CH 2 - La photographie numérique

1. Du capteur à l'image

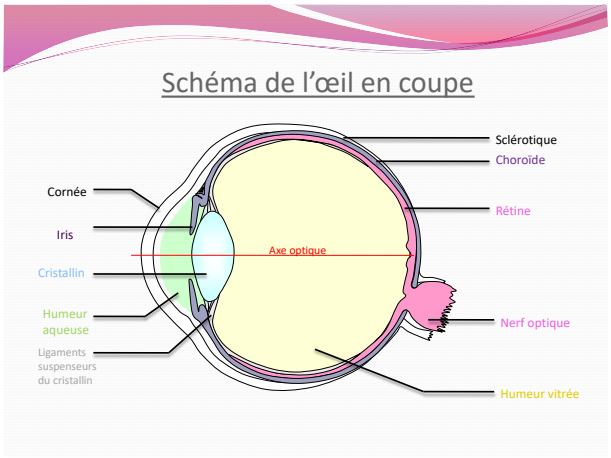
1.1. L'œil : premier capteur d'image

Pour comprendre les choix qui se sont imposés à la photographie numérique, il est indispensable de parler du tout premier capteur d'images qu'est l'œil.

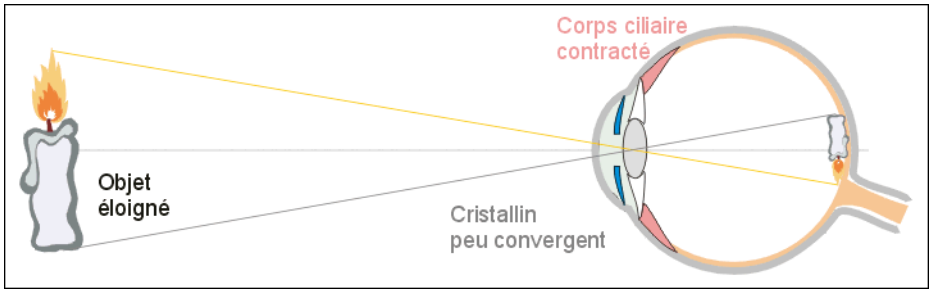
La formation d'une image :

Du point de vue de la formation d'une image, l'œil peut être modélisé par :

- le **cristallin** joue le rôle d'une **lentille convergente** ;
- la **rétine** joue le rôle d'**écran** sur lequel l'image se forme.



Une lentille convergente donne d'un objet, une image inversée sur un écran.
Pour l'œil c'est la même chose. Nous percevons donc le monde à l'envers et c'est le cerveau qui le remet à l'endroit.

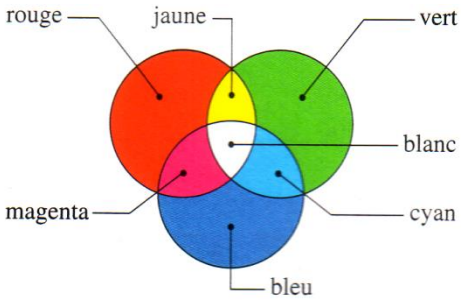


La perception des couleurs :

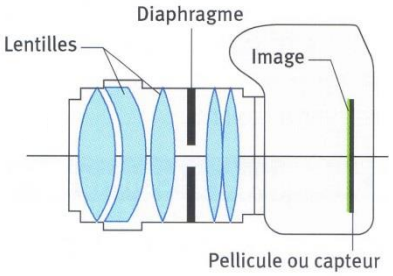
La rétine est constituée d'une multitude de capteurs de lumière : les **photorécepteurs**. On distingue deux types de photorécepteurs :
- les bâtonnets : qui informent en cas de faible éclairement (on ne distingue pas les couleurs) ;
- les cônes : qui informent sur les couleurs (il faut donc un bon éclairement).

La lumière du soleil est constituée d'une infinité de lumières colorées que l'on peut voir dans un arc-en-ciel.

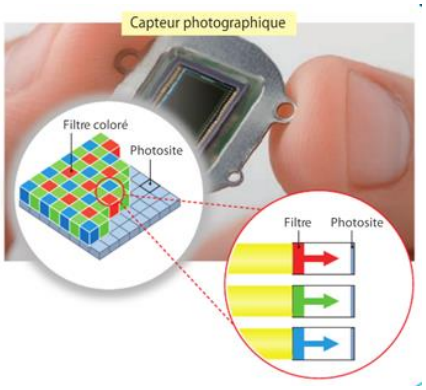
Cependant, l'œil humain n'est sensible principalement qu'à trois radiations lumineuses : le rouge, le vert et le bleu. Par combinaison de ces trois lumières, le cerveau perçoit toutes les autres lumières colorées. Cela se nomme : la **synthèse additive**.



1.2. L'appareil numérique



Dans un appareil photo on retrouve les mêmes éléments que dans un œil. L'image se forme alors sur la pellicule (pour les vieux appareils dits « argentiques ») ou sur le capteur numérique.



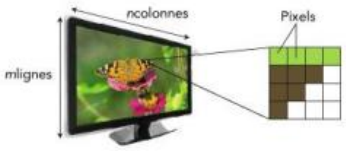
Suivant le même principe que la rétine, le capteur numérique est constitué d'une multitude de **photosites** (des photodiodes). Ces photosites étant identiques, il est nécessaire de leur ajouter des filtres colorés pour ne détecter que le rouge, le vert ou le bleu. Par ailleurs, en plaçant deux filtres verts avec 1 filtre rouge et 1 filtre bleu, on obtient une répartition proche de celle des cônes dans l'œil.

Cette répartition des couleurs est appelée **filtre** (ou matrice) **de Bayer**.

Chaque photosite envoie alors l'information sous forme électrique à un processeur (qui joue le rôle du cerveau) pour former l'image. On définit alors la **résolution du capteur** comme étant **le nombre total de photosites**.

2. L'image

2.1. Dimensions



Une image numérique est constituée de **pixels** (de l'anglais picture element). Un pixel ne contient qu'une seule couleur uniforme. Une image est donc comme un tableau dont chaque case contiendrait l'information sur la couleur. Cette information est codée sous forme de nombres.

La définition de l'image est le nombre de pixels qu'elle contient.

La résolution de l'image est le nombre de pixels par unité de longueur. Elle s'exprime en ppp (pixel par pouce) ou dpi (dot per inch). Le pouce (inch en anglais) vaut 2,54 cm.

2.2. Profondeur de couleur

La profondeur de couleur d'une image est le nombre de bits utilisés pour coder la couleur d'un pixel.

Mais qu'est-ce que le codage en bits ?

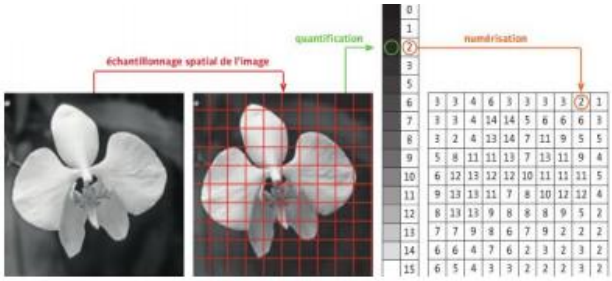
- **les bits** :
  Pour faire simple un « bit » (de l'anglais **bi**nary digi**t**) est une case mémoire qui ne peut contenir que 2 valeurs (0 ou 1).
  Mathématiquement parlant on comptera donc dans une base 2, alors que nous utilisons dans la vie de tous les jours la base 10.

Nombre en base 10	Nombre en base 2
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010

Voir activité pratique : La conversion en binaire.

On regroupe alors les bits en paquets de **8** pour obtenir ce que l'on appelle **un octet**.

- **le codage en niveaux de gris** :

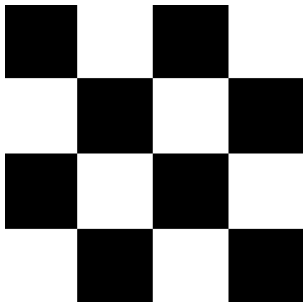


L'intensité lumineuse, grandeur analogique, est convertie par la cellule du capteur en un signal analogique sous forme de tension électrique. Elle est ensuite quantifiée, puis numérisée. A chaque valeur d'intensité lumineuse correspond un niveau de gris codé numériquement.

4 bits permettent de coder $2^4 = 16$ niveaux de gris.
Un octet (8 bits) permet, de coder pour chaque pixel $2^8 = 256$ niveaux de gris. La valeur numérique codant l'intensité lumineuse et la position du pixel sont stockées dans la mémoire.

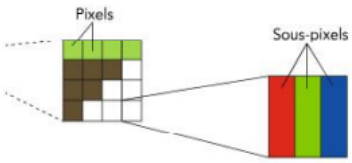
Exemple :
Soit un damier de 4 pixels de côté. On souhaite coder chaque pixel par un octet, il y aura donc $2^8 = 256$ niveaux de gris. La valeur 0 codant le noir et la valeur 255 codant le blanc, un gris à 50 % aura donc pour valeur 127. Le tableau de nombres correspondant à l'image sera donc :

0	255	0	255
255	0	255	0
0	255	0	255
255	0	255	0



- **le codage RVB** :

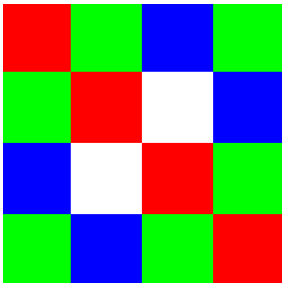
Le codage RVB (Rouge Vert Bleu) ou RGB (Red Green Blue) en anglais permet de coder une image en couleur. Pour ce faire, chaque pixel est composé de 3 sous-pixels rouge vert bleu dont la combinaison par synthèse additive permettra la perception de nombreuses couleurs.



Dans ce codage il faut donc coder les 3 valeurs suivant le même principe qu'en niveaux de gris. En considérant un codage sur 8 bits (un octet) pour chaque sous-pixel on obtient donc 256 x 256 x 256 = 16,8 millions de couleurs possibles pour chaque pixel. Le gris s'obtient alors avec les trois valeurs identiques pour les trois sous-pixels.

Exemple :
En reprenant l'exemple du damier mais coloré, le tableau de nombres correspondant à l'image sera donc :

(255,0,0)	(0,255,0)	(0,0,255)	(0,255,0)
(0,255,0)	(255,0,0)	(255,255,255)	(0,0,255)
(0,0,255)	(255,255,255)	(255,0,0)	(0,255,0)
(0,255,0)	(0,0,255)	(0,255,0)	(255,0,0)



Voir activité pratique : Le codage des couleurs.

2.3. Format

On distingue différents formats des fichiers images, compressés ou non, avec ou sans perte, en voici 4 :

BMP : BitMaP

C'est l'un des premiers formats d'images utilisé sous Windows. L'extension du fichier est .bmp. Ce format a l'avantage ne pas avoir de perte de données mais l'inconvénient d'être très volumineux en espace de stockage.

TIFF : Tagged Image File Format

C'est un format développé par Adobe et plutôt utilisé par les professionnels. L'extension du fichier est .tiff. Ce format a aussi l'avantage ne pas avoir de perte de données et également l'inconvénient d'être très volumineux en espace de stockage.

GIF : Graphics Interchange Format

C'est un format très utilisé sur le web. L'extension du fichier est .gif. Ce format a l'avantage ne pas être très volumineux en espace de stockage mais c'est une image qui n'accepte qu'au maximum 256 couleurs. Adapté pour les petites images, il y a une perte de qualité lors de l'agrandissement.

JPEG : Joint Photographic Expert Group

C'est un des formats les plus utilisés et libre de droits. L'extension du fichier est .jpg ou .jpeg. L'image a été compressée et donc il y a forcément une perte d'information. Son avantage est donc de limiter l'espace de stockage jusqu'à 100 fois moins que l'image originale.

2.4. Métadonnées EXIF

Des métadonnées (voir CH1-Les données structurées) sont stockées dans les fichiers images sous format EXIF (Exchangeable Image File Format) : modèle de l'appareil, objectif, vitesse, diaphragme, distance de mise au point, auteur, copyright, localisation, etc.

3. Le traitement d'image

3.1. La retouche photo

Une image peut être retouchée grâce à des logiciels. De la simple modification géométrique comme le cadrage aux effets artistiques en changeant les couleurs, il existe une infinité de possibilités pour retoucher une image.

Voir activité pratique : La retouche d'images.

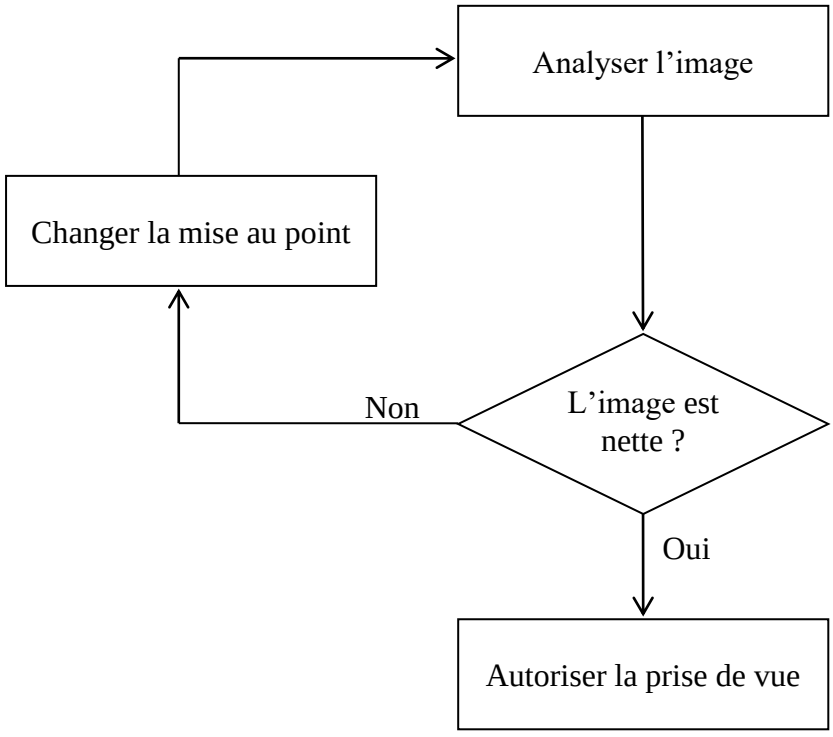
Par ailleurs, la retouche étant devenue tellement facile qu'il est possible de manipuler les images pour en modifier le sens ou la réalité. Cette pratique étant répandue, il faut apprendre à se méfier des images et ne pas les accepter comme preuve. (Voir activité documentaire « Manipuler les images numériques »).

3.2. Le traitement automatique

Une image peut également être retouchée automatiquement par l'appareil lors de la prise de vue pour en améliorer le résultat. C'est le rôle des algorithmes.

4. Le rôle des algorithmes

Un algorithme est une suite d'opérations permettant de résoudre un problème. Par exemple le problème d'une image floue peut se résoudre (en simplifiant à l'extrême) par cet algorithme :



Ainsi, de nombreux algorithmes sont mis en contribution pour résoudre automatiquement des problèmes :

- lors de la prise de vue comme la mise au point (image floue), l'exposition (image trop ou pas assez lumineuse), la stabilisation (l'utilisateur qui bouge), …
- ou lors de la création de l'image comme la réduction du bruit (améliore la netteté), la fusion (addition de plusieurs images pour faire un panorama), les effets (noir et blanc, vieilli, …),…