

De la lumière au message nerveux

Nous percevons notre environnement grâce aux **organes sensoriels**. Parmi eux, l'**œil** est spécialisé dans la **vision**. Celui-ci est sensible aux **stimulations lumineuses** et il élabore un **message nerveux** conduit jusqu'au **cerveau**.

On cherche à préciser comment le stimulus lumineux est perçu ainsi que les implications de ces connaissances en matière de santé

I/ Le cristallin une lentille vivante :

(tp 16)

Dans l'œil, les rayons lumineux traversent successivement quatre systèmes dépourvus de vascularisation et **transparents** : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée. Ils ne sont ni dispersés, ni réfléchis, ni absorbés.

Le **cristallin** est **souple** et **biconvexe**. Il est formé de cellules vivantes, sans espace intercellulaire, allongées, aplaties, qui ont perdu leur noyau et leurs organites : les **cellules en ruban** dont le cytoplasme est essentiellement constitué de protéines (*cristallines*) qui forment un gel optiquement homogène et transparent. Ces particularités confèrent au cristallin les propriétés d'une **lentille convergente à vergence variable** grâce à l'action des **muscles ciliaires** qui modifient sa courbure et permettent l'**accommodation** (*passage de la vision de près à la vision de loin et inversement*).

Le maintien de la transparence des cellules du cristallin nécessite le renouvellement permanent de leur contenu. Des **canaux intercellulaires** permettent les échanges métaboliques (eau, ions, glucose, déchets) avec les humeurs vitrée et aqueuse ainsi que l'adhésion cellulaire.

Si le cristallin est trop convergent l'image d'un objet à l'infini se forme en avant de la rétine. La vision de loin est perturbée, c'est la **myopie**. Si le cristallin n'est pas assez convergent l'image d'un objet à l'infini se forme en arrière de la rétine. La vision de près est perturbée quand l'accommodation ne compense plus l'**hypermétropie**.

Les cellules du cristallin ont une longévité exceptionnelle (*une centaine d'années sans être remplacées*). Avec l'âge leurs propriétés s'altèrent :

- la souplesse du cristallin diminue, ce qui entraîne une difficulté d'accommodation et donc une altération de la vision de près, c'est la **presbytie** ;
- la transparence du cristallin diminue, car le renouvellement du contenu cellulaire est perturbé, ce qui entraîne une altération de la perception de la luminosité et des couleurs, c'est la **cataracte**.

Cellules en ruban du cristallin
(longueur de chaque cellule environ 20 microns mètre)



II/ La rétine une surface photosensible :

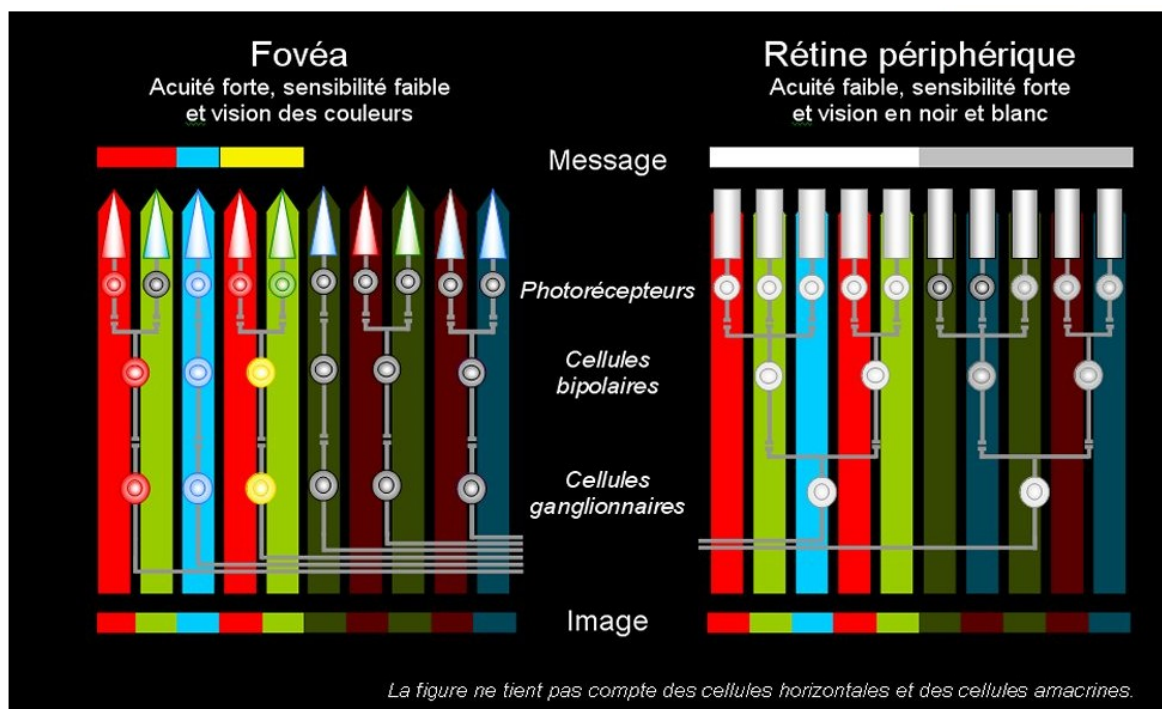
(Tp17)

La **rétine** est une membrane qui tapisse le fond de l'œil et sur laquelle se forme l'image d'un objet. De la face externe à la face interne elle est formée de trois couches principales :

- une couche de récepteurs sensoriels de la vision appelés **photorécepteurs** (cônes et bâtonnets) qui contiennent un **pigment rétinien** protéique, l'**opsine** (*associé au rétinol*) ;
- une couche de **cellules bipolaires** (auxquelles s'ajoutent le des **cellules horizontales** et des **cellules amacrines**) ;
- une couche de **cellules ganglionnaires** à l'origine des fibres du **nerf optique** qui achemine au cerveau le message nerveux généré par le stimulus visuel.

Les **bâtonnets** sont situés dans la rétine périphérique et sont sensibles aux faibles intensités lumineuses (vision crépusculaire uniquement). Ils contiennent tous la même opsine (*rhodopsine*) qui absorbe toutes les longueurs d'onde du spectre de la lumière visible et n'interviennent pas dans la vision des couleurs. Les **cônes** sont concentrés dans l'axe optique de l'œil (*fovéa*) et ont un seuil de stimulation élevé (vision diurne uniquement). La rétine humaine possède trois types de **cônes** respectivement sensibles au bleu (opsine S), au vert (opsine M) et au rouge (opsine L). Cela permet la vision des couleurs (trichromate).

Le **daltonisme** se manifeste par des perturbations de la vision des couleurs. Il est lié à une ou plusieurs mutations sur les gènes des pigments rétiniens des cônes ce qui entraîne la défaillance dans la sensibilité à des longueurs d'ondes particulières. Cela se traduit par des perturbations de la vision des couleurs.



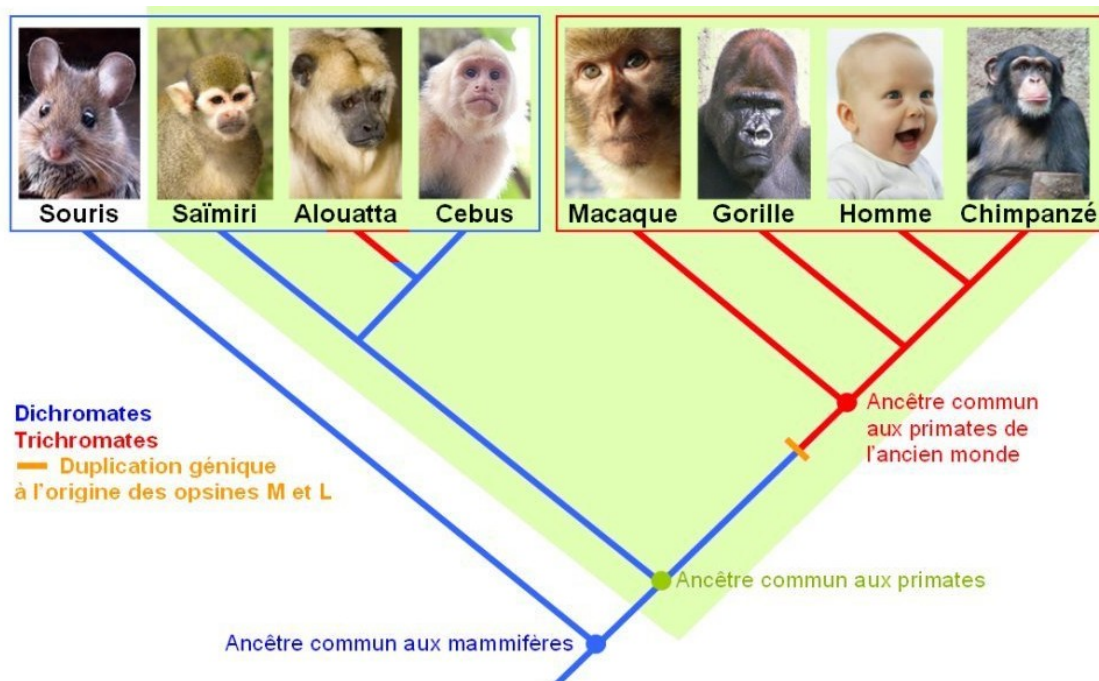
III/ Les photorécepteurs un produit de l'évolution :

(Tp 18)

Les gènes des opsines sont portés par les chromosomes 3 (opsine des bâtonnets), 7 (opsine S) et X (opsines M et L). Ils constituent une **famille multigénique** car ils dérivent tous d'un même **gène ancestral** par **duplications** géniques, **transpositions** et **mutations** indépendantes successives. Cela explique qu'ils aient conservé une séquence de nucléotides voisine et donc que la séquence des acides aminés des différentes opsines le soit également (plus de 20% de similitudes).

Comme l'Homme, les singes de l'ancien monde (*d'Afrique et d'Asie*) sont **trichromates** car ils possèdent les opsines S, M et L. Ceux du nouveau monde (*Amérique*) sont **dichromates** car ils ne possèdent que deux opsines permettant la vision des couleurs (*l'une sensible au bleu et l'autre sensible soit au rouge, soit au vert*). Quand des espèces partagent une même nouveauté évolutive elles l'ont hérité d'un **ancêtre commun** qui leur est propre. L'ancêtre commun à l'Homme et aux singes de l'ancien monde est donc plus récent que leur ancêtre commun avec les singes du nouveau monde avec qui nous partageons d'autres nouveautés évolutives des **primates**.

De la même manière, plus le nombre de différences dans la séquence des gènes des opsines (ou dans celle de ses acides aminés) est faible pour deux espèces plus elles sont apparentées. Cela permet de préciser la place de l'Homme parmi les primates trichromates. L'Homme est ainsi plus proche du Chimpanzé que du Gorille, lui même plus proche de l'Homme que le Macaque



Conclusion :

Grâce au cristallin, l'œil focalise l'image sur la rétine. Des anomalies du cristallin expliquent certains défauts de la vision.

La rétine possède des photorécepteurs, sensibles à l'intensité lumineuse et aux trois couleurs primaires, ce qui permet la transduction du stimulus lumineux en message nerveux conduit au cerveau par le nerf optique. Des anomalies des pigments rétiniens perturbent la vision des couleurs.

Les gènes de pigments rétiniens constituent une famille multigénique dont l'étude permet de situer l'Homme parmi les primates.