La vision

La vision est la faculté de voir une certaine gamme de rayonnements électromagnétiques. Nous pouvons voir les **couleurs** de la lumière visible.

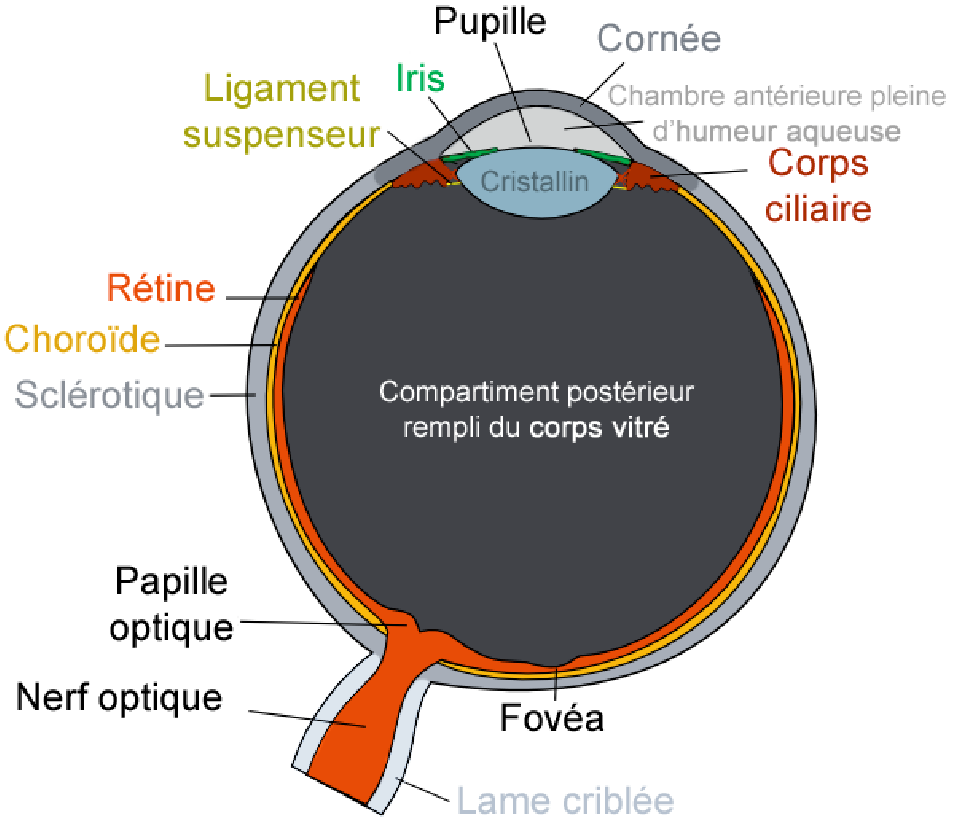
I_ L'organe de la vision : l'œil

A. Anatomie

Cet organe partage des tissus avec le cerveau, on le considère donc comme une partie du cerveau. C'est un organe complexe et important chez l'humain.

On distingue trois couches à l'intérieur de l'œil :

- La **couche scléro-cornéenne**, comprenant la *cornée*, la *sclérotique*, et la *lame criblée*. Sa fonction majeure est de protéger l'œil des chocs, d'éviter qu'il se déforme et d'empêcher la perte de liquide. Elle possède quand même un élément optique : la cornée.
- La **couche moyenne**, formée par l'*iris*, le *corps ciliaire* et la *choroïde*. Elle nourrit la plupart des éléments de l'œil. Elle assure aussi la déformation du cristallin, ainsi que sa protection en ajustant la pupille.
- La **couche profonde**, constituée de la *rétine*, est le tissu qui possède les photorécepteurs.



B. Description des constituants de l'œil

La **cornée** agit comme une loupe en concentrant les rayons vers l'œil. Elle permet de contenir l'**humeur aqueuse**, un liquide nourricier et permet aussi de protéger l'œil des chocs.

L'**iris** contient des pigments pour diminuer la quantité de lumière entrant dans l'œil. Elle agit comme un diaphragme en modifiant la taille de la **pupille**.

Le **cristallin** est un objet optique important car, en changeant sa forme grâce à des **muscles lisses**, il permet d'accommoder (= les rayons convergent en un point sur la rétine).

La lumière doit ensuite traverser le **corps vitré**, un liquide transparent qui absorbe la lumière ultraviolette. Ce liquide est entouré par la **choroïde**, une couche de cellules qui nourrit celles de la rétine. Elles contiennent des pigments afin d'absorber la lumière et pour protéger les tissus.

La **rétine** contient les cellules photoréceptrices. Un point est particulièrement dense en cellules photoréceptrices, la **fovéa**. C'est le point le plus sensible et c'est la partie la plus utilisée pour regarder. Le **nerf optique** est relié à la rétine par la **pupille optique**. À cet endroit, il n'y a pas de cellules photoréceptrices, c'est donc un point aveugle de la rétine.

De plus, les **glandes lacrymales** nettoient et humidifient les yeux en permanence, grâce au réflexe du clignement des yeux. Le liquide lacrymal contient des lysozymes et des immunoglobulines afin de protéger l'œil des micro-organismes.

Une personne qui ne peut pas fabriquer de larmes, ou qui ne peut plus cligner des yeux a la cornée qui se dessèche, puis se déforme, jusqu'à être aveugle.

C. Problèmes visuels

Lorsque des éléments du système optique se déforment, la vision n'est plus parfaite. La **myopie** est associée à une déformation de la cornée, ne permettant plus une vision de loin précise. La **presbytie** est causée par une perte de la souplesse du cristallin, ne permettant plus une vision de près précise. L'**hypermétropie** est due à une mauvaise forme de l'œil, gênant l'accommodation. L'**astigmatisme** est associé à une mauvaise forme de la rétine.

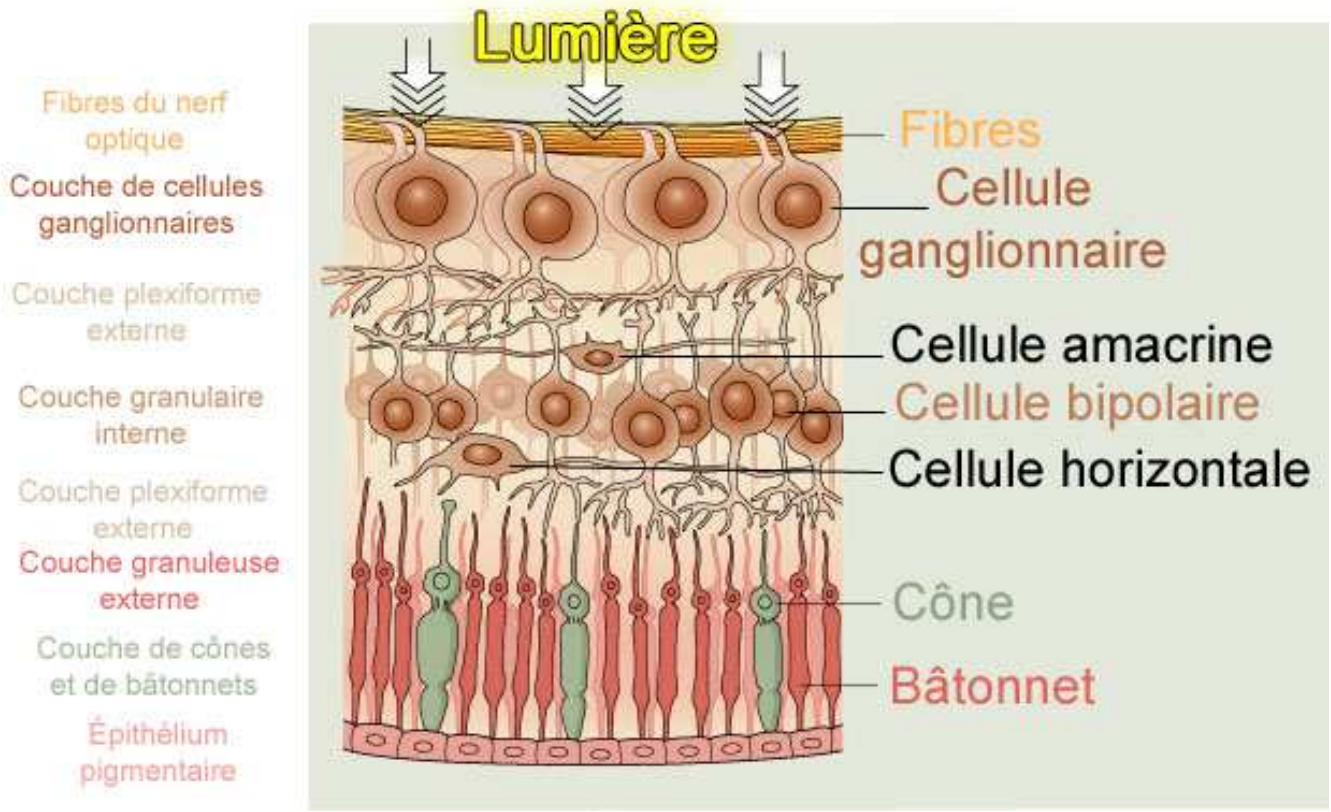
Il faut alors corriger la vue, en ajoutant un système optique externe tel que des lunettes ou des lentilles de contact. On peut aujourd'hui parfois corriger chirurgicalement, ou avec un laser, certains problèmes visuels.

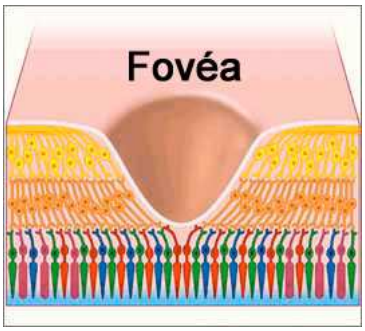
II Conversion de la lumière en message nerveux

A. La rétine

La rétine est formée de différentes couches que doit traverser la lumière avant d'arriver aux cellules photosensibles qui sont les **cônes** et les **bâtonnets**.

L'information est ensuite communiquée aux différents nerfs jusqu'à atteindre le nerf optique. Elle est d'abord transmise aux **cellules bipolaires**, qui peuvent être *invaginées* ou *aplaties* selon la forme de ses synapses, et enfin aux **cellules ganglionnaires**.





Fovéa

La fovéa est le point de la rétine qui est utilisé pour la vision précise. Cette acuité est due au fait qu'à cet endroit les neurones "s'écartent", permettant aux cellules photosensibles de capturer plus de détails.

B. Cellules photoréceptrices

Les cellules photoréceptrices sont les cônes et les bâtonnets. Elles n'ont pas les mêmes fonctions et sont en nombre différents. Leur structure est elle aussi différente.

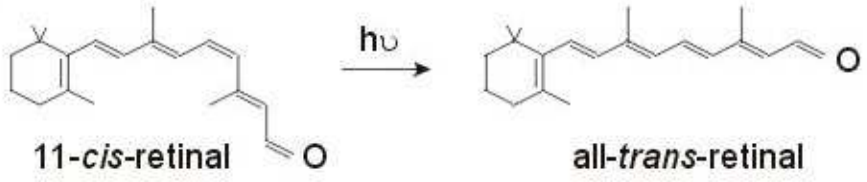
Cellule	Bâtonnets	Cônes
Nombre	100 millions	5 millions
Acuité	Peu précis	Très précis
Couleurs	Ne détectent pas les couleurs	Détectent les couleurs
Position	Dispersés sur la rétine	Concentrés au niveau de la fovéa
Sensibilité à la lumière	Requièrent peu de lumière → vision nocturne	Requièrent de beaucoup de lumière → vision diurne
Structure		

Ces cellules fabriquent en permanence des **disques** qui sont excrétés petit à petit. Ces cellules ont donc constamment besoin d'énergie.

Lorsque la luminosité devient brusquement plus sombre ou plus claire, on est temporairement aveuglé. Cela est du au temps de refabrication des disques par les cônes ou les bâtonnets.

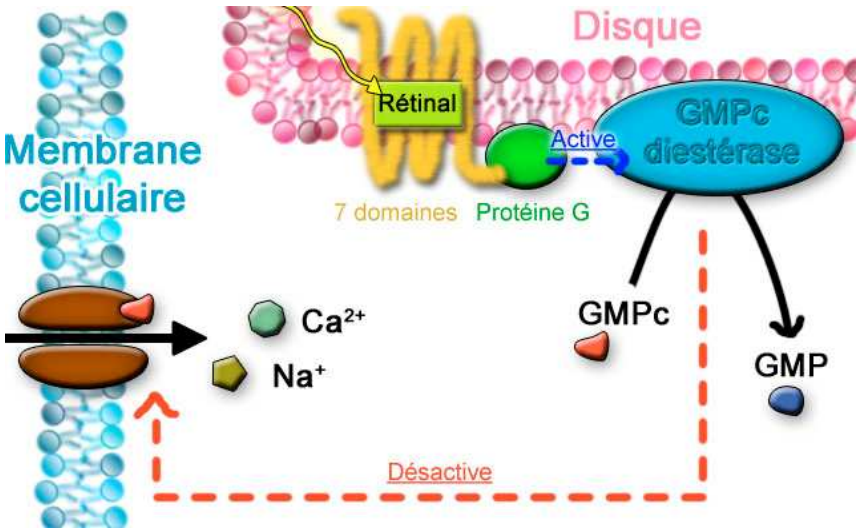
C. Cascade enzymatique

Ces disques contiennent beaucoup de récepteurs membranaires de type **7 domaines couplé à une protéine G**. Ces récepteurs possèdent, dans leur partie intramembranaire, une molécule sensible à la lumière, le **rétinal**.



Lorsqu'un photon entre en contact avec cette molécule, le rétinal change de conformation. Ce changement se répercute dans le récepteur, qui active alors une **protéine G**, qui va déclencher l'activité d'une **GMPc-diestérase**.

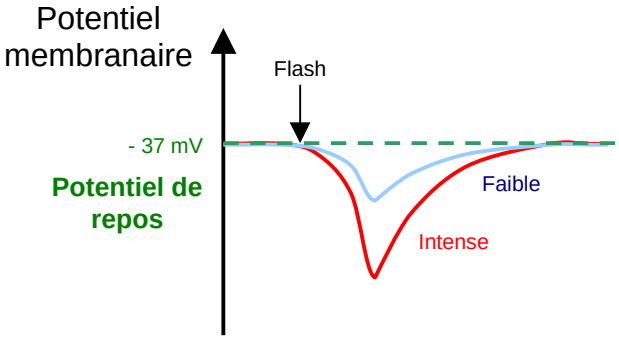
Cette protéine transforme le GMPc en GMP. Privant ainsi des protéines de la membrane cellulaire de leur ligand, leur activité de transporteur d'ions positifs est diminuée.



Remarque : Lorsque le taux de Ca^{2+} dans la cellule diminue trop fortement, la GMPc-diestérase est rapidement désactivée.

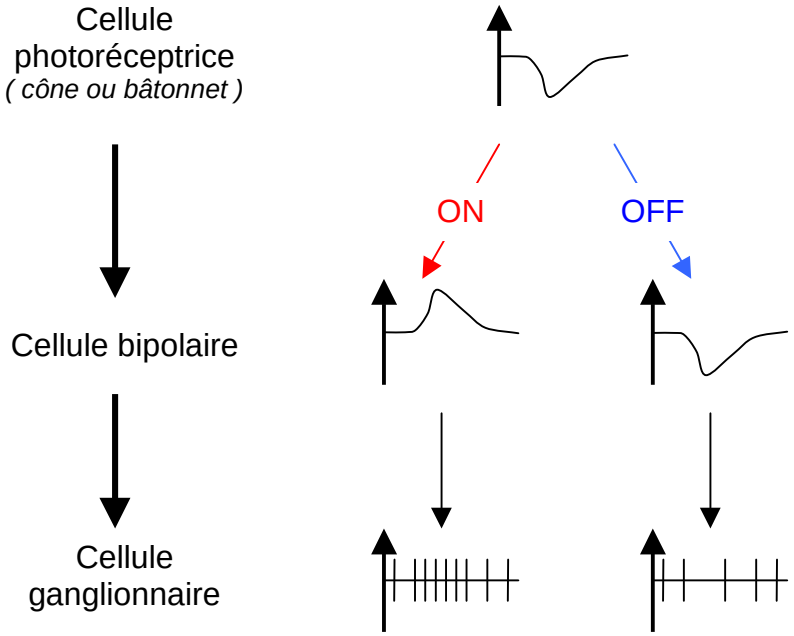
D. Message nerveux

L'intérieur de la cellule acquiert alors une plus grande charge négative, augmentant ainsi le potentiel membranaire ; on dit qu'il y a **hyperpolarisation**. Ainsi plus l'exposition est forte, plus le potentiel membranaire est intense.



Les cellules bipolaires reçoivent cette information et la transmettent en créant à leur tour une polarisation. Selon qu'elles appartiennent à un **centre on** ou **off**, elles transmettent une *hyperpolarisation* ou une *dépolarisation*.

Les cellules ganglionnaires convertissent alors ce dernier signal en message nerveux, c'est-à-dire par des répétitions espacées de potentiels d'action.

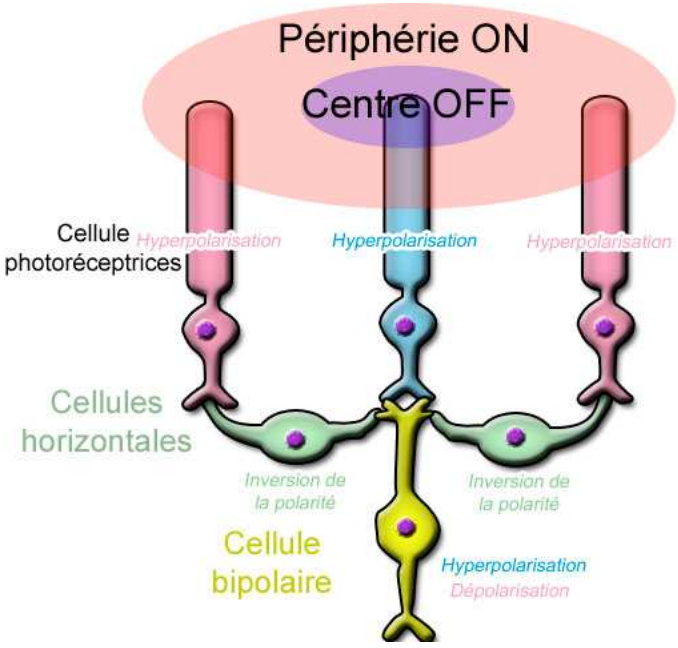


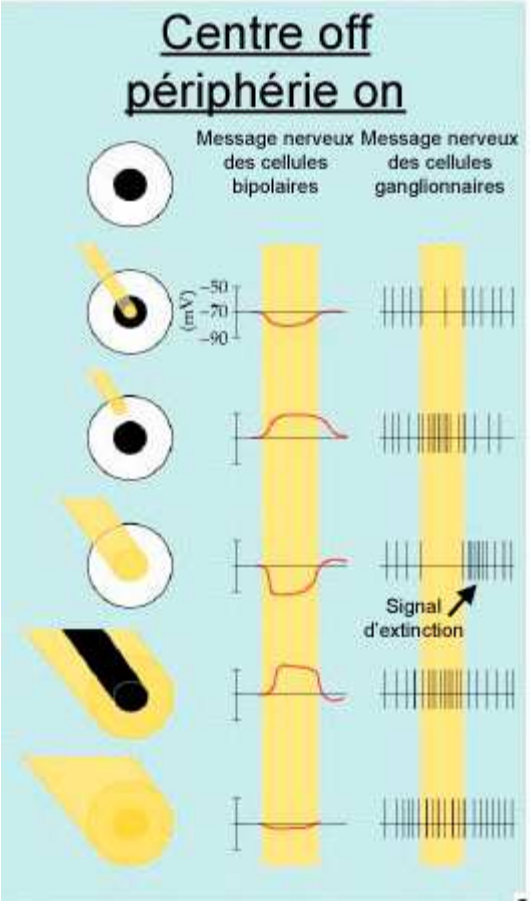
E. Champ récepteur

Les cellules photoréceptrices sont organisées en champs récepteurs. La réponse face à un stimulus lumineux de la part des cellules bipolaires associées est différente selon le type de champ. Une cellule dans un champ on effectue une *dépolarisation*, tandis qu'une cellule dans un champ off effectue une *hyperpolarisation*.

De plus, selon la zone éclairée (le centre ou la périphérie), la réponse électrique sera antagoniste. Ainsi, il existe des centres on à périphérie off et des centres off à périphérie on.

La variation de polarisation entre le centre et la périphérie est assurée par des **cellules horizontales** qui inversent le signal lorsqu'il provient de la périphérie. Ainsi lorsque le centre est activé *(en bleu)*, le signal est directement transmis, tandis qu'en périphérie *(en rose)*, le signal est inversé.





Ces centres permettent d'affiner la vision. La variation du message nerveux en fonction de la zone éclairée (centre ou périphérie) permet de délimiter plus facilement les contours de l'image.

De plus, lorsqu'un centre off n'est plus éclairé, on observe un bref signal. Cela permet de détecter plus facilement le mouvement en détectant non seulement la présence ou l'absence de lumière, mais aussi si elle vient d'être inactivée.

F. Tri des informations

Les cellules ganglionnaires reçoivent des informations de beaucoup de cellules photoréceptrices, alors qu'un seul message n'est transmis. Cela suggère qu'il y aurait un pré-traitement du signal au niveau de la rétine.