

L'image numérique

La définition du terme « image » lui-même, telle qu'elle est donnée par exemple par le Petit Robert, englobe une multitude de significations distinctes. Cela va de la « reproduction exacte ou représentation analogique d'un être, d'une chose », à la « représentation mentale d'origine sensible » ou à des concepts plus physiques comme un « ensemble des points » où vont converger des rayons lumineux (cas des images optiques).

Définition de l'image numérique

Le terme d'image numérique désigne, dans son sens le plus général, toute image qui a été acquise, traitée et sauvegardée sous une forme codée représentable par des nombres (valeurs numériques).

La numérisation est le processus qui permet de passer de l'état d'image physique (image optique par exemple) qui est caractérisée par l'aspect continu du signal qu'elle représente (une infinité de valeur dans l'intensité lumineuse par exemple), à l'état d'image numérique qui est caractérisée par l'aspect discret (l'intensité lumineuse ne peut prendre que des valeurs quantifiées en un nombre fini de points distincts).

C'est cette forme numérique qui permet une exploitation ultérieure par des outils logiciels sur ordinateur.

Formalisation

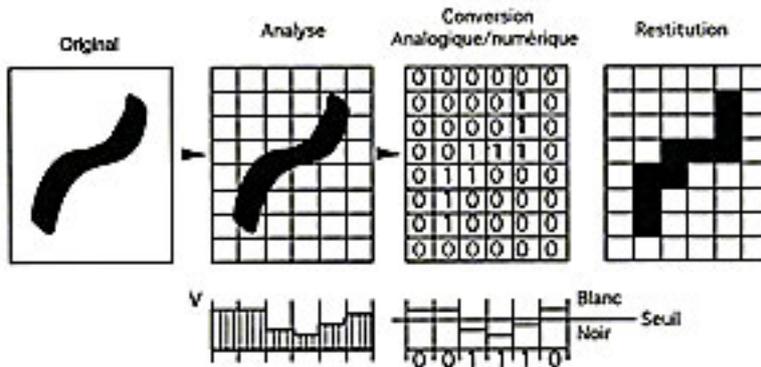
Du point de vue mathématique une image optique est généralement représentée par une fonction bidimensionnelle représentant des caractéristiques particulières du signal lumineux de l'image en chaque point de son espace (intensité, couleur,...).

Le passage à une représentation numérique se fait en réalisant une discrétisation des coordonnées spatiale de ce signal dans les deux dimensions de l'image (donnant la définition de l'image), et une discrétisation du signal par un échantillonnage (quantification) codé numériquement avec une certaine précision (nombres codés sur un certain nombre de bits). L'image est donc constituée par un ensemble régulier d'éléments appelés « pixels » (contraction du terme anglo-saxon « picture elements ») et est elle-même généralement appelée image « bitmap » (contraction du terme anglo-saxon « bits mapped ») .

La représentation la plus courante est celle d'une trame régulière de points selon deux axes orthogonaux qui forme une représentation sous forme de matrice, mais d'autres représentations existent comme l'échantillonnage selon une trame hexagonale.

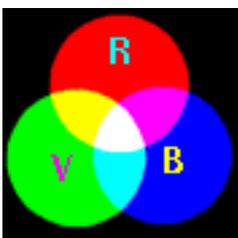
Le nombre de bits accordé à l'échantillonnage du pixel détermine la précision numérique de la représentation. Un seul bit ne permet de ne représenter que des valeurs purement monochromes (noir ou blanc),

tandis qu'un nombre plus élevé permet de coder un nombre plus important de niveaux de gris ou de couleurs distincts.

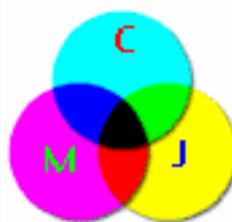


Un système de codage de la couleur, couplé à celui de la représentation des niveaux de luminosité, doit être employé pour représenter les informations concernant la colorimétrie. De nombreux systèmes de codage ayant leurs particularités propres existent, comme par exemple:

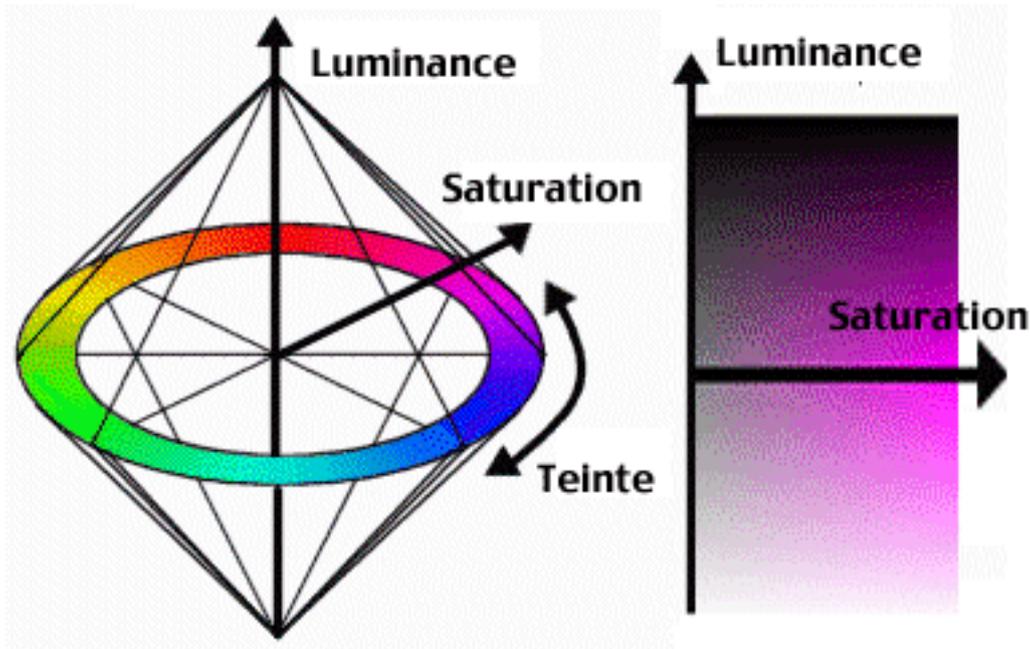
- RGB (ou RVB) : basé sur un mélange additif (combinaison de rayons lumineux) de trois couleurs primaires (Rouge, Vert, Bleu)
- CMYK ou (CMJN): basé sur un mélange soustractif (combinaison de pigments colorés) de trois couleurs primaires (Cyan, Magenta, Jaune) et du noir.
- HLS (ou TLS): basé sur la perception physiologique de la couleur par l'œil humain (Teinte, Luminance, Saturation).



codage RGB
(Red-Green-Blue)



codage CMYB
(Cyan-Magenta-Yellow-Black)



codage HLS
(Hue, Luminance, Saturation)

Le codage le plus répandu en traitement numérique des images est le codage RGB car il correspond directement aux systèmes d'affichage typiquement utilisé en informatique graphique (affichage sur un écran), et est plus simple à manipuler au niveau des opérations de combinaison de couleur.

Relations analogique/numérique

La fidélité de la représentation fournie par l'image numérique par rapport à l'image modèle analogique dépend de nombreux paramètres très liés entre eux : la résolution, la définition, l'échantillonnage, la qualité de stockage.

La résolution

La discrétisation des coordonnées spatiales détermine la précision de la représentation des détails de l'image.

La résolution est le nombre de pixels par unité de longueur dans cette image. Plus la résolution est élevée (plus le pas de discrétisation est faible), mieux les détails seront représentés. A titre indicatif, le théorème de Shannon indique qu'il est nécessaire d'utiliser une fréquence d'échantillonnage deux fois plus élevée que celle du signal à représenter. La résolution d'image se mesure en "pixels par pouce" (ppp) équivalent à "dots per inch" (dpi).

Les images suivantes illustrent l'influence de la résolution sur la qualité de l'image (par commodité, elles sont affichées à la même dimension). La



STUDIO MAISON BLANCHE
www.smb-formation.com

L'IMAGE NUMERIQUE

Version du
26/01/2021

première est considérée comme étant en résolution maximale (pleine résolution). Pour chaque image qui se suivent, la résolution est divisée à chaque fois par 2. Au fur et à mesure, les détails de plus en plus fins disparaissent (lames des volets, cadre, fenêtre,...).



Image en pleine résolution



Image en 1/2 résolution



Image en 1/4 résolution

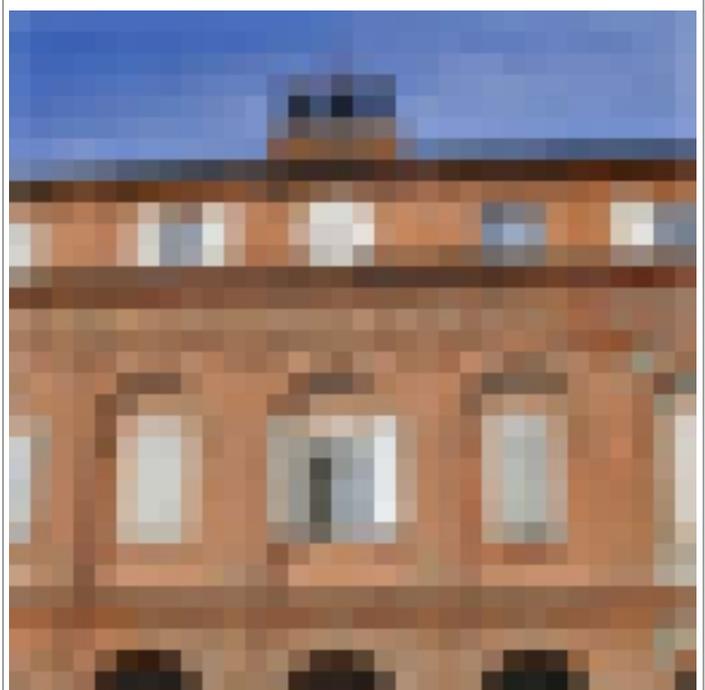


Image en 1/8 résolution

La définition (dimension de l'image)

La définition de l'image bitmap est le nombre fixe de pixels qui est utilisé pour représenter l'image dans ses deux dimensions. Pour une image analogique donnée, plus la définition est grande, plus la précision des détails sera élevée. Ce nombre de pixels détermine directement la taille des informations nécessaire au stockage de l'image (du fichier numérique brut). La dimension, en pixels, détermine le format d'affichage à l'écran (la taille des pixels e l'écran étant fixe).



Image en pleine taille 256x256



Image en taille 128x128

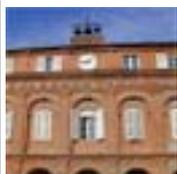


Image en taille 64x64



Image en taille 32x32

Il est à remarquer que, contrairement à la perception visuelle que l'on peut en avoir, ces images contiennent respectivement autant d'informations que les images précédentes.

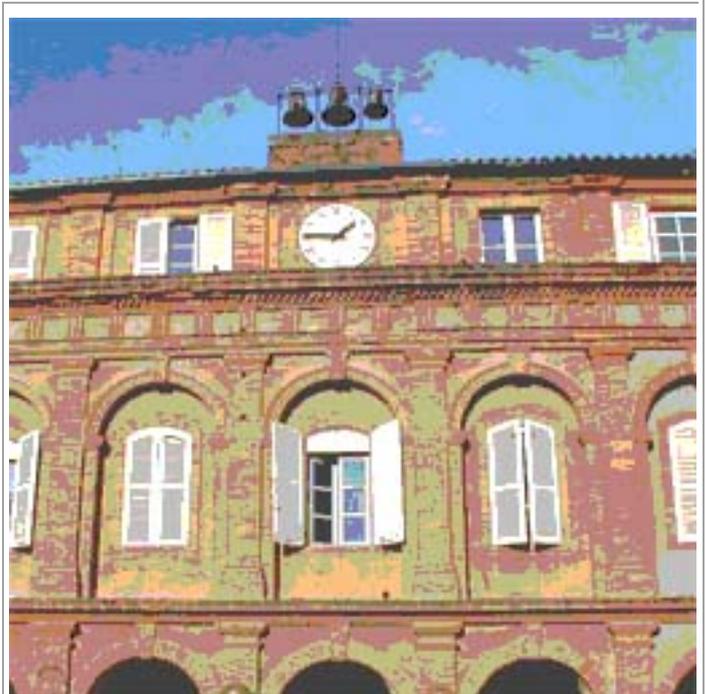
L'échantillonnage (quantification)

La quantification détermine la qualité de l'échantillonnage du signal. Celui-ci se mesure en nombre de bits par pixel de l'image (bpp). La précision du rendu colorimétrique de l'image dépend du nombre de niveaux du signal pouvant être codés pour chaque pixel. Les valeurs les plus courantes sont 8 bits/pixel pour les images en niveaux de gris (256 niveaux de gris) et 24 bits/pixels, c'est à dire 8 bits par composantes primaires, pour les images en couleur (plus de 16 millions de couleurs distinctes).

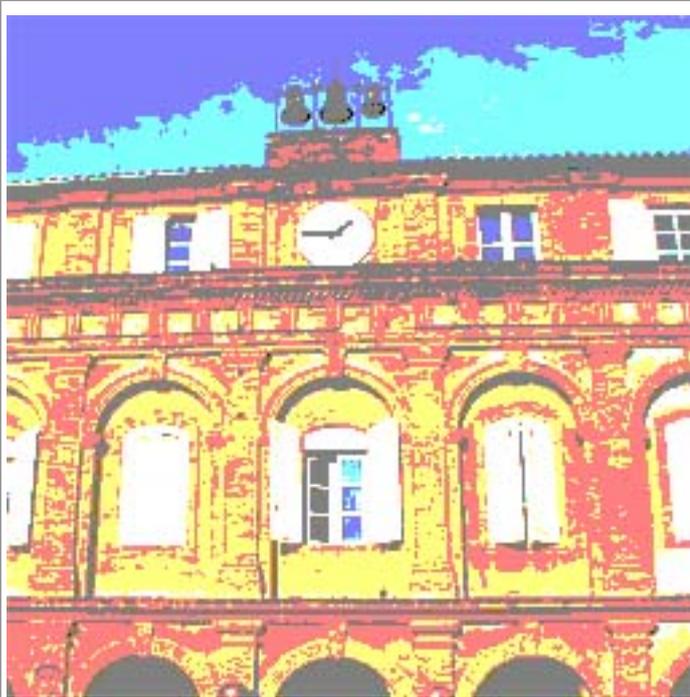
Les images suivantes illustrent l'influence de la quantification (nombre de bits pour le codage de chaque composante primaire) sur la qualité de l'image. Par rapport à l'image originale codée sur 8 bits par composante, la dégradation est progressive jusqu'à atteindre une image qui est "monochrome" dans chacune des couleurs primaires (image retravaillée en contraste).



Quantification 4 bits/composante



Quantification 3 bits/composante



Quantification 2 bits/composante



Quantification 1 bit/composante

Certaines techniques de tramage permettent d'augmenter artificiellement le nombre de couleurs restituées sur le plan de la perception visuelle. Cela se réalise en mettant à profit la densité d'information spatiale (résolution de l'image) et les limites de l'acuité visuelle pour créer artificiellement de nouvelles couleurs perçues, mais au détriment de la résolution résultante et de la qualité intrinsèque du signal contenu dans l'image. Il est possible d'utiliser, par exemple, un tramage de diffusion (régulier ou aléatoire) permettant de répartir les erreurs colorimétriques par rapport à l'image modèle sur des pixels adjacents.



Exemple d'image utilisant une quantification de 1 bit/composante primaire (8 couleurs réelles)



Détail de l'image précédente

La qualité de stockage

Le volume des informations qu'il est nécessaire de stocker pour représenter l'image peut être très important, surtout dans le cas de l'utilisation d'images en haute résolution. Des techniques de compression doivent souvent être mises en place pour diminuer ce volume tout en conservant une certaine qualité de représentation. Il existe des techniques de compression non destructives (basées sur des compressions de données sans perte d'informations et qui conservent l'intégralité du signal) et des techniques destructives qui augmentent le taux de compression au prix d'une dégradation (généralement paramétrable) de la qualité de l'image.

Un exemple de technique de compression destructive couramment utilisée est la compression JPEG. Les images suivantes illustrent l'influence de la qualité de compression (en général paramétrable) sur la qualité de l'image par rapport à l'image d'origine. Pour information, la taille de l'image originale est de 256x256 pixels ce qui représente, avec un codage prenant 3 octets par pixel, une taille de 196 Ko.



STUDIO MAISON BLANCHE
www.smb-formation.com

L'IMAGE NUMERIQUE

Version du
26/01/2021



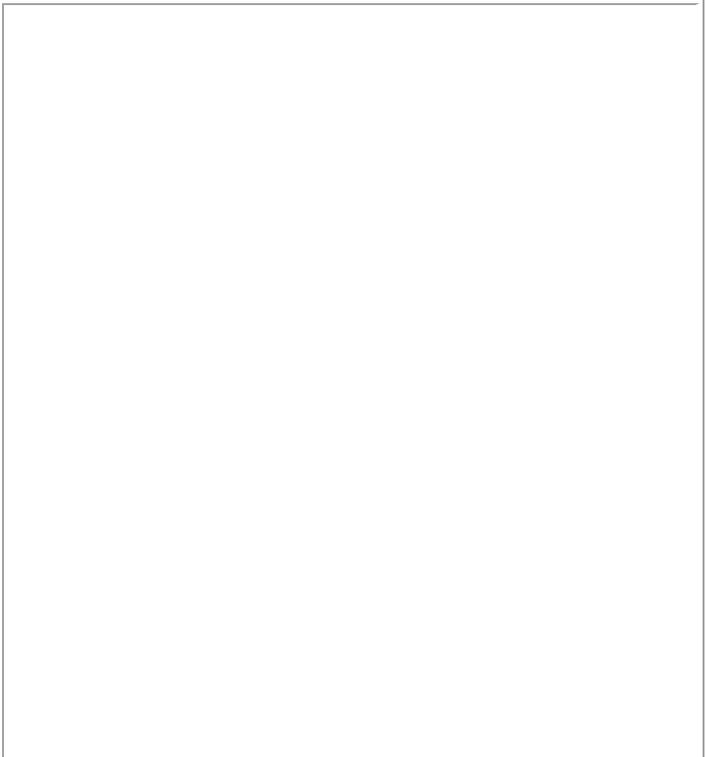
JPEG-Qualité "normale"
Taille : 22,2 Ko



JPEG-Qualité "moyenne"
Taille: 18,7 Ko



JPEG-Qualité "basse"
Taille: 17 Ko



Avec l'augmentation du taux de compression, un certain nombre de défauts (des "artefacts") commencent à apparaître progressivement. Ce genre de techniques de compression ne sont donc utilisées que dans le cas où les contraintes de stockage sont inévitables (taille des supports de stockage trop petite, ou rapport prix/taille trop élevé par exemple), et sont donc généralement intégrées dans la plupart des dispositifs d'acquisition d'images numériques (appareils photographiques numériques grand public). Pour minimiser la dégradation des images au niveau de la prise de vue utilisant des appareils photographiques plus évolués, des formats natifs (dits format RAW) permettent de coder directement, sans compression ni traitement du signal, les informations provenant du capteur (CCD) de l'appareil. Leurs seuls inconvénients sont la taille des fichiers correspondants, le temps de stockage nécessaire plus important lors de la prise de vue et le fait que leur format "propriétaire" nécessite un logiciel de décodage spécifique.

La compression destructive des images est à éviter par la suite dans le cadre de traitements numériques ou de stockages ultérieurs en privilégiant alors des formats non destructifs (comme le TIFF, PNG, BMP, PICT, etc.) pour éviter de dégrader inutilement les images.