

« C'est parce que la vitesse de la lumière est supérieure à celle du son
que tant de gens paraissent brillants avant d'avoir l'air »

Anonyme



I. Les écrans

La surface des écrans d'ordinateur, de Smartphone ou de téléviseur (écrans plats - LCD) sont constitués d'un très grand nombre de petits émetteurs de lumières colorées dont les intensités lumineuses peuvent être modulées. C'est le mélange optique dans l'œil de ces lumières colorées qui permet de générer toutes les sensations colorées désirées. Un pixel (contraction de « picture elements » : éléments d'image) est composé d'un ensemble de 3 petits émetteurs (sous-pixels) permettant d'afficher les couleurs primaires : rouge, vert et bleu (RVB). Pour comprendre comment sont fabriquées les couleurs émises par les écrans, une expérience peut être réalisée :

- Avec une loupe puissante : placez la loupe contre votre œil et approchez-vous à quelques cm de l'écran ; réglez finement la distance entre l'écran et la loupe de façon à obtenir une image nette avec un grossissement maximum.
- Avec un appareil photo numérique : activer le mode macro si vous en avez un, placez l'objectif de l'appareil photo à la distance de l'écran la plus courte possible permettant d'obtenir une image nette (il y a une distance minimale au delà de laquelle la mise au point n'est pas possible), utilisez le zoom numérique pour agrandir l'affichage au maximum.

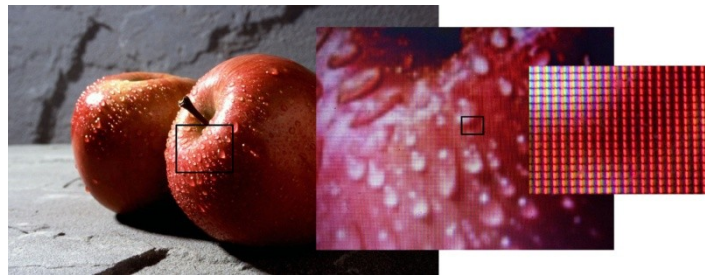


Figure 1. Photo d'un écran LCD d'ordinateur prise par un appareil numérique.



Figure 2. Photo d'un écran de télévision prise par un appareil numérique.

¹ www.123couleurs.fr

Sur les photographies, obtenues avec un appareil photo visant une zone de couleur affichée sur un écran LCD (liquid cristal display : écran à cristaux liquides) d'un ordinateur portable (Figure 1) et d'une télévision (Figure 2), chaque pixel est constitué d'une « triade RVB », c'est à dire de l'association de trois petits émetteurs de lumière, de couleurs ROUGE, VERTE et BLEUE. Un pixel « BLANC » n'émet donc pas de la lumière blanche ! Il émet des lumières ROUGE, VERTE et BLEUE juxtaposées. Si on observe l'écran sans grossissement, les triades de chaque pixel ne sont pas résolues par l'œil : les trois lumières colorées se mélangent sur la rétine (on parle de « mélange optique »), créant ainsi par synthèse additive (comme pour les mélanges de lumières colorées sur un écran) la sensation colorée « BLANC ».

Travail à faire

1. Simulation d'un écran.

- Aller sur le site :
<https://physique-chimie.ac-normandie.fr/spip.php?article176>
- Tester l'animation.
- Résumer avec le texte ci-dessus, l'animation sur le fonctionnement des écrans.

II. La synthèse additive

La synthèse additive correspond aux mélanges de couleurs que l'on obtient quand, en partant de l'absence de lumière (le « NOIR »), on allume ensemble plusieurs sources de lumière colorées. Le terme additif vient du fait que les mélanges résultent d'une addition de lumières colorées.

Dans cette synthèse, toutes les couleurs ne jouent pas un rôle équivalent : trois sont particulières puisqu'elles permettent à elles seules et en modulant leurs intensités respectives de produire (presque) toutes les sensations colorées possibles. Il s'agit du ROUGE, du VERT et du BLEU, qui sont appelées pour cette raison les couleurs primaires de la synthèse additive. Par cette synthèse, une couleur quelconque est décrite par le mélange de ces trois composantes, dites « RVB ».

Travail à faire

2. La synthèse additive.

- Aller sur le site :
https://physique.ostralo.net/syntheses_couleurs/
- Tester différents mélanges de couleur.
- Résumer, avec le texte ci-dessus, l'animation.

Remarque

Ces règles de mélange de couleurs « lumière » sont moins familières que celles des mélanges de couleurs « matière » qu'on observe en peinture, où il s'agit de synthèse soustractive.

III. Fonctionnement de l'œil.

A. La lumière

La détection de la lumière se produit au niveau d'une couche nerveuse appelée rétine, qui recouvre une grande partie de la surface du globe oculaire. À l'exception d'une zone appelée papille optique, qui correspond à l'endroit où le nerf optique quitte l'œil, notre rétine est tapissée de petits capteurs sensibles à la lumière appelés photorécepteurs. L'absorption de photons (grains de lumière) par ces capteurs déclenche une réaction chimique en chaîne, qui induit un signal électrique transmis, essentiellement, via le nerf optique jusqu'au cerveau.

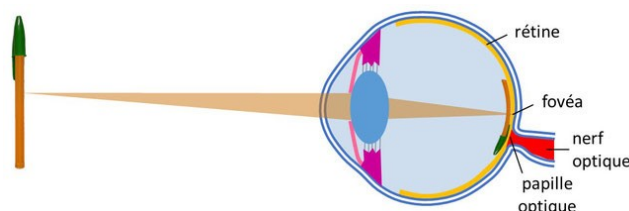


Figure 3. Fonctionnement de l'œil.

On distingue deux types de photorécepteurs : les bâtonnets (100 millions environ) et les cônes (« seulement » 5 millions). Cônes et bâtonnets jouent dans le mécanisme de vision des rôles différents et par bien des aspects complémentaires. Les bâtonnets qui se répartissent surtout à la périphérie de la fovéa -dépression de la tâche jaune, au centre de la rétine, où la vision est la plus nette- sont sensibles aux très faibles éclaircissements. Ils jouent par conséquent un rôle important dans la vision en faible luminosité et dans la discrimination des contrastes. Les cônes eux se situent dans la fovéa. Ils sont beaucoup moins sensibles que les bâtonnets à la lumière et interviennent donc essentiellement pendant la journée. Il existe trois types de cônes qui présentent chacun une sensibilité spectrale à une région du spectre des couleurs : des cônes plus sensibles à la lumière bleue (cônes B), d'autres à la lumière verte (cônes V) et le troisième type de cônes à la lumière rouge (cônes R). Les cônes sont donc les photorécepteurs qui permettent la vision des couleurs. Bien que ces régions soient centrées sur les trois couleurs primaires, elles se chevauchent de manière importante. Les trois types de cônes seront donc stimulés à des degrés divers par une couleur donnée (Figure 4).

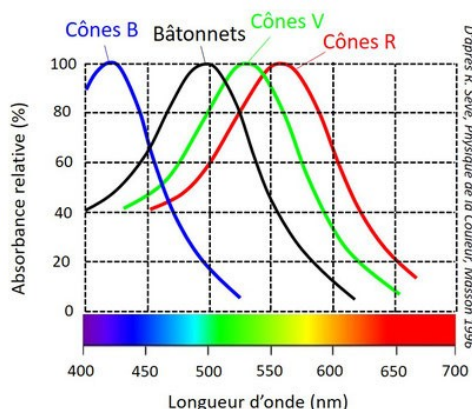


Figure 4. Réponses spectrales des cônes et des bâtonnets.

B. Le pouvoir de séparation²

Le pouvoir de séparation exprime la capacité d'un système optique de mesure ou d'observation -les microscopes, les télescopes ou l'œil, mais aussi certains détecteurs, particulièrement ceux utilisés en imagerie- à distinguer les détails. Il peut être caractérisé par l'angle ou la distance minimal(e) qui doit séparer deux points contigus pour qu'ils soient correctement discernés (Figure 5). Le pouvoir de séparation de l'œil est d'environ une minute d'arc ($1' = 1/60^\circ = 0,017^\circ$), soit environ 100 km sur la surface de la Lune vue de la Terre,

² fr.wikipedia.org

ou plus proche de nous, un détail d'environ 1 mm pour un objet ou une image situé à 3 m de distance. Il est limité par la densité de cônes au niveau de la partie la plus sensible de la rétine (fovéa).



Figure 5. A une certaine distance les images paraîtront identiques.

Travail à faire

3. L'œil.

- Utiliser le site du Docteur leininger pour résumer simplement le rôle de :
 - Cristallin
 - Pupille
 - Rétine.

IV. Un fichier informatique³

Une image est une représentation visuelle, voire mentale, de quelque chose. L'image visuelle artificielle peut être :

- enregistrée à partir du réel : photographie, vidéo, radiographie, IRM, ...
- fabriquée à partir d'une construction ou d'une restitution du réel : dessin, peinture, image de synthèse, ...

Un ordinateur ne manipule que des valeurs numériques (représentées sous forme binaire) ; une image numérique devra donc être codée par des nombres. On distingue deux types d'image numérique :

- les images matricielles : formées de points (des pixels)
- les images vectorielles : formée d'éléments géométriques (segments de droite, arcs de cercles, ...).

On appelle image matricielle ou « carte de points » (de l'anglais bitmap), un ensemble fini de points colorés appelés pixels organisés en matrice (tableau à 2 dimensions). Cette matrice contraint l'image à des dimensions fixes : une largeur (width) et une hauteur (height), le tout exprimé en pixels. Une troisième dimension, appelée profondeur, permet de coder la couleur de chaque pixel. La profondeur d'une image peut être de différentes tailles :

- 1 bit : 0 ou 1 pour les couleurs « noir » ou « blanc »,
- 1 octet : pour coder 256 niveaux de gris, ou bien une palette de 256 couleurs,
- 3 octets : pour coder les canaux rouge, vert et bleu (256 valeurs possible chacun),
- 4 octets : pour coder en plus une information de transparence,

Travail à faire

3. Les couleurs sur 3 octets.

³ nfo.blaise-pascal.fr

Avec une profondeur de 3 octets et en s'aidant du site <http://www.proftnj.com/RGB3.htm> :

- Combien de couleurs possible est-t-il possible d'obtenir ?
- Comment obtenir du rouge ?
- Comment obtenir du blanc ?
- Comment obtenir du noir ?
- Comment obtenir du jaune ?
- Que se passe-t-il quand les trois couleurs ont la même proportion (par exemple 125,125,125) ?

La taille (size) d'une image est la quantité de mémoire nécessaire pour stocker une image. Si on ne tient compte que des données (sans les headers), une image occupe une place qui peut donc être calculée ainsi (en octets) : $\text{taille} = \text{largeur} \times \text{hauteur} \times \text{profondeur}$.

Travail à faire

4. Taille d'une image.

- Télécharger une image (faire un clic-droit puis Enregistrer la cible du lien sous ... »).
- A partir de l'explorateur de fichier, faire un clic-droit sur l'image choisie, puis Propriétés.
- Quelles sont ses dimensions (en pixels) ? Sa profondeur (en bits) ?
- Calculer la quantité de mémoire nécessaire pour l'afficher.