Séquence 4 : Voir grâce à la lumière / Document élève

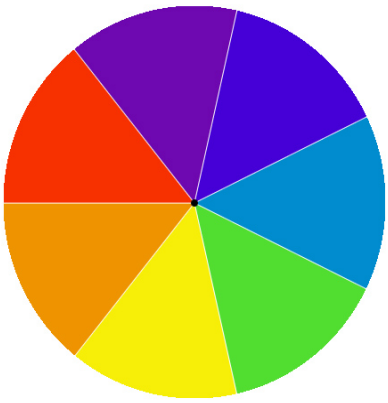
Séance 3 : L'analyse des images

Objectifs :

- Annoter un schéma de la rétine
- Expliquer l'origine de l'influx nerveux visuel (rôle des cellules rétiniennes) et sa transmission au cerveau
- Présenter la cataracte et la DMLA
- Savoir que trois lumières monochromatiques suffisent pour créer toutes les couleurs.
- Savoir que l'œil réalise une synthèse additive.
- Savoir que la couleur d'un objet dépend de la composition spectrale de l'éclairage.

Situation professionnelle : Vous travaillez comme auxiliaire de soins. Vous vous occupez des usagers admis récemment. L'infirmière vous demande de porter une attention toute particulière à Manon qui souffre d'un trouble visuel. Elle a du mal à se repérer dans l'établissement. Vous vous interrogez sur le rôle de notre cerveau concernant la perception des images.

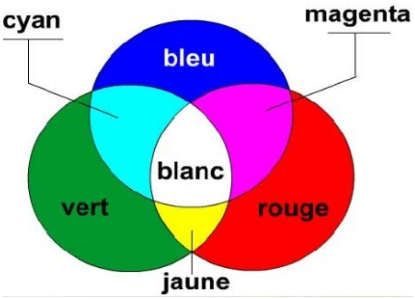
Activité 1 : Recomposition de la lumière :



La recomposition de la lumière peut se faire grâce au phénomène de la persistance rétinienne.
Un disque de Newton formé de secteurs colorés (rouge, orange …, violet) est entrainé par un moteur. Lorsque la vitesse est importante, notre œil ne distingue plus les couleurs. Les couleurs se superposent en raison de l'effet de la persistance rétinienne. Le disque apparait ……
La superposition de radiations colorées permet de recomposer la lumière blanche.

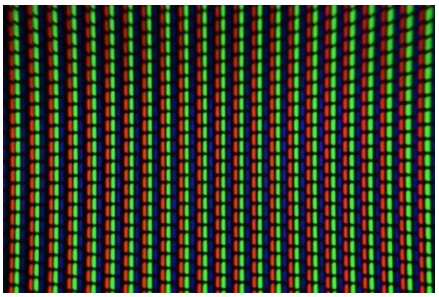
La synthèse des couleurs : synthèse additive.

Il s'agit d'un mélange de couleurs par addition de lumière. Le principe de la synthèse additive des couleurs consiste à reconstituer l'apparence de toute couleur visible pour un œil humain, par l'addition de lumières provenant de trois sources monochromatiques selon des proportions bien choisies. Ce principe de composition des couleurs est utilisé dans le traitement électronique de l'image pour les écrans de télévision, les écrans d'ordinateur et les vidéoprojecteurs.
Le physicien britannique Thomas YOUNG (1773-1829) a fait le contraire de Newton. Il a recomposé la lumière en faisant converger les six couleurs du spectre et a obtenu la lumière blanche. Il a également démontré que les six couleurs du spectre pouvaient être réduites à trois. Avec ces trois couleurs il a pu recomposer la lumière blanche et en les mélangeant deux par deux, il a obtenu les trois autres. C'est ainsi qu'on a différencié les couleurs ……..des couleurs ……..
Pour réaliser cette expérience, il faut projeter dans l'obscurité sur un écran trois faisceaux de lumière colorée, rouge, vert et bleu, à l'aide de trois spots colorés. Ainsi, l'expérience ci-dessous montre que: La superposition du rouge, du vert et du bleu permet la recomposition de la lumière blanche. Les trois couleurs primaires sont:…… Les trois couleurs secondaires sont …….. , elles sont obtenues par synthèse additive de deux couleurs primaires.



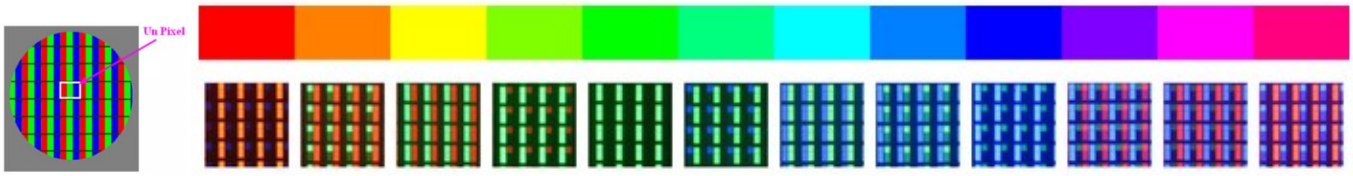
Rouge+vert= ……
Rouge+bleu=……
Vert+bleu=……
Rouge+vert+bleu=……

On parle de ……..lorsque l'on superpose des couleurs primaires.
Les trois lumières monochromatiques ……..,
…….et……..appelées……
….suffisent pour créer toutes les couleurs.
Les trois couleurs ……., ……et……..sont appelées ……..
Des couples de couleurs sont complémentaires lorsqu'ils donnent du blanc (bleu +jaune, rouge + cyan, vert + magenta).
Cette technique de restitution des couleurs est utilisée sur les écrans qui entourent nos vies.



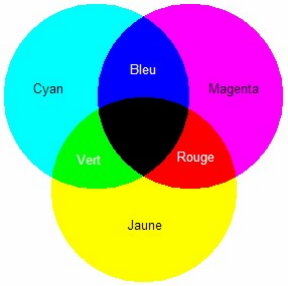
A partir des couleurs primaires, on peut obtenir une image grâce à la modulation en intensité lumineuse des émetteurs de lumières colorées rouges, vertes et bleus.

L'image ci-dessous montre l'état des trois lampes des pixels en fonction de la couleur affichée:



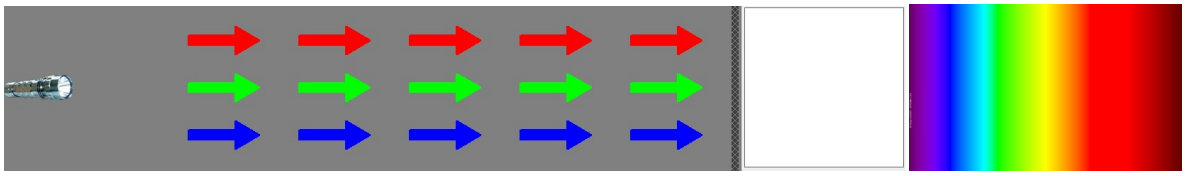
<u>La synthèse des couleurs : synthèse soustractive.</u>

Il s'agit d'un mélange de couleurs par soustraction de lumière. Ce principe est utilisé en imprimerie, en peinture, en photographie et dans l'art du vitrail où l'on utilise que des pigments comme matière première.
La lumière blanche qui traverse le filtre coloré prend la couleur de ce filtre. Le filtre a absorbé les autres lumières colorées qui forment la lumière blanche. Un filtre coloré permet d'obtenir une lumière colorée à partir de la lumière blanche. En effet, un filtre laisse passer certaines lumières colorées et absorbe les autres.
<u>Attention :</u> En synthèse soustractive, les couleurs primaires sont le cyan, le magenta et le jaune. C'est le contraire de la synthèse additive. Rouge, bleu et vert sont alors secondaires.

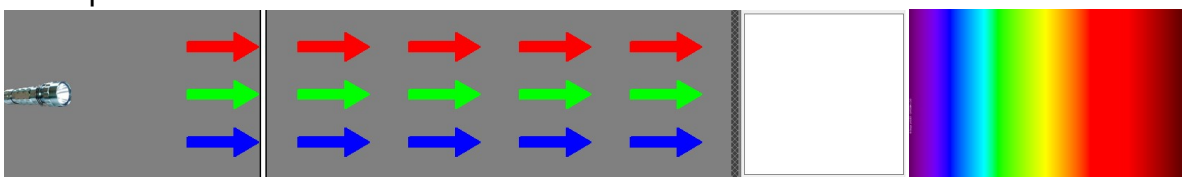


Jaune + cyan = ……
Cyan + magenta = ……
Magenta + jaune = ……
Jaune + cyan + magenta = ……

Les images ci-dessous sont des captures d'écran faites à partir du logiciel de Serge LAGIER Optikos ver 1.1.0 (couleurs des objets, filtres colorés).http://www.sciences-edu.net/default.htm

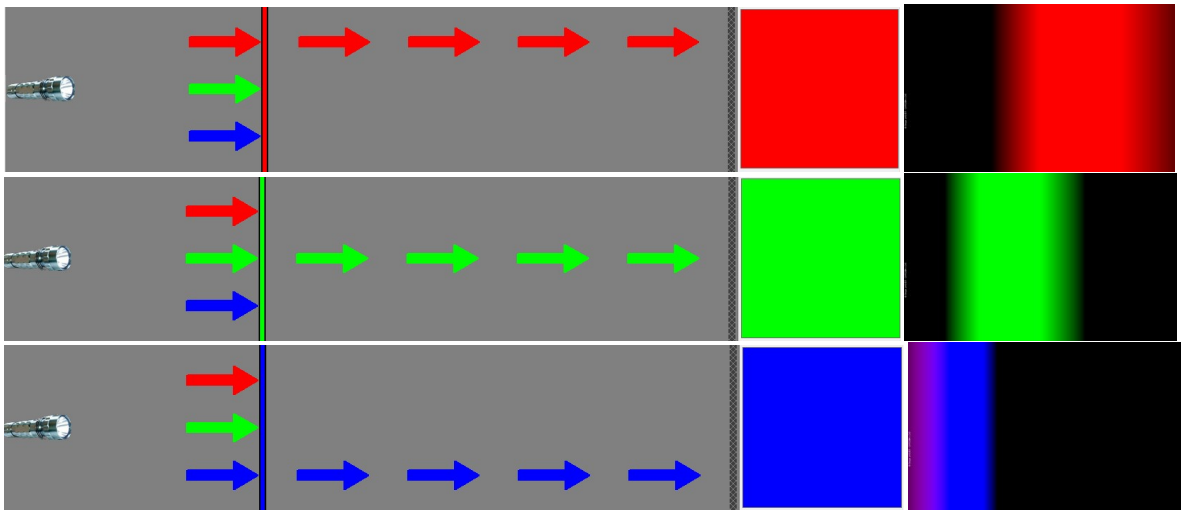


On observe sur l'écran une lumière blanche par superposition des trois couleurs primaires (additives) qui correspondent aux trois flèches. La figure de droite représente le spectre correspondant.

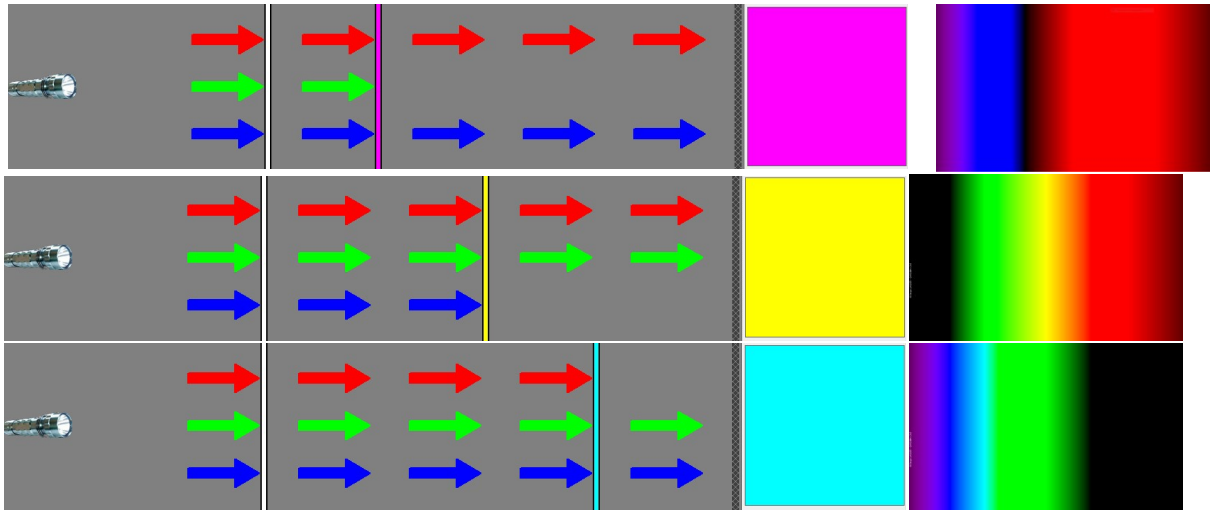


Si on ajoute un filtre de couleur blanche, il ne se passe rien.

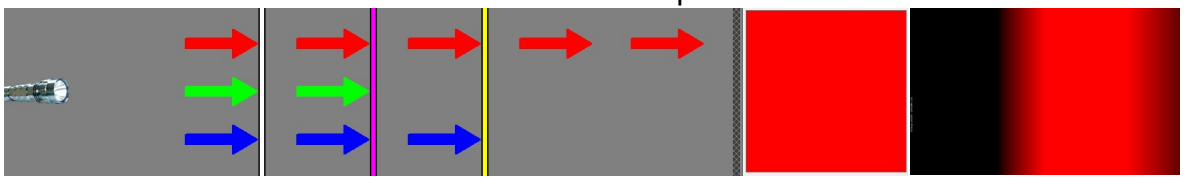
Observons ce qui se passe avec des filtres de couleurs secondaires (soustractives).
Avec le filtre bleu on ne voit que la radiation bleue, avec le rouge on ne voit que la radiation rouge et ainsi de suite.



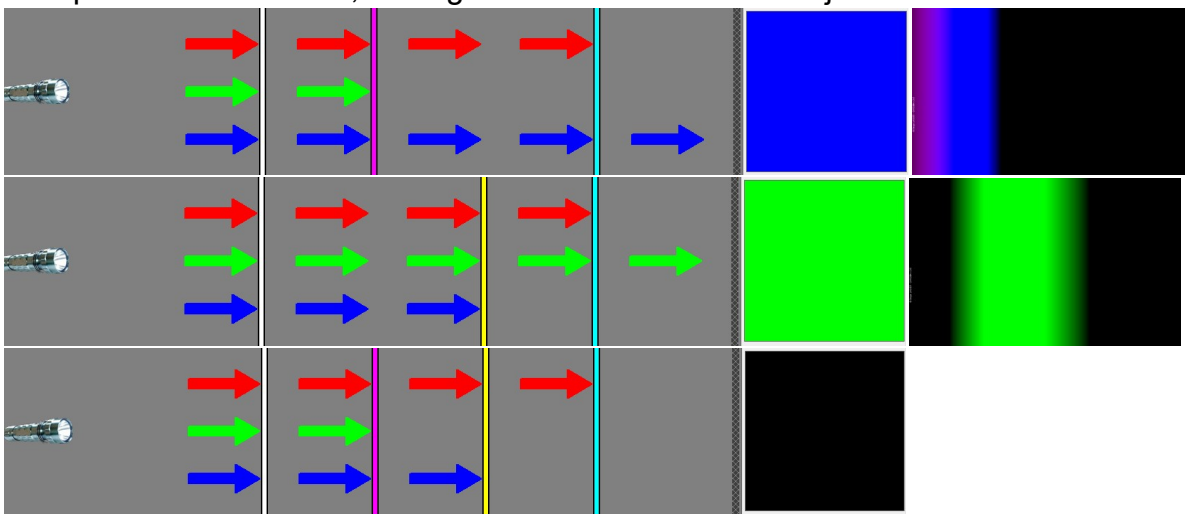
Si on utilise des filtres de couleurs primaires (soustractives), avec un filtre magenta, on voit du magenta car il laisse passer le rouge et le bleu qui le composent, etc…



Combinons maintenant deux filtres de couleurs primaires.



Lorsqu'ils sont combinés, le magenta absorbe le vert et le jaune absorbe le bleu.

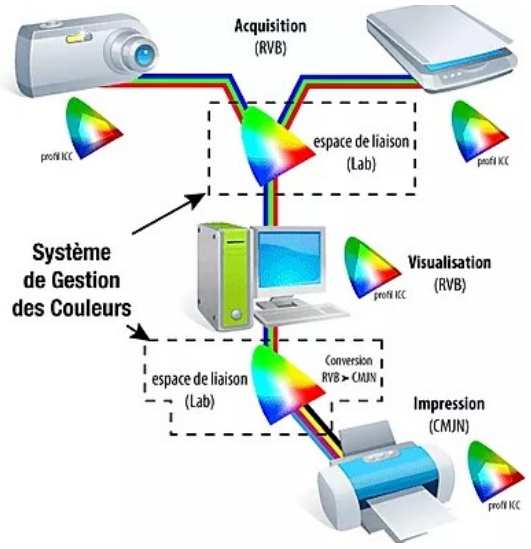


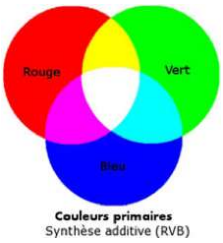
Si on dispose trois filtres primaires (synthèse soustractive), les trois filtres suppriment chacun une couleur secondaire (synthèse soustractive). L'écran devient noir.

Des couleurs sont complémentaires lorsque leur combinaison donne du noir. Par exemple :
le magenta et le vert, le jaune et le bleu, le cyan et rouge donnent du noir. Un filtre absorbe sa couleur ……..

L'impression couleur sur papier utilise la synthèse …….des couleurs.
Le terme …….vient du fait qu'un objet coloré absorbe une partie de la lumière incidente. Il ……..donc une partie du spectre lumineux de celle-ci.
Un objet coloré diffuse le rayonnement correspondant à sa propre …….à condition qu'il soit éclairé par de la lumière contenant cette ……. La couleur d'un objet dépend donc de la …….spectrale de l'éclairage.

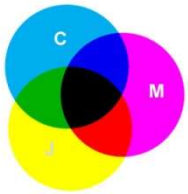
De l'ordinateur (RVB rouge, vert et bleu) à l'imprimante (CMJN cyan, magenta, jaune et noir).





Couleurs primaires
Synthèse additive (RVB)

Le mode RVB décompose la couleur selon 3 couleurs primaires (synthèse additive) : le rouge, le vert et le bleu. C'est le cas des capteurs d'appareils photos et des écrans d'ordinateurs.
Pour imprimer, nous avons besoin de 4 couleurs : on parle de quadrichromie. Il s'agit du mode CMJN qui utilise le Cyan, le Magenta et le jaune, teintes auxquelles se rajoute le noir (synthèse soustractive). Tous les périphériques d'impression utilisent le mode colorimétrique CMJN. Il est exprimé en 4 pourcentages.



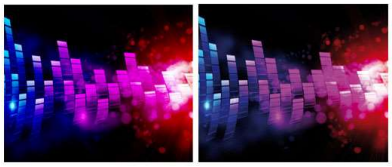
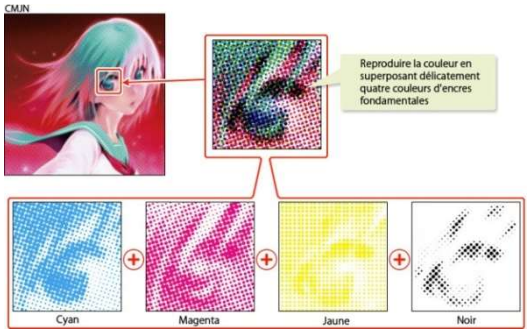


Image RVB Image CMJN

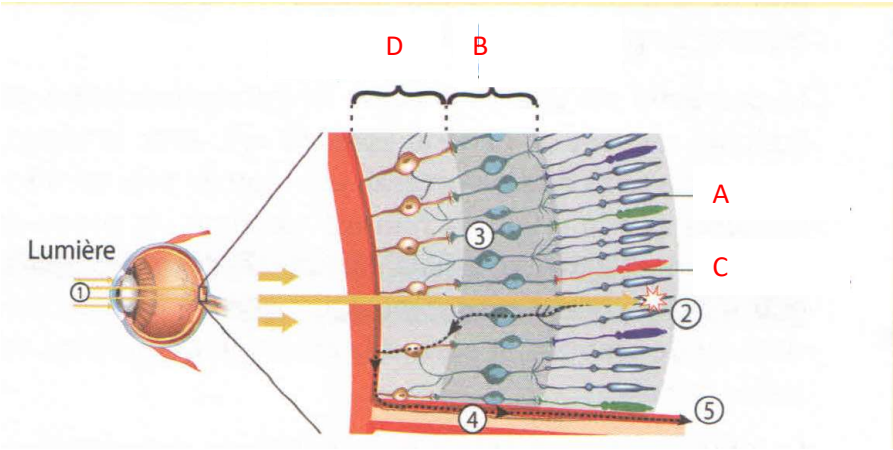


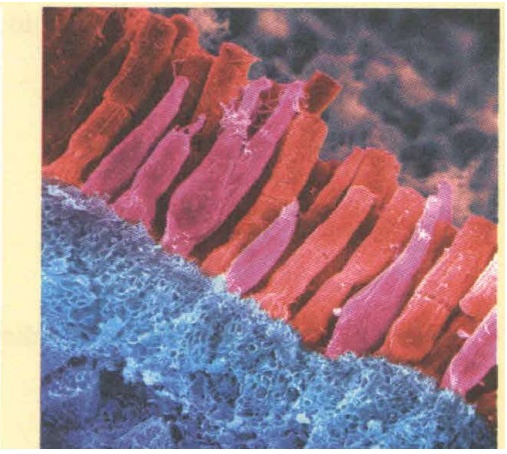
Activité 2 : Le mécanisme de la vision

Travail à faire : A l'aide des documents 1 et 2, répondre aux questions suivantes.

Document 1 : La structure de la rétine

La rétine est une fine membrane constituée par trois couches de cellules nerveuses. La plus profonde est la couche de neurones en forme de **cônes (…….)**et **bâtonnets (…….)**. Ces neurones sont sensibles à la lumière (photorécepteurs). La couche intermédiaire contient des **neurones bipolaires (…….)**. Les **neurones multipolaires (……)** se trouvent dans la couche la plus superficielle et c'est l'axone de ces neurones qui forme le nerf optique.



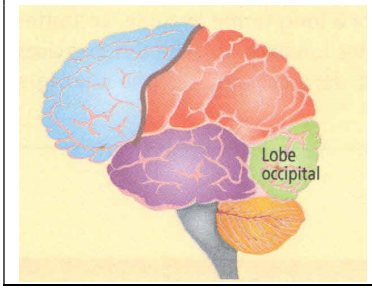


Source : Delagrave

Document 2 : De l'influx nerveux à la formation de l'image

Les photorécepteurs de la rétine reçoivent la lumière. Chacune de ces cellules contient des millions de pigments photosensibles, les opsines pour les cônes, la rhodopsine pour les bâtonnets. Les cônes sont sensibles aux détails et aux couleurs, les bâtonnets sont sensibles aux contrastes et aux mouvements en lumière crépusculaire. Lorsqu'ils sont frappés par un rayon lumineux, ces pigments produisent un signal électrique ; ce message est alors transmis au nerf optique, qui l'achemine vers le cerveau.

Le cerveau (aire occipitale) va interpréter le message à partir des acquis du vécu passé ou récent.



1) Annoter le schéma de la rétine avec les mots en gras.
2) Expliquer pourquoi les cellules nerveuses de la rétine sont appelées photorécepteurs.

   .....

   .....
3) Citer les deux photorécepteurs et préciser leurs rôles.

   .....

   .....

   .....
4) Expliquer le mécanisme de création de l'influx nerveux.

   .....

   .....

   .....

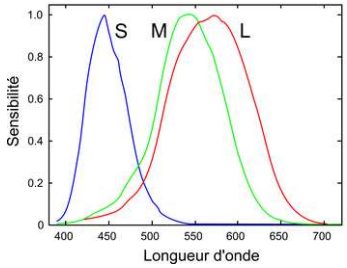
Activité 3 : L'œil et la lumière :

La lumière qui nous est renvoyée par un objet qu'on observe va pénétrer dans notre œil par la pupille et exciter les cellules nerveuses qui tapissent la rétine au fond de l'œil. La rétine d'un œil humain est couverte d'environ 130 millions de photorécepteurs : 125 millions de bâtonnets et 5 millions de cônes, appelés ainsi d'après leur forme.

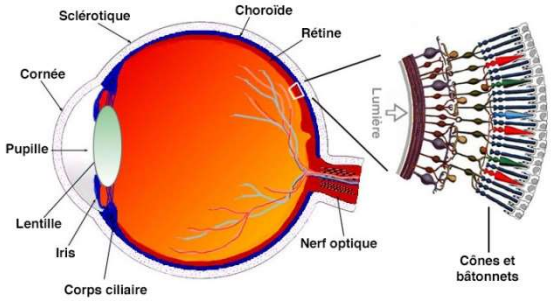
Aussi :

- Les bâtonnets sont responsables de la vision en niveaux de gris (ils ne sont sensibles qu'à l'intensité lumineuse).
- Les cônes permettent la vision des couleurs.

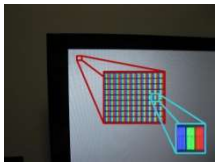
Les cônes sont des cellules qui réagissent aux ondes lumineuses. Il y a 3 types de cônes : chacun sensible à une certaine plage de longueurs d'onde. Les cônes « S » qui sont plutôt sensibles aux bleus (440 nm), les « M » sensibles plutôt aux verts (540 nm), et les « L » aux rouges (560 nm), d'où les 3 couleurs primaires (synthèse additive).



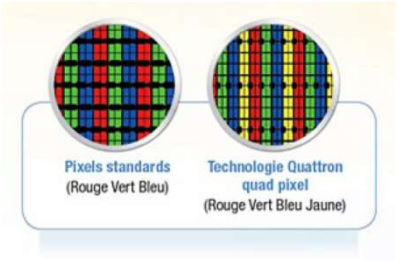
2 lampes émettant des rayonnements différents peuvent très bien être perçues de la même couleur par notre œil. Par exemple, une lampe émettant une lumière jaune : cela va exciter un peu les cônes M et L. Si l'on prend une lampe émettant un rayonnement vert et rouge choisis, notre cerveau va percevoir la même couleur car ce sont les mêmes types de cônes qui seront excités de la même manière qu'avec une lampe émettant une lumière jaune.



Pour obtenir une animation, il suffit de faire varier dans le temps l'intensité des lampes de chaque pixel. La façon dont la dépendance temporelle est gérée dépend du type d'écran et du modèle. Mais une caractéristique commune de ces systèmes est que les données qu'ils affichent sont en fait une série d'images statiques. En passant d'une image à l'autre très rapidement, l'appareil visuel (œil + cerveau) interprète un mouvement saccadé des objets d'une image par un mouvement continu, on considère qu'il faut 24 images par seconde pour un film, à partir de 12 images par seconde, on obtient déjà une animation fluide. Les images sont alors décomposées en petits carrés appelés pixels de 3 couleurs.



Une nouvelle technologie est en cour de développement en rajoutant une quatrième couleur, le jaune…



Activité 4 : Les maladies de la vision

Travail à faire : A l'aide des documents 1 et 2, répondre aux questions suivantes.

Document 1 : Qu'est-ce qu'une DMLA ?

La dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) est une détérioration de la macula qui entraîne une perte progressive de la vision jusqu'à la cécité. La DMLA se caractérise par l'accumulation de dépôts qui endommagent les photorécepteurs ou la formation de nouveaux vaisseaux sanguins (néovaisseaux) sous la rétine, gênant ainsi la vision. Le malade a une baisse de l'acuité visuelle et de la vision des couleurs, une

sensation d'ondulation des lignes droites et l'apparition de taches sombres dans le champ de vision. La DMLA ne se guérit pas mais pour ralentir son évolution, l'ophtalmologiste peut soit administrer dans l'œil un médicament anti-angiogène (évite la prolifération de néovaisseaux), soit faire du laser ou de la photothérapie dynamique pour coaguler les néovaisseaux.

Document 2 : La cataracte, une maladie liée à l'âge

La cataracte est un trouble dû à une opacification du cristallin : les rayons lumineux passent mal et les images ne se forment plus correctement sur la rétine.
La personne atteinte a une baisse de la vision de loin et une photophobie (gêne de la lumière). Puis une vision floue permanente s'installe. La cataracte est le plus souvent liée à l'âge mais il existe aussi des cataractes secondaires dues à un traumatisme oculaire ou une pathologie, ainsi que des cataractes congénitales (génétique ou liée à une rubéole pendant la grossesse de la mère). Une opération consistant à remplacer le cristallin par un implant permet de retrouver la vue.

1) Souligner la définition de la cataracte et de la DMLA.

2) Citer les signes de chaque pathologie.
   Cataracte :……
   ……
   ……
   DMLA :
   ……
   ……
   ……

3) Surligner dans la situation, les conséquences de la pathologie pour Mme Etienne.
   Situation : Mme Etienne, 86 ans, souffre d'une dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). Malgré les traitements, elle perd progressivement la vue et il est de plus en plus difficile pour elle de réaliser les actes de la vie quotidienne. Ce matin, vous intervenez pour son aide à la toilette quotidienne.