

Compétences exigibles

- Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et comprendre les notions de couleurs des objets ;
- Utiliser les notions de couleur blanche et de couleurs complémentaires ;
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une

lumière incidente ;

- Distinguer les synthèses soustractive et additive ;
- Interpréter la couleur observée d'un objet éclairé à partir de celle de la lumière incidente ;
- Connaître le principe optique à la base du fonctionnement d'un écran d'ordinateur.

Chapitre 1 – Vision et couleur

1 Activité expérimentale – Synthèse de lumières colorées

1.1 Synthèse additive

On souhaite créer de nouvelles couleurs avec un dispositif projetant sur un écran blanc les trois lumières colorées primaires : rouge, verte et bleue.

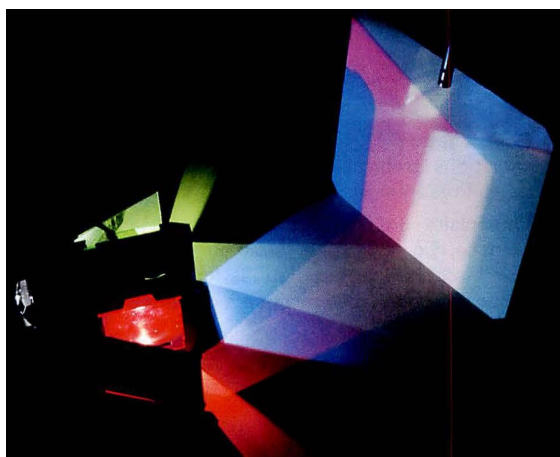


FIG. 1 – Source lumineuse à miroirs.

- Vous disposez de six diapositives colorées. Triez ces diapositives, afin d'isoler les trois diapositives qui correspondent aux trois couleurs primaires rouge, bleue et vert. Les diapositives indiquées magenta, cyan et jaune seront utilisé dans un deuxième temps.
- Placer une diapositive de chacune des trois couleurs primaires sur chacune des trois sorties du faisceau lumineux.
- Projeter simultanément sur l'écran blanc deux des lumières colorées.
- Effectuer toutes les combinaisons possibles et les noter :

.....

.....

- Placer l'étoile des couleurs complémentaires alternativement dans chacun des faisceaux colorés rouge, vert et bleu. Observer bien soigneusement la couleur apparente des couleurs secondaires cyan, magenta et jaune, respectivement. Noter vos observations.

.....
.....
.....

a. Pourquoi utiliser un écran blanc ?

b. Qu'observerait-on si on utilisait un écran noir ? Justifier la réponse.

- Noter les couleurs observées par synthèse additive dans les cercles (représentants des faisceaux de lumière) en figure 2 ci-après.
- À faire plus tard : les colorier, en prenant garde à ne pas déborder ! (distribution de « bons points » lors du prochain cours).

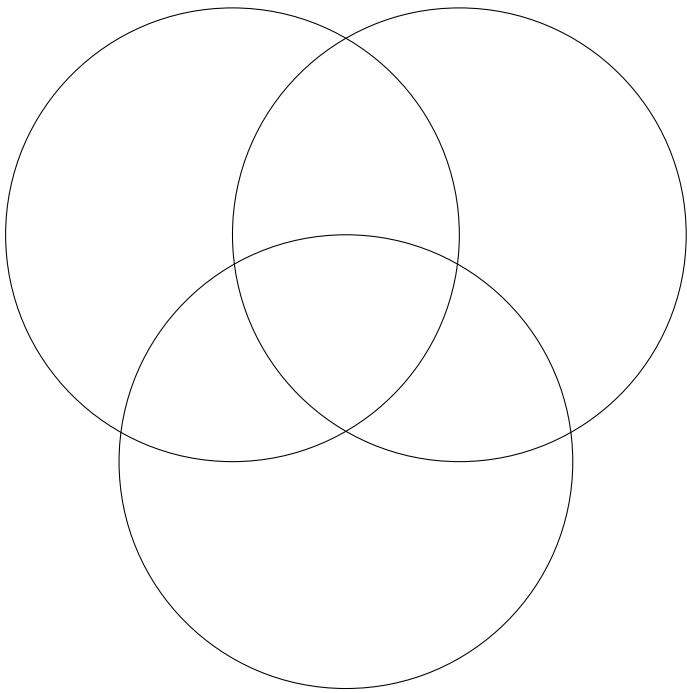


FIG. 2 – Synthèse additive.

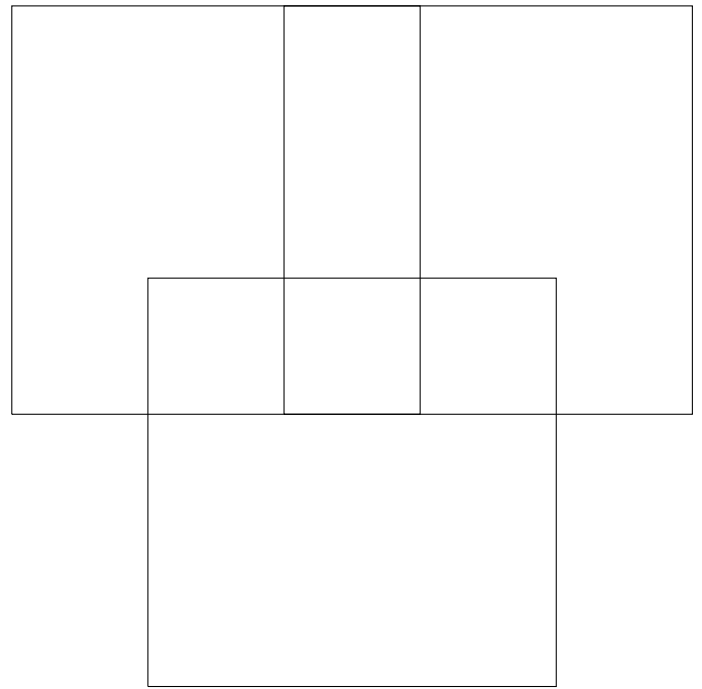


FIG. 3 – Synthèse soustractive.

1.2 Synthèse soustractive

❑ Ôter les diapositives précédentes et observer la couleur résiduelle lorsque l'on place sur le trajet de la lumière deux diapositives de synthèse soustractive. Effectuer toutes les combinaisons possibles et les noter :

.....

❑ Noter les couleurs observées par synthèse soustractive dans les rectangles (représentants les faisceaux lumineux après traversée des filtres) en figure 3 ci-dessus.

❑ À faire au bureau : spectres d'absorbance des filtres de la synthèse soustractive.

1.3 Conclusion

c. Qu'observe-t-on lorsque l'on superpose trois faisceaux de couleurs primaires vert, rouge et bleu ? De quel type de synthèse s'agit-il ?

d. Qu'observe-t-on lorsque l'on superpose trois filtres de couleurs secondaires cyan, jaune et magenta ? De quel type de synthèse s'agit-t-il ?

2 Activité expérimentale – Les pixels de l'écran (avec Chroma)

(logiciel gratuit, <http://www.sciences-edu.net/physique/chroma/chroma.htm>)

- Allumer le PC, ouvrir votre session.
- Lancer le logiciel « Chroma ». Si le logiciel ne se charge pas, ouvrir le PDF montrant une capture d'écran des différentes étapes (le logiciel ne fonctionne qu'une fois sur trois sur le réseau).
- Sélectionner « Caractéristiques d'une couleur » pour « Teinte ».
- Cliquer sur « Rouge » ou régler les pourcentages afin d'avoir 100 % de rouge (attention, le 0 % est en haut et le 100 % est en bas !). Observer la zone rouge de l'écran à l'aide d'un objectif ou d'un oculaire de microscope, tenu à quelques millimètres de l'écran (aide : vous l'utilisez comme une loupe, vous devez voir une image agrandie).

Observations :

.....

- Recommencer avec « Vert » et « Bleu ».

Observations :

.....

.....

- Essayer toutes les combinaisons : « Vert » et « Bleu », « Vert » et « Rouge », et « Rouge » et « Bleu ».

Observations :

.....

.....

-
- Essayer avec toutes les couleurs à 100 % puis toutes les couleurs à 0 %.

Observations :

.....

.....

- Sélectionner « Synthèse des couleurs » puis « Synthèse additive et soustractive ». Permuter la coche entre les deux types de synthèse. Noter les trois couleurs primaires dans chaque cas :

.....

.....

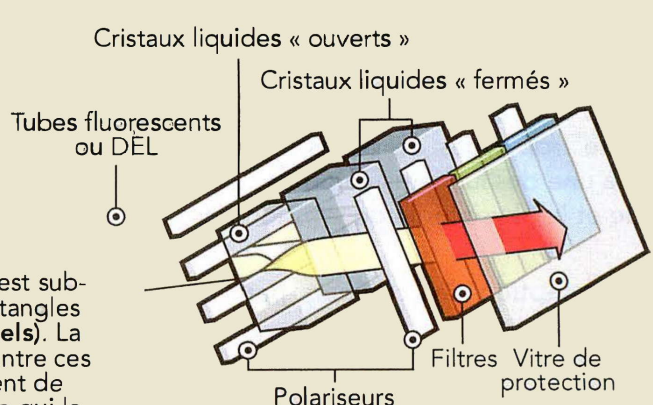
- Cliquer sur « Couleur des objets » puis sur « Objets colorés ». Tout tester en essayant de prévoir le résultat. En cliquant sur le drapeau, vous pouvez changer de drapeau. Noter au moins deux résultats particulièrement remarquables :

.....

.....

- Quitter le programme, fermer votre session, éteindre l'écran de l'ordinateur.

3 Activité documentaire – Principe de l'écran plat LCD



LCD
Liquid Cristal Display
(affichage à cristaux liquides)

1/. L'écran est divisé en petites unités lumineuses : les pixels.

2/. Chaque pixel est subdivisé en trois rectangles (appelés **sous-pixels**). La seule différence entre ces sous-pixels provient de la couleur du **filtre** qui le recouvre : rouge, vert ou bleu.

3/. Un tube fluorescent, ou un panneau de diodes électroluminescentes (DEL), placé à l'arrière de l'écran, produit de la lumière blanche. Pour chaque sous-pixel, une couche de **cristaux liquides** est placée entre deux **polariseurs**. L'ensemble joue le rôle de store : la quantité de lumière qu'il laisse passer varie en fonction de la tension électrique appliquée aux cristaux liquides. Cette lumière est ensuite colorée en traversant un filtre correspondant à la couleur du sous-pixel : rouge, vert ou bleu.

Nos yeux ne distinguent pas les différents sous-pixels, ils mélangent les lumières colorées primaires (rouge, verte et bleue) provenant de chacun d'eux. Cela suffit pour reproduire pratiquement toutes les couleurs perçues par l'œil humain : c'est la **synthèse additive des couleurs**.

e. Qu'appelle-t-on pixel sur un écran ?

f. Quel rôle jouent les cristaux liquides ?

g. Comment un pixel d'un écran LCD peut-il être perçu rouge ?

h. Comment obtenir un pixel noir ?

i. Chercher les principales différences entre un écran LCD et un écran OLED.

j. Présenter en quelques lignes le fonctionnement d'un pixel et le type de synthèse mis en jeu dans un écran plat.

Références

Collection DULAURANS et DURUPHY, *Physique-chimie 1^{ère} S*, Hachette éducation.

4 Activité documentaire – Comment est perçue la lumière dans l'œil ?

Ce qui va être abordé. La rétine dans l'œil : les cônes et les bâtonnets. La sensibilité des trois types de cônes, sur un spectre. La conséquence sur la vision des couleurs. La différence entre couleur spectrale et couleur perçue.

« **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.

Les bâtonnets sont responsables de la vision en niveaux

de gris (ils ne sont sensibles qu'à l'intensité lumineuse), tandis que les cônes permettent la vision des couleurs.

Les cônes exigent une intensité lumineuse relativement importante pour remplir leur rôle (c'est pourquoi à la nuit tombée, on dit que tous les chats sont gris). Lorsqu'une radiation lumineuse atteint les photorécepteurs situés au fond de la rétine, il s'y produit une série de réactions biochimiques menant à la création d'impulsions électriques. Celles-ci sont ensuite transmises au cerveau via le nerf optique, qui les interprète alors seulement en

termes de couleur.

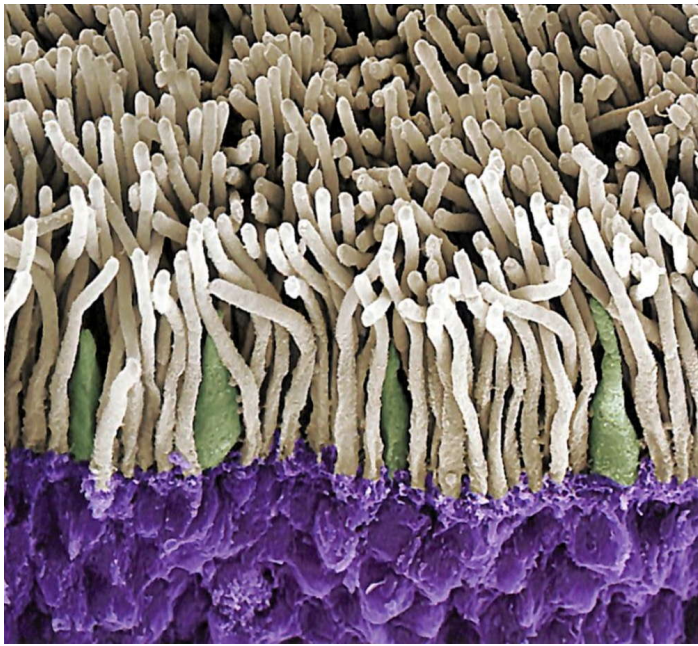


FIG. 4 – Image en fausses couleurs de la rétine, prise au microscope électronique à balayage. On y reconnaît les deux types de photorécepteurs de l'œil : les cônes (en vert) et les bâtonnets (en beige).

Dans le cas d'une radiation dont la longueur d'onde est de 700 nm (nanomètre), par exemple, le décodage par le cerveau des impulsions reçues procure la sensation de rouge. En fait, à chaque longueur d'onde correspond une sensation colorée différente.

Si, à une longueur d'onde donnée correspond une couleur, l'inverse n'est pas toujours vrai. Prenons par exemple la sensation de jaune que nous avons en recevant une lumière dont la longueur d'onde se situe au voisinage de 580 nm : cette sensation peut aussi résulter de la perception simultanée de deux lumières, l'une à 700 nm et l'autre à 530 nm, alors que ces dernières procurent séparément des sensations de rouge et de vert respectivement. Tout se passe comme si l'œil était une palette qui mélangeait les couleurs.

Le même phénomène est à l'œuvre lorsque nous regardons le Soleil. Il apparaît blanc, alors que quiconque a vu un arc-en-ciel sait que la lumière solaire possède un grand nombre de longueurs d'onde correspondant chacune à une couleur perçue différente.

Pourquoi notre système visuel mélange-t-il les couleurs ? La réponse n'est pas à chercher dans le cerveau, mais du côté de la rétine : parce qu'il n'existe que trois types de cônes et non une multitude telle que chacun correspondrait à une longueur d'onde visible.

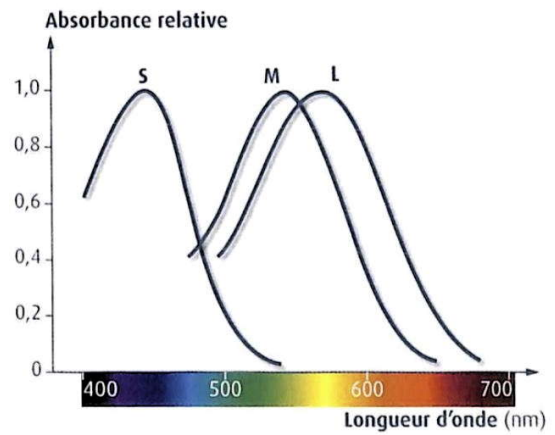


FIG. 5 – Les trois types de cônes S, M et L tapissant la rétine sont sensibles à trois gammes de longueurs d'onde. Celles correspondant aux cônes M et L se recouvrent largement. C'est pourquoi le cerveau procède par comparaison des signaux lui parvenant des trois types de cônes.

Techniquement, on dit que la rétine de l'œil a une réponse spectrale trichromatique. Les trois types de cônes responsables de la perception des couleurs sont appelés S, M et L : ils sont respectivement sensibles aux longueurs d'onde courtes (« Short »), moyennes (« Medium ») et grandes (« Long »).

C'est THOMAS YOUNG [...] qui le premier prédit l'existence de trois types de photorécepteurs chez l'homme (les cônes). En 1807, il en tire la conclusion qu'il suffit de superposer trois couleurs convenablement choisies pour créer toutes les autres : la théorie trichromatique de la synthèse des couleurs était née.

Les cônes montrent parfois des dysfonctionnements. Leur partie photosensible est constituée de protéines codées chacune par un gène. Il suffit d'une perturbation sur l'un de ces gènes pour que la protéine et le cône correspondants soient déficients. Le daltonisme illustre l'une de ces anomalies. Les porteurs de cette affection ont un ou plusieurs cônes défectueux. La forme de daltonisme la plus fréquente prive l'observateur des cônes M, plus particulièrement sensibles à des longueurs d'onde correspondant au vert. Ces types de daltoniens ne perçoivent le monde qu'à travers des teintes bleues et rouges, raison pour laquelle ils confondent les couleurs que les individus normaux appellent rouge et vert. »

Bernard VALEUR, *La couleur dans tous ses états*, Belin Pour la Science.

k. Quels sont les deux types de cellules sensibles à la lumière sur la rétine ?

l. Quels sont les trois types de cônes ? À quelles couleurs sont-ils approximativement le plus sensibles ?

m. Pourquoi peut-on affirmer que la couleur perçue n'est pas forcément la couleur véritablement émise ?