

2^e – Sciences Numériques et Technologie

Chapitre 1 : La photographie numérique

IV. Du capteur à l'image

Un capteur photographique est composé de **photosites** qui produisent de l'électricité lorsqu'ils reçoivent de la lumière. Chacun est placé derrière un filtre pour n'être sensible qu'au rouge, vert ou bleu. La tension électrique produite par chaque photosite est convertie en valeur numérique et transmise au microprocesseur de l'appareil photo puis stockée sous forme de 0 et de 1.

ATTENTION : Un **photosite est différent d'un pixel**, car un photosite ne peut être sensible qu'à l'une des trois couleurs rouge, vert ou bleu, mais un pixel est un carré qui peut avoir une couleur parmi des millions possibles. Plusieurs photosites se combinent pour former un pixel, et la quantité de rouge, de vert et de bleu détermine la couleur finale du pixel.

Un **pixel** (qui vient de « picture element » en anglais) est donc un élément constitutif d'une image numérique. Une photo numérique est un rectangle contenant des millions de pixels (aujourd'hui, car la première image numérique en 1975 était un carré de 100 pixels sur 100 pixels...).

Les **dimensions** (appelé aussi « la définition ») d'une photo numérique sont, par exemple, 6000 x 4000 pixels pour une photo numérique de 24 mégapixels (24 mégapixels car $6000 \times 4000 = 24\,000\,000$ et « méga » est le préfixe de « millions »).

Chaque pixel a donc une seule couleur, qui peut être choisie parmi des millions de couleurs possibles. En fait, **le nombre de couleurs possibles dépend du nombre d'octets accordé à chaque pixel**.

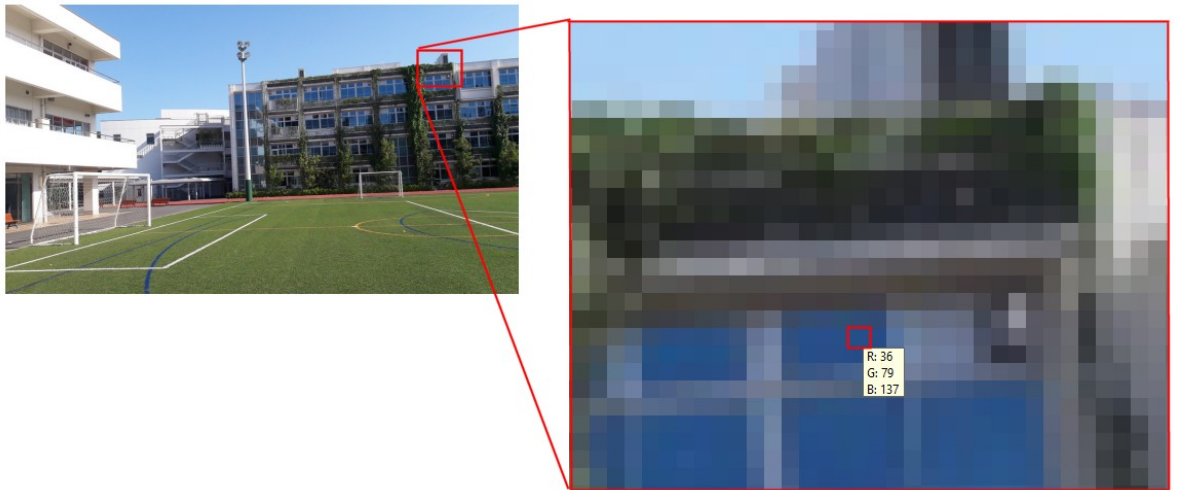
Les images en « **niveaux de gris** » (abusivement appelées « noir et blanc ») **utilisent un seul octet par pixel**, or on a vu dans le préambule de ce cours, qu'un octet représente un nombre binaire allant de 0 à 255 (car $00000000_2 = 0_{10}$ et $11111111_2 = 255_{10}$). Donc en réalité une image en « niveaux de gris » n'a que 256 niveaux de gris possibles.



Voici les 256 niveaux de gris possibles qui composent cette image

Les images en **couleurs utilisent généralement 3 octets par pixels**, afin de coder la quantité de rouge, de vert et de bleu. Comme chacune de ces trois couleurs est codée par un octet, et qu'un octet vaut de 0 à 255, alors il y a 256 niveaux de rouge possibles, 256 de vert et 256 de bleu. On appelle cette technique le « codage RVB » (ou « RGB » en anglais)

Par exemple, ce pixel bleu de la fenêtre du lycée :





Ce pixel est bleu car il contient un niveau 36 de rouge, 79 de vert et 137 de bleu (sur un total de 256 niveau possible pour chacune de ces trois couleurs).


Ce nombre d'octets accordé à chaque pixel s'appelle « **la profondeur de couleur** », donnée en bits, donc les images en niveaux de gris correspondent à une profondeur de couleur de 8 bits, et une image en couleurs a une profondeur de couleur de 24 bits (car $3 \text{ octets} \times 8 \text{ bits} = 24 \text{ bits}$)

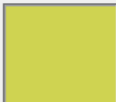
[Cliquer ici pour un simulateur de synthèse additive des couleurs](#)


On remarquera que si il y a 256 niveaux de rouge, 256 de vert et 256 de bleu, cela donne un total de $256^3 = 16\,777\,216$ couleurs possibles pour chaque pixel, beaucoup plus que le nombre de couleurs qu'un œil humain est capable de percevoir.


Red:	<input type="text" value="255"/>	
Green:	<input type="text" value="0"/>	
Blue:	<input type="text" value="0"/>	
HTML code: <input type="text" value="#FF0000"/>		

Red:	<input type="text" value="255"/>	
Green:	<input type="text" value="192"/>	
Blue:	<input type="text" value="192"/>	
HTML code: <input type="text" value="#FFC0C0"/>		

Red:	<input type="text" value="64"/>	
Green:	<input type="text" value="64"/>	
Blue:	<input type="text" value="255"/>	
HTML code: <input type="text" value="#4040FF"/>		

Red:	<input type="text" value="207"/>	
Green:	<input type="text" value="211"/>	
Blue:	<input type="text" value="81"/>	
HTML code: <input type="text" value="#CFD351"/>		

Red:	<input type="text" value="192"/>	
Green:	<input type="text" value="0"/>	
Blue:	<input type="text" value="192"/>	
HTML code: <input type="text" value="#C000C0"/>		

Red:	<input type="text" value="15"/>	
Green:	<input type="text" value="129"/>	
Blue:	<input type="text" value="15"/>	
HTML code: <input type="text" value="#0F810F"/>		

On remarquera aussi dans les exemples précédents qu'il existe un « HTML Code », qui correspond à un nombre écrit en écriture Hexadécimale (base 16) et qui est utilisé en programmation de pages internet notamment (voir les exercices pour plus d'informations sur ce système hexadécimal).

Enfin, le « **format** » d'une image numérique définit la façon dont est stocké le fichier numérique dans un ordinateur, nommé avec une extension du type .jpg , .gif , .png , .tiff .raw , etc. Ces différents formats correspondent généralement à des systèmes de **compression**.

Comprimer une image, c'est trouver un système qui permet d'utiliser moins d'octets pour son stockage, tout en conservant une qualité suffisante pour la photo numérique.

Prenons un exemple simple : Une image couleur carrée de 1000 x 1000 pixels.

Cette image a donc 1 000 000 de pixels au total. Si chaque pixel utilise 3 octets pour indiquer sa couleur, alors on utilise un total de 3 000 000 d'octets pour stocker les informations (en arrondissant, car il y a quelques informations supplémentaires qui occupent quelques octets, comme les dimensions, les métadonnées (voir la suite du cours pour cette notion)).

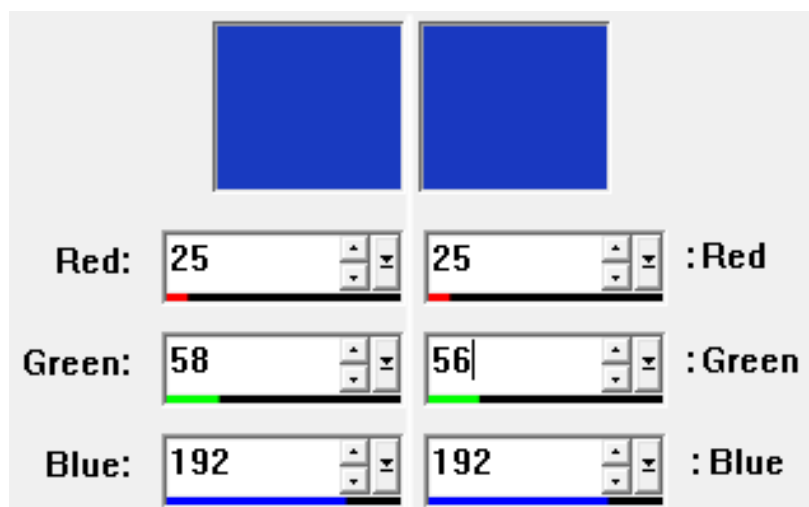
Donc cette image occupe sur un disque dur un espace de 3 000 000 octets, soit

$$\frac{3000000}{2^{10}} = 2929,7 \text{ Ko ou } \frac{2929,7}{2^{10}} = 2,86 \text{ Mo.}$$

Un système de compression va donc chercher à utiliser moins d'information pour stocker l'image.

Un des systèmes les plus répandus est le « jpeg » (acronyme de « Joint Photographic Experts Group ») ou « jpg », qui utilise le fait que l'œil humain ne perçoit pas les très faibles variations entre deux couleurs très proches.

Par exemple, en informatique ces deux couleurs ci-dessous sont différentes :



Mais l'œil humain ne perçoit pas la différence entre les niveaux 58 et 56 de vert. Donc le système de compression va remplacer des pixels qui ont des couleurs très proches mais différentes par des pixels de la même couleur, économisant ainsi la quantité d'informations à stocker.

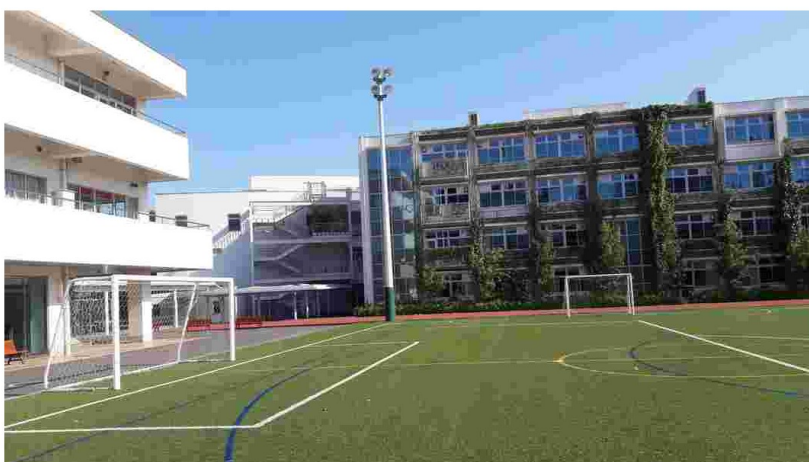
Par exemple, regardons ci-dessous l'effet de la compression d'une image sur sa qualité (la première est comprimée à 10 %, la 2^e à 30 % et la dernière à 90%) :



Poids de l'image :
271 Ko



Poids de l'image :
101 Ko



Poids de l'image :
25 Ko

On voit clairement que la dernière image est trop comprimée, cependant les deux premières images (si on ne zoom pas dessus) semblent identiques, et pourtant il y a une différence de poids entre les deux. Cette différence de poids va influencer le temps nécessaire pour la télécharger, pour l'envoyer par email, pour la publier sur un réseau social ou pour la stocker.

Exercices :

1. Une image numérique a pour dimensions 3810 x 2540 pixels.
 - a) Quel est le nombre total de pixels ?
 - b) Si l'image est en niveaux de gris, codée en 8 bits, et non-comprimée, quel est son poids (en octets, Ko et Mo) ?
 - c) Si l'image est en couleurs, codée en 24 bits, et non-comprimée, quel est son poids (en octets, Ko et Mo) ?
 - d) On divise par 4 les dimensions de cette image en couleurs, sans la compresser. Quel est le poids du nouveau fichier obtenu (en octets, Ko et Mo) ?
2. On scanne une image en résolution de 300 dpi (« dots per inch », cela veut dire qu'un pouce de l'image contient 300 pixels). On rappelle que 1 pouce = 2,54 cm.
 - a) Si c'est une image de taille A4 (21cm x 29,7 cm), combien de pixels aura cette image numérique ?
 - b) L'image numérique obtenue a pour dimensions 1200 x 1800 pixels. Quelles étaient des dimensions de l'image scannée (en cm, arrondies à 0,01 près) ?
3. Pour avoir une bonne qualité d'impression, on doit imprimer dans une résolution d'au moins 300 dpi.
 - a) Trouvez (sur internet ou dans les propriétés de votre smartphone) les dimensions, en pixels, d'une photographie numérique prise par votre appareil. Si vous n'avez pas de smartphone, effectuez cette recherche sur internet avec un modèle de votre choix.
 - b) Quelle taille de photographie imprimée peut-on obtenir si on imprime dans la résolution de 300 dpi ?
4. Rechercher sur internet des informations techniques sur les capteurs de ces différents objets numériques (taille en cm ou mm, nombre de pixels, taille des pixels, etc...) :
 - a) Smartphone Samsung S8
 - b) Appareil photographique Reflex Nikon D850
 - c) Appareil photographique Hasselblad H6D (appareil qui possède le capteur le plus grand du Monde)