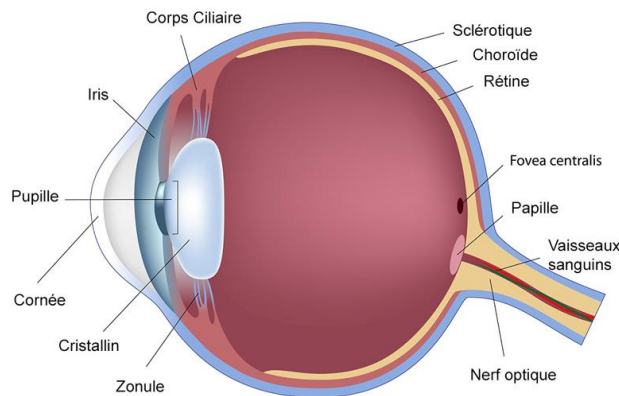


## Optique – Approche documentaire

# L'œil

### Document n° 1 : Principe de fonctionnement de l'œil

L'œil se présente comme un globe de 25 mm de diamètre environ et limité par une membrane résistante, la sclère ou sclérotique.



#### **La cornée :**

Dioptré entre l'air et l'humeur aqueuse d'indice voisin de 1.336, son rôle est de capter et de focaliser la lumière sur le cristallin.

#### **Le cristallin :**

Lentille biologique biconvexe élastique qui donne d'un objet une image renversée sur la rétine. Sa focale est variable grâce à sa capacité à modifier sa courbure : c'est le processus d'accommodation, c'est-à-dire l'ensemble des modifications oculaires adaptatives permettant d'assurer la netteté des images pour différentes distances de vision.

#### **L'iris et la pupille :**

L'iris, une membrane diversement colorée, délimite un diaphragme, la pupille, qui limite l'intensité lumineuse pénétrant dans l'œil. L'iris réagit automatiquement aux variations d'intensité lumineuse et va permettre de recevoir la quantité de lumière nécessaire en se rétrécissant ou en s'agrandissant, le diamètre de la pupille peut alors varier entre 2 et 8 mm.

#### **La rétine :**

Membrane fixe regroupant des cellules nerveuses photoréceptrices appelées cônes (cellules coniques) et bâtonnets (cellules cylindriques), servant à la transformation des rayons lumineux (onde électromagnétique) en excitations physiologiques électriques qui, par l'intermédiaire de liaisons nerveuses, sont transmises au nerf optique qui apporte l'influx nerveux au cerveau qui reconstitue la sensation visuelle en couleur et profondeur. Leurs tailles varient entre 1,5  $\mu\text{m}$  et 5  $\mu\text{m}$ , autour d'une valeur moyenne de 4  $\mu\text{m}$  environ.

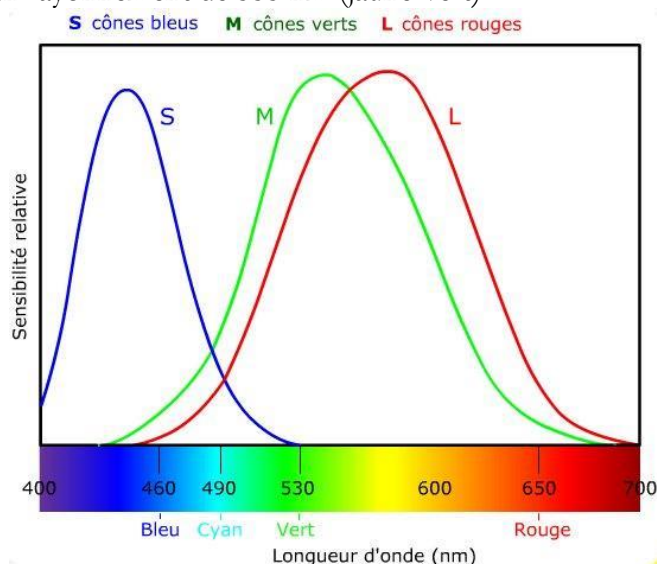
La sensibilité de la rétine est maximale sur un petit cercle voisin de l'axe, de rayon 1 mm, appelé tâche jaune ou fovéa et ne contenant que des cônes.

L'ensemble rétine - nerf optique code cette image sous forme d'influx nerveux et le transmet au cerveau qui interprète : retournement de l'image, correction de la distorsion, impression du relief grâce aux informations transmises par les deux yeux.

## Document n° 2 : Les cellules nerveuses photoréceptrices

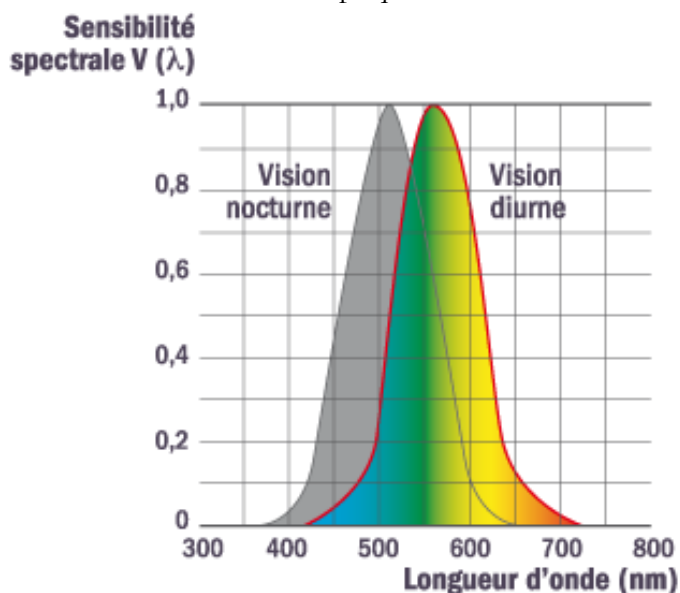
Les cellules sensibles à la couleur sont les cônes (5 à 7 millions) :

Concentrés au centre de la rétine, leur sensibilité à la lumière est très faible mais leur perception des détails est très grande. Ils sont donc surtout excités en vision diurne, dite photopique et sont responsables de la vision fine de jour et de la perception des couleurs. Chez l'homme, il existe 3 types de cônes (rouge, vert, bleu) qui permettent la reconnaissance des couleurs. Les cônes fournissent une réponse photométrique et chromatique, grâce à des pigments dont les maximums d'absorption se situent dans le bleu (430 nm), le vert (530 nm) ou le rouge (560 nm). Une onde de longueur d'onde appartenant au spectre visible (380 nm - 780 nm), va donc exciter plus ou moins les cellules de ces 3 types de cônes. Notre perception de la couleur dépend donc de cette combinaison. La sensibilité maximale correspond à un rayonnement de 555 nm (jaune-vert).



Les cellules sensibles à la luminosité et au mouvement sont les bâtonnets (environ 130 millions) :

Localisés sur le pourtour de la rétine, ils ont une très grande sensibilité à la lumière et vont donc permettre de distinguer les lumières de faible intensité et sont surtout stimulés en vision nocturne, dite scotopique. Ils possèdent un maximum de sensibilité vers 510 nm (déplacement vers le bleu). En revanche, ils ont une très faible perception des détails et des couleurs car plusieurs dizaines des bâtonnets ne sont liés qu'à une seule fibre du nerf optique.



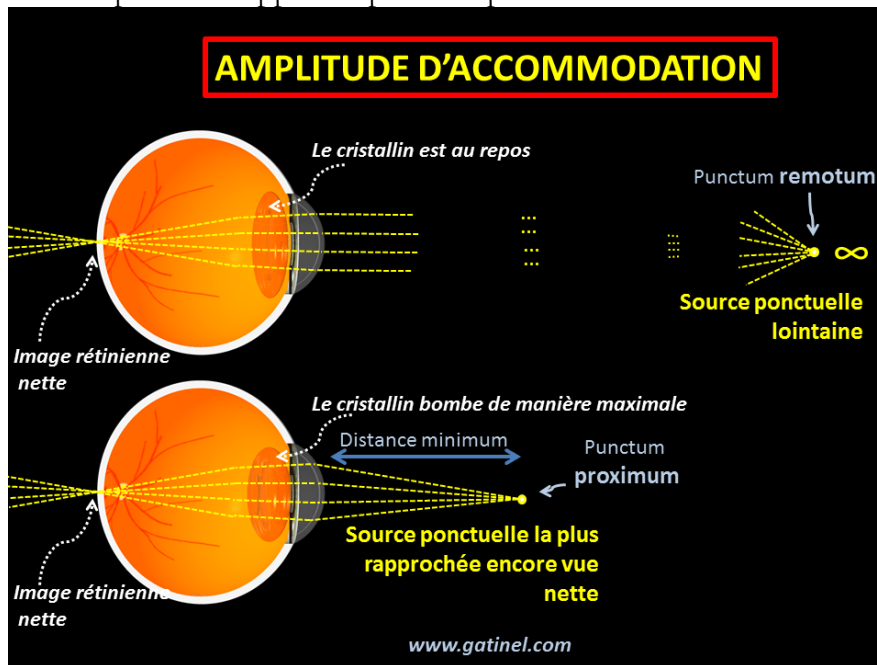
**Document n° 3 : Accommodation**

L'œil ne voit une image nette que si elle se forme sur la rétine. Lorsque l'objet se rapproche, la distance cristallin-rétine étant fixe, le cristallin se déforme et augmente ainsi sa convergence afin que l'image de l'objet se forme encore sur la rétine. L'œil effectue une mise au point : on dit que l'œil accommode. L'**accommodation** se réalise grâce au changement de courbures des deux faces du cristallin sous l'action des muscles ciliaires.

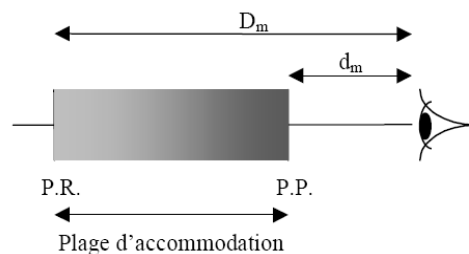
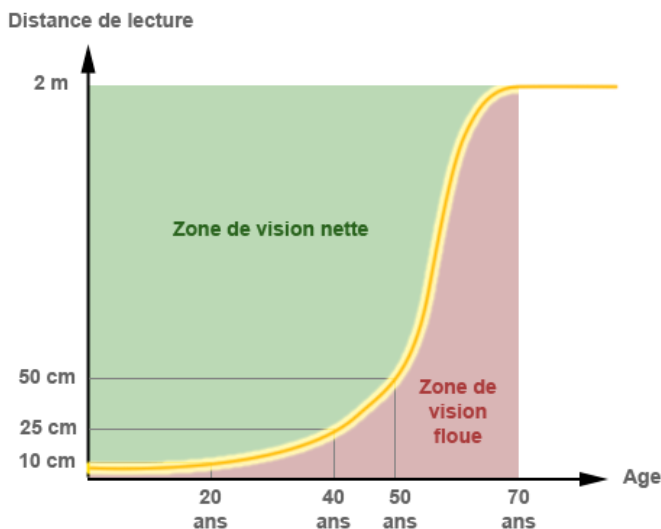
Un œil au repos voit nettement à une distance  $D_m$  correspondant au punctum remotum PR. Le cristallin a alors une forme mince, allongée.

**Pour un œil normal ou emmétrope au repos le PR est situé à l'infini.**

L'accommodation est maximale lorsque l'objet est situé à la distance  $d_m$ , distance minimale de vision distincte. Le point correspondant s'appelle le punctum proximum PP.

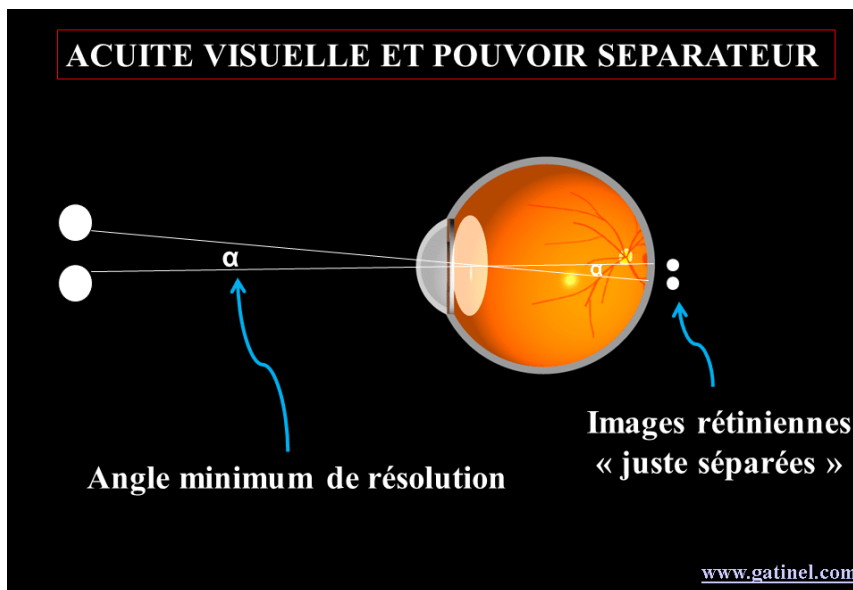


Cette distance varie d'un individu à l'autre et change avec l'âge mais on la prend généralement égale à 25 cm. Cette réduction de l'amplitude d'accommodation est due à une perte de souplesse du cristallin. La **presbytie** est une déficience de la vision due au vieillissement de l'œil qui perd sa faculté d'accommodation en vieillissant.



### Document n° 4 : Limite de résolution angulaire

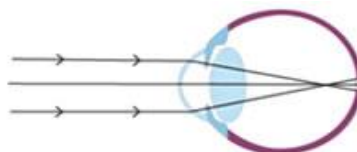
L'œil ne peut séparer deux objets que si leurs images sur la rétine sont suffisamment éloignées pour se former sur des récepteurs différents. La capacité de l'œil à distinguer des rayons de directions voisines a une limite. On parle de limite de résolution angulaire, c'est-à-dire le plus petit angle sous lequel un objet est observable. Dans de bonnes conditions d'éclairement, il est de l'ordre d'une minute d'arc, soit  $3.10^{-4}$  rad.



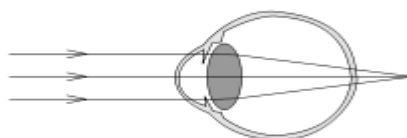
### Document n° 5 : Les défauts de l'œil

**Amétropie** : Nom général pour un œil souffrant d'un défaut cité ci-dessous. Ces défauts sont habituellement dus à une convergence et/ou une profondeur de l'œil mal ajustée.

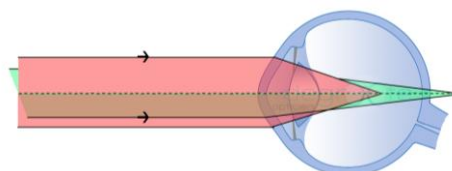
**Myopie** : La myopie est une déficience de la vision due à une trop grande distance séparant la cornée et la rétine, le foyer va donc se trouver devant la rétine. Un tel défaut est attribué à un allongement horizontal de l'œil ou à un trop fort indice du cristallin.



**L'hypermétropie** : L'hypermétropie est une déficience de la vision due à une trop courte distance entre la cornée et la rétine, le foyer va donc se trouver derrière la rétine.



**Astigmatisme** : L'astigmatisme est une déficience de la vision due à une irrégularité de la courbure de la cornée ou du cristallin. Plus généralement ce phénomène est causé par une cornée non ronde. L'œil ne possède pas la symétrie de révolution. La vision est difficile de loin comme de près. *Ce défaut de l'œil peut également être combiné à d'autres défauts cités ci-dessus.*



## QUESTIONS

1) Compléter :

La pupille joue le rôle d'un ..... en limitant l'intensité lumineuse pénétrant dans l'œil.

Le cristallin, assimilable à une lentille ..... de focale ....., donne d'un objet une image renversée sur la rétine.

La rétine joue le rôle ....., elle est constituée de cellules ..... : les ..... et les .....

Un œil humain voit nettement tout objet situé entre son PP et son PR, grâce au processus d'....., lors duquel le cristallin .....

On appelle *punctum proximum*, noté PP, le point le plus ..... pouvant donner une image nette sur la rétine. Sa distance à l'œil est la ..... de vision distincte. Elle est d'environ ..... pour un œil normal. Cette distance ..... avec l'âge, car avec le vieillissement les muscles, se relâchant, ne peuvent plus contraindre le cristallin à se ..... facilement, cette pathologie est appelée .....

On appelle *punctum remotum*, noté PR, le point le plus ..... pouvant donner une image nette sur la rétine. Dans ce cas, l'œil est dit au ....., aucun effort musculaire ne s'exerce sur le cristallin. Pour un œil normal, le PR est situé à l'.....

En vision lointaine, la focale du cristallin est....., elle est ..... lorsque l'objet se situe au PP.

2) Proposer une modélisation de l'œil.

3) Le pointillisme est un courant artistique issu du mouvement impressionniste qui consiste à peindre par juxtaposition de petites touches de peinture de couleur. Placé à une certaine distance du tableau ces touches ne se distinguent plus et se confondent permettant de faire apparaître des variétés de couleurs. Cette technique est née en France sous l'impulsion de Georges Seurat (1859-1891) puis de Paul Signac (1863-1935).



Déterminer à quelle distance d'un tableau exécuté avec la technique pointilliste doit se placer un observateur pour ne plus distinguer les touches de couleurs. On supposera que la plus grande distance qui sépare 2 touches est voisine de 4 mm.

4) Quelle est la nature des lentilles correctrices d'un œil myope ? hypermétrope ? presbyte ?

5) Identifier la pathologie (œil myope, hypermétrope, astigmat) illustrée dans les cas suivants :



6) Comparer les plages d'accommodation d'un œil normal, myope et hypermétrope.