Thème 5 : La photographie numérique

Née dans les années 70, la photographie numérique a connu une évolution fulgurante grâce à la révolution informatique et technologique. Désormais, la photographie numérique présente un coût marginal très faible et une diffusion par internet facile et immédiate. Chaque jour, des milliards de photos sont prises et partagées sur le web.

1 Les images numériques

1.1 Les pixels

Pour comprendre le fonctionnement d'un appareil photo numérique, il faut d'abord comprendre ce qu'il génère : image numérique. En observant de près une image sur un écran apparaissent des points colorés. Cet ensemble de minuscules points, appelés **pixels** (de l'anglais *Picture element*), constitue une image numérique. Chaque pixel est caractérisé par sa position et sa couleur. Ainsi, pour définir une image numérique, il suffit de choisir un mode de représentation des pixels.

1.2 Les formats de fichiers

Il existe de nombreux formats pour les images numériques : RAW, TIFF, BMP, JPEG, etc. Chacun stocke l'information de manière différente. Ils peuvent compresser ou non les données, avec ou sans perte de qualité sur l'image numérique.

Les formats PBM (**portable bitmap**), PGM (*portable gray map*) et PPM (*portable pix map*) sont des formats très simples d'images numériques. Ces trois formats représentent l'image sous la forme d'une matrice de pixels.

Le format PBM permet de générer des images où les pixels sont noir ou blanc, ce que l'on code par 1 ou 0.

```
P1
5 3
01110
00100
01110
```

Dans le code ci-dessus, P1 représente le format de l'image, la deuxième ligne donne les dimensions de la matrice (5 colonnes et 3 lignes), enfin les lignes représentent les valeurs des pixels ainsi que leur position sur l'image.

Lorsque l'on parle d'image noir et blanc, cela ne signifie pas que les pixels sont noirs ou blancs (ce qui est un peu restrictif) mais que les couleurs sont en niveau de gris : toutes les teintes de gris intermédiaires entre le noir et le blanc. C'est ce que permet de faire le format PGM.

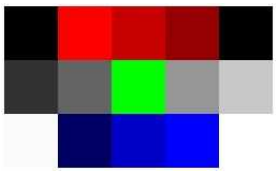
```
P2
5 3
255
20 100 130 160 20
50 50 180 50 50
20 200 220 255 20
```

La troisième ligne du code précédent représente l'intervalle dans lequel est choisie la nuance de gris : 0 le pixel est noir, 255 le pixel est blanc et tous les gris intermédiaires.

Il reste alors à pouvoir générer de la couleur. Pour cela, on peut étudier le mode de fonctionnement de nos yeux. Ils sont constitués de cônes permettant de distinguer trois longueurs d'onde du spectre lumineux : le rouge, le vert et le bleu. Les différents mélanges possibles entre ces trois couleurs permettent alors d'obtenir n'importe quelle couleur.
Ce type de fonctionnement est utilisé dans les écrans de nos téléphones, ordinateurs ou téléviseurs. Chaque pixel est constitué de trois couleurs : rouge, vert ou bleu et faire varier l'intensité de chacune permet de générer n'importe quelle couleur.

Ainsi, un codage très utilisé pour les couleurs des pixels d'une image numérique est le codage RVB : la couleur de chaque pixel est un triplet (R,V,B) représentant l'intensité du rouge, du vert et du bleu.

```
P3
5 3
255
0 0 0 255 0 0 200 0 0 150 0 0 0 0 0
50 50 50 100 100 100 0 255 0 150 150 150 200 200 200
250 250 250 0 0 100 0 0 200 0 0 255 255 255 255
```



Dans le code ci-dessus, les trois premières valeurs de la première ligne représentent la couleur du pixel en haut à gauche $(0, 0, 0)$ qui est noir. Le suivant $(255, 0, 0)$ est rouge, celui du milieu de l'image $(0, 255, 0)$ est vert, etc.

1.3 Caractéristiques

Définition

le nombre de pixels d'une image numérique est appelé la définition.

Dans les exemples du paragraphe précédent, les images avaient une définition de $5 \times 3 = 15$ pixels.

Définition

le nombre de pixels par unité de longueur d'une image est appelé la résolution. Elle est généralement donnée en pixels par pouce où 1 pouce=2,54 cm.

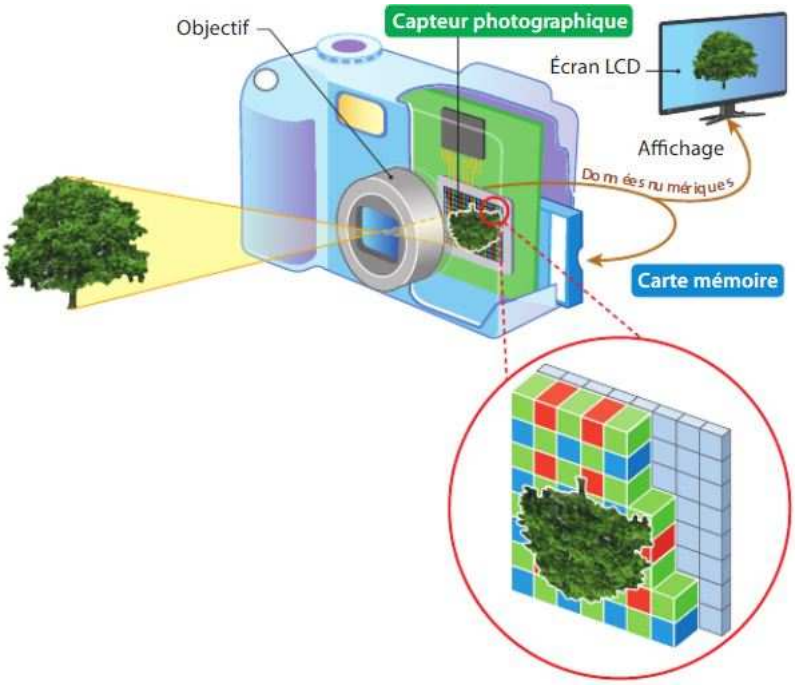
Définition

le nombre de bits utilisé pour coder la couleur d'un pixel est appelé la profondeur des couleurs.

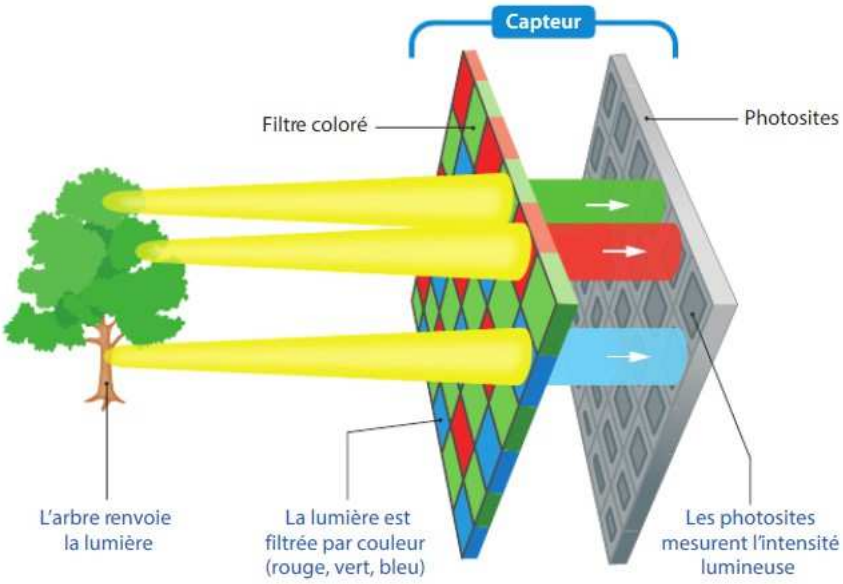
Exemple : Dans le fichier PBM du paragraphe précédent, les pixels sont noir ou blanc : 1 seul bit est suffisant pour coder la couleur. La profondeur est de 1 bit.
Dans le fichier PGM, les nuances de gris sont des nombres entre 0 et 255, soit $256 = 2^8$ valeurs possibles. La couleur de chaque pixel est codée sur 8 bits.
Enfin, dans le fichier PPM, la couleur de chaque pixel est donnée par un triplet de valeurs entre 0 et 255. La profondeur des couleurs est trois fois plus grande que précédemment, elle est de 24 bits.

2 Les appareils-photos numériques

2.1 Principes de fonctionnement



Un appareil-photo numérique est une chambre noire. Lorsque l'on appuie sur le déclencheur, la lumière entre dans cette chambre noire et vient éclairer un composant électronique appelé capteur photographique. Ce dernier est composé de cellules photosensibles appelées les **photosites** : en présence de lumière, ces cellules produisent un signal électrique. Ce signal est ensuite numérisé par un convertisseur analogique-numérique (CAN).



Les photosites ne sont pas sensibles aux couleurs mais à l'intensité lumineuse. Pour distinguer les couleurs, on applique sur le capteur photographique un filtre coloré (matrice de Bayer) composé de trois couleurs : rouge, vert et bleu. Chaque photosite mesure ainsi l'intensité lumineuse de l'une des couleurs primaires rouge, vert ou bleu. On peut alors reconstituer l'image en utilisant les informations envoyées par les photosites.

2.2 Utilisation d'algorithmes

Lors de la prise de vue, ainsi que pendant le traitement de l'image, toute une série d'algorithmes sont appliqués pour optimiser la qualité de la photo :

- mise au point
- stabilisation
- exposition
- balance des blancs
- courbe de tonalités
- corrections géométriques
- réduction du bruit
- etc

2.3 EXIF

En plus de la photo en elle-même, les appareil-photos numériques enregistrent de nombreuses données dans le fichier photo :

— des informations sur la prise de vue : date, lieu, heure, ...

— des informations sur l'appareil : modèle, définition de l'image, ...

Ces métadonnées sont stockées sous la forme d'un format standard que l'on appelle EXIF (*exchangeable image file format*). Certaines peuvent être consultées dans les propriétés du fichier mais un logiciel spécialisé est nécessaire pour avoir accès à la totalité.
La fiabilité de ces informations ne peut être garantie car elles peuvent être modifiées a posteriori.