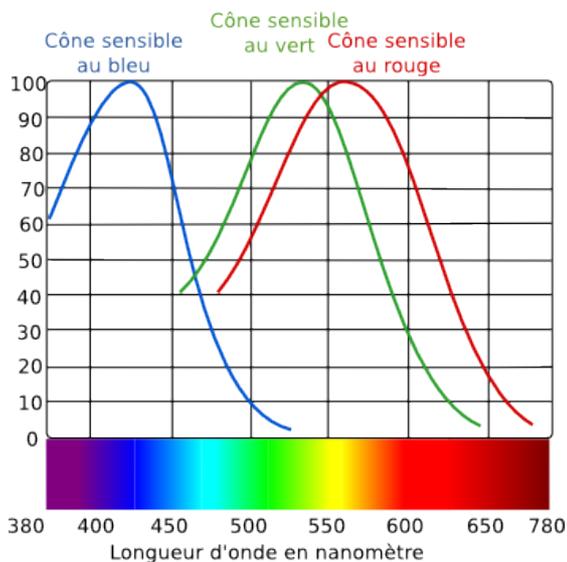
La vision des couleurs

La synthèse additive des couleurs est la composition de trois couleurs primaires par addition de lumière

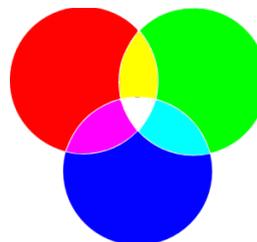
- ▶ Les couleurs primaires sont le rouge, le vert et le bleu,
- ▶ les couleurs secondaires sont le cyan, le magenta et le jaune,
- ▶ la superposition des trois couleurs donne le blanc,
- ▶ l'absence de couleurs le noir.

Il existe, en effet, trois types de cônes : chacun présente un maximum d'absorption pour une longueur d'onde bien déterminée. Il existe des cônes sensibles au bleu, d'autres au vert et les troisièmes au rouge.

Les bâtonnets ne contiennent, en revanche, qu'un seul type de pigment photosensible dont le maximum d'absorption se situe entre le vert et le bleu.



Spectres d'absorption des 3 types de cônes.



Synthèse additive des couleurs

Le rôle du cerveau

A l'intérieur du cerveau, les informations suivent un chemin complexe jusqu'au cortex visuel, qui mobilise plusieurs millions de neurones. Le cortex visuel est constitué d'une trentaine de régions différentes appelées aires corticales. Seul le rôle de quelques-unes est bien compris. La première est l'aire visuelle primaire ; sans elle, on serait aveugle. Chaque région de la rétine a son reflet « géographique » sur le cortex primaire visuel. Cette région fait une première analyse des informations (forme, couleur, mouvement) et les distribue aux autres aires.

Chaque aire a sa spécialité. L'une traite les contours (cercle, carré, ovale, etc...), l'orientation (verticale, horizontale), les textures et les couleurs ; une autre analyse les formes en mouvement et apprécie les distances.

Distances de vision

Il existe une distance minimale de vision distincte au dessous de laquelle l'œil ne peut plus accommoder. Cette distance correspond au punctum proximum (P.P.) ; elle est d'environ 15 cm pour un œil normal, mais en accommodant sans fatigue excessive elle est de 25 cm.

Par contre il n'existe pas de limite supérieure : l'œil normal peut voir nettement des objets très éloignés ; on dit dans ce cas qu'il accommode sur l'infini, ou encore qu'il n'accommode pas. Ceci correspond aux meilleures conditions d'observation, celles pour lesquelles l'œil se fatigue le moins. Cette distance correspond au punctum remotum (P.R.).

A RETENIR :

L'œil peut être modélisé par 3 éléments :

- Un diaphragme, la pupille
- Une lentille convergente, le cristallin
- Un écran, la rétine.

Le cerveau interprète toujours les images comme si les rayons reçus par l'œil s'étaient propagés directement en ligne droite.

Les meilleures conditions d'observation sont celles pour lesquelles l'œil accommode sur l'infini.