

L'œil, appareil photo ou caméra vidéo ?

S'il est vrai que l'on peut comparer l'œil à un appareil photo — la cornée et le cristallin serait son objectif et la rétine sa pellicule — il serait encore plus approprié de le comparer à une caméra vidéo digitale : système autofocus, système d'adaptation automatique de l'intensité lumineuse, objectif autonettoyant, poursuite automatique des objets qui entrent dans son champ... Mais la comparaison a ses limites. L'œil a des capacités de traitement de l'information si élaborées qu'il n'existe pour l'instant aucun ordinateur capable de l'égalier.

La petite lumière dans l'œil

Œil, votre mission si vous l'acceptez : capter la lumière et la transformer en un scénario visuel sensé. Or, pour atteindre la rétine, là où elle va former une image de notre environnement, la lumière doit traverser plusieurs structures oculaires : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin, le vitré ainsi que toutes les couches de la rétine pour atteindre les photorécepteurs, ces derniers constituant la couche la plus externe de la rétine. Autrement dit, une mission non pas impossible mais difficile, car il faut passer avec succès toutes les étapes. La première : obtenir une image du monde extérieur parfaitement au point sur la rétine, ce qui demande un système optique (cornée, cristallin et diaphragme irien) parfait. La seconde, transmettre fidèlement cette image depuis l'œil jusqu'au cerveau par le biais du système nerveux (composé de la rétine, des voies visuelles et du cerveau). La dernière : réélaborer les informations reçues pour les faire émerger au niveau conscient sous la forme d'une image de notre environnement.

L'œil et son anatomie

1) La cornée: l'« écran » de l'œil

La cornée, cette porte vitrée par laquelle la lumière provenant du monde environnant pénètre dans notre organisme, joue un rôle prépondérant. Parce qu'elle focalise la lumière sur le plan rétinien, elle doit de ce fait toujours être d'une parfaite propreté et transparence (clignement des paupières et sécrétion lacrimale en guise d'essuie-glace), faute de quoi l'image transmise à la rétine contiendrait alors des artefacts.

2) Le cristallin : le "zoom" de l'œil

Le cristallin revêt aussi une importance toute particulière car il doit permettre les ajustements nécessaires à la focalisation des objets, à toutes les distances. Focaliser, non pas en variant la distance entre le cristallin et la rétine comme dans un appareil photo, mais en changeant la courbure du cristallin. Ceci se fait en mettant sous tension ou en relâchant les tendons qui le fixent à la paroi interne du globe oculaire, grâce à un ensemble de fibres musculaires. Le cristallin devient ainsi plus sphérique pour focaliser les objets de près et plus aplati pour mettre au net ceux situés au loin. C'est cette défaillance du cristallin qui provoque la presbytie, empêchant la focalisation des objets de près et nous obligeant donc à porter des lunettes de lecture après 45 ans.

3) La pupille: le « diaphragme » de l'œil

La pupille est fascinante. Comment fait-elle pour changer de diamètre constamment ? Constituée de l'espace libre au centre de l'iris, situé en avant du cristallin et qui donne sa couleur à l'œil, elle est comme mécanisée, par deux groupes de muscles. Un groupe avec des fibres radiales (disposées comme les rayons d'une roue) qui élargit la pupille; un autre avec des fibres circulaires qui la rétrécit. Leur action modifie le diamètre de la pupille et donc régule la quantité de lumière qui entre dans l'œil, comme le diaphragme d'un appareil photo détermine le diamètre d'ouverture de l'objectif.

4) La rétine: le « film photographique » de l'œil

La rétine est très maligne... Son rôle, complexe, est de transformer l'image de notre environnement, qu'elle reçoit sous la forme de signaux lumineux, en impulsions électriques. Elle nous permet, non seulement de percevoir notre environnement dans des conditions de luminosité qui vont de la lumière des étoiles à la lumière du soleil, mais encore de percevoir les couleurs en différenciant les diverses longueurs d'ondes qui la composent (par exemple, individualiser un cheveu ou un grain de poussière à quelques mètres de distance).

De l'épaisseur d'un quart de millimètre (250 µm), la rétine est constituée de 3 couches de neurones séparées par deux couches qui contiennent les terminaisons nerveuses de ces cellules et leurs synapses. La couche la plus interne contient les cellules ganglionnaires, qui vont transmettre au cerveau l'information visuelle après qu'elle aura été transformée de lumière en impulsion électrique par les photorécepteurs. Ces derniers forment la couche de cellules la plus externe de la rétine. Les photorécepteurs sont le lieu de la transformation de l'énergie lumineuse en impulsions électriques. Ils contiennent un pigment photosensible, qui réagit à la lumière. Lorsque la lumière est absorbée par les photorécepteurs rétiens, le photopigment subit une modification chimique et l'énergie lumineuse est transformée en énergie électrique. Il est ensuite régénéré par un processus complexe, nécessitant l'aide d'autres cellules. On distingue deux types de photorécepteurs: les cônes et les bâtonnets. Les bâtonnets, qui sont plus nombreux que les cônes nous permettent de voir dans la pénombre mais sont inactivés en pleine lumière. Les cônes par contre ne répondent pas aux basses intensités lumineuses, mais sont responsables de la capacité de distinguer les détails fins ainsi que de la vision des couleurs.

Message reçu ?

Une fois passées toutes ces étapes, on peut dire que l'œil a enregistré l'information visuelle. Mais qu'en est-il ensuite ?

Après avoir été convertie en impulsions électriques, l'information visuelle est transmise à la couche neuronale la plus interne de la rétine (qui contient les cellules ganglionnaires), dont les axones se réunissent en faisceau au niveau du disque optique, formant le nerf optique. Les deux nerfs optiques (un par œil) se rejoignent et s'unissent au niveau du chiasma optique où les fibres provenant de la moitié nasale de chaque œil croisent la ligne médiane. De là, les fibres nerveuses rejoignent le cerveau via le tractus optique puis le corps genouillé latéral où se situe un relais. Enfin, elles se projettent via les radiations optiques jusqu'au cortex visuel occipital.

Mission accomplie ?

Arrivées à bon port, au niveau du cortex occipital, les informations seront ensuite classées par dossier, selon leur nature : mouvement, forme, couleur, distance. L'image de notre environnement, en puzzle, reprend forme et se dirige jusqu'au cortex associatif pour nous donner une perception identique de notre environnement. Mission accomplie.

Notez cependant, qu' en raison du croisement d'une partie des fibres nerveuses au niveau du chiasma, les informations en provenance de notre droite (champ visuel droit) sont perçues par le cerveau gauche et vice-versa.

Notez aussi que les informations en provenance de la fovea sont envoyées aux deux hémisphères cérébraux, ce qui fait que généralement une atteinte causant une perte d'un côté du champ visuel telle qu'on peut la rencontrer dans le cadre d'une attaque cérébrale ne va pas affecter la vision centrale.