

Bits, bytes, octets, 8-bit, 16-bit,...

Aucune reproduction sans autorisation expresse et écrite de l'auteur (Patrick Philippot)

La compréhension de certaines fonctionnalités de nos APN et des logiciels de traitement d'image nécessite une connaissance basique du calcul binaire et de la manière dont les données sont représentées en technologie numérique. Le but de cet article est de donner à ceux qui ne sont pas familiers avec ces notions les éléments nécessaires à leur maîtrise.

Bits, bytes, octets, kilooctets, mégaoctets,...

Dans tout dispositif numérique (ordinateur, APN, téléphone portable,...), l'élément le plus petit qui sert à représenter une information est une position mémoire qui ne peut prendre que 2 valeurs : 0 ou 1. C'est la base de tout le système dit binaire (ainsi nommé puisque l'élément de base ne peut se trouver que dans 2 états différents). Quand il a écrit « Il faut qu'une porte soit ouverte ou fermée », Alfred de Musset a jeté les bases du système binaire.

Cette « position binaire » s'appelle un **bit**. C'est l'abrégié de « **binary digit** ».

Pour des raisons pratiques, les programmeurs (et les ordinateurs) n'utilisent pas directement le bit comme base de travail mais un « paquet » de 8 bits que l'on appelle l'**octet** (ou le **byte** en anglais). Cela est dû au fait que les programmeurs ne calculent pas avec le système décimal que nous connaissons tous (basé sur 10 chiffres de 0 à 9) mais avec le système hexadécimal (basé sur 16 chiffres de 0 à F : 0, 1, ..., 8, 9, A, B, C, D, E, F – A = 10, B = 11, ... F = 15).

Une valeur quelconque sera donc représentée au minimum par un octet (ou par un multiple d'octets). Le bit est très limité puisqu'il ne peut représenter que les valeurs 0 et 1. Si on utilise un paquet de 8 bits, les possibilités sont déjà plus grandes : chacun des 8 bits de l'octet pouvant prendre la valeur 0 ou 1, il y a en fait **256 combinaisons** possibles (de 0 à 255). Exemples :

```
00000000 = 0
00000001 = 1
00000010 = 2
00000011 = 3
00000100 = 4
00000101 = 5
...
00010110 = 22
00010111 = 23
...
11111110 = 254
11111111 = 255
```

Avec 1 octet je peux donc représenter toute valeur de 0 à 255. En fait, le nombre de valeurs que je peux représenter avec une série de **n** positions binaires est égal à 2^n (2 puissance n), c'est-à-dire 2 multiplié n fois par lui-même. $2^8 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$.

Un octet (8 bits), c'est toujours un peu limité, c'est pourquoi on utilisera le plus souvent des « paquets » de bits un peu plus grands. Quand on dit que l'on travaille en mode « 16-bit » (l'expression avec tiret étant anglaise, on ne met pas de s à bit), cela signifie que l'on représente les données sur 2 octets. Cela permet de représenter des valeurs de 0 à 2^{16} , c'est-à-dire 65536 valeurs différentes. En mode « 32-bit », je peux donc représenter 2^{32} valeurs différentes soit 4 294 967 300 valeurs, ce qui est déjà plus confortable.

Comme en général nous devons stocker dans nos fichiers de données (documents, images, etc.) de nombreuses valeurs, ces fichiers contiendront des ensembles de ce que l'on appellera dans le jargon informatique des mots, chacun de ces mots ayant une taille de 1 octet (8 bits) ou de 2 octets (16 bits) ou de 4 octets (32 bits), etc. Quand on parle de la taille d'un fichier, on parle toujours du nombre **d'octets** qu'il contient en faisant abstraction du mode de représentation utilisé (8-bit, 16-bit ou 32-bit). On compte simplement le nombre d'octets. Un paquet de **1024 octets** est appelé un **kiloctet** (kilobyte ou **Ko** ou **Kb**). Un paquet de **1024 kiloctets** est appelé un **mégaoctet** (megabyte ou **Mo** ou **Mb**). Un paquet de **1024 mégaoctets** est un **gigaoctet** (gigabyte, **Go** ou **Gb**). Enfin, un paquet de **1024 gigaoctets** est un **téraoctet** (terabyte ou **To** ou **Tb**). Par exemple, un fichier de 20 Mo (20 mégaoctets) contient $20 \times 1024 \times 1024 = 20\,971\,520$ octets et donc $167\,772\,160$ bits.

Bits et couleurs

Quand dans un logiciel de traitement d'images, on vous dit qu'une image est traitée en mode **8-bit**, cela signifie que le logiciel affecte – pour chaque pixel - 1 octet à chaque canal couleur (rouge, vert et bleu). Chaque composante couleur peut donc prendre 256 valeurs différentes (de 0 à 255). On peut donc représenter en tout $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ couleurs.

En mode 16-bit, on pourra représenter $65536 \times 65536 \times 65536$, soit en théorie quelques milliards de possibilités, ce qui dépasse largement nos besoins. Dans ce cas, on utilise seulement une partie des 16-bit pour représenter chaque canal et le reste est utilisé pour représenter d'autres informations comme par exemple la transparence du pixel.

Bits et capteurs

Si vous consultez la documentation technique de votre APN, vous trouverez certainement une information sur la « profondeur en bits » utilisée par le capteur pour représenter chaque pixel : en général 12-bit ou 14-bit. Il y a très souvent des confusions à ce propos car au moment de la capture de l'image, le photosite qui capture un point de l'image sur le capteur ne peut pas encore être considéré comme un pixel. La couleur d'un pixel est représentée par 3 valeurs (R, V et B) mais à la prise de vue, chaque point de l'image n'est représenté que par une seule valeur : sa luminance.

Le capteur ne sait pas capturer pour un point donné les 3 valeurs Rouge, Vert et Bleu qui représentent ce point. Il ne capture qu'une seule couleur (*relire SVP l'article du bulletin de février 2011 sur le dématricage*). Au moment de l'illumination, le capteur enregistre une donnée analogique (le courant généré par les photons arrivant sur le photosite) et transforme cette valeur analogique (une intensité de courant) en valeur binaire par le biais d'un convertisseur analogique/digital (ADC – Analog Digital Converter). La valeur binaire résultante est, selon le capteur, stockée sur 12-bit ou 14-bit (en général). Mais cette valeur ne représente qu'une seule couleur. C'est le processus de dématricage (qui

a toujours lieu que vous utilisiez le format JPEG ou le format RAW – dans le premier cas ça se passe dans votre APN et dans le second dans votre logiciel) qui va au final affecter, par interpolation, un ensemble de 3 valeurs (rouge, vert et bleu) à chaque photosite. Selon le logiciel utilisé et les options que vous aurez choisies, ces composantes RVB seront chacune codées sur 8 bits ou sur 16 bits.

Bits et logiciels

La profondeur en bit de chaque photosite du capteur (12 bits ou 14 bits) n'a donc a priori rien à voir avec le codage 8-bit ou 16-bit obtenu après dématricage. Si l'image finale est représentée en mode 16-bit par canal, il est bien évident que l'on se trouve en situation de surcapacité puisque le capteur fournit au mieux des informations sur 14-bit (dans le cas général).

Faut-il en déduire que travailler en mode 16-bit dans Photoshop ou dans votre logiciel favori ne sert à rien ? Sûrement pas.

Tout d'abord, passer en mode 8-bit signifie que vous renoncez à une partie des informations collectées par le capteur en arrondissant certaines valeurs (sauf si le capteur est limité à 8 bits). Mais de toute évidence, si le capteur travaille en 14-bit et le logiciel en mode 16-bit, on objectera qu'il y a 2 bits superflus. C'est exact. Mais pour les programmeurs, travailler sur des entités qui ne sont pas des multiples entiers d'octets est un véritable cauchemar. Non seulement cela leur compliquerait énormément la vie mais cela ralentirait fortement les calculs. Dans un ordinateur, on ne sait pas représenter et traiter efficacement des données codées sur un nombre de bits qui n'est pas un multiple de 8 (sauf à utiliser des processeurs spécialisés, ce qui est hors-sujet ici).

On profitera en général de l'espace supplémentaire pour stocker des données complémentaires qui s'avèreront souvent très utiles.

Par ailleurs, le mode 16-bit permet de travailler sur des données dont l'étendue est plus large. Cela permet de faire des calculs plus précis qu'en mode 8-bit avec pour avantage de mieux combattre la génération d'artefacts, problème bien connu en photographie numérique (apparition de ruptures brutales dans les dégradés de couleur, de zone d'aplatissement sans nuances, etc.).

Et pour finir le 64-bit

Le travail d'un ordinateur est à la base quelque chose de très primitif. Il va chercher en mémoire, à une adresse donnée, une information dont il a besoin pour un calcul, il effectue ce calcul et stocke le résultat à une autre adresse.

Le nombre de données manipulables simultanément dépend donc directement du nombre d'adresses disponibles. Et ce nombre d'adresses dépend de la taille du « mot » utilisé pour définir l'adresse. Du temps de Windows 3.1, on utilisait des mots de 16 bits. Le plus grand espace adressable d'un seul tenant était donc de 64 Ko. Quand nous sommes passés au 32-bit, l'espace adressable maximum est lui-même passé à 4 Gb (en fait seulement – pour Windows - 2 Gb pour les programmes et 2 Gb pour le système). Ce qui est suffisant pour beaucoup d'applications.

Mais avec des appareils qui nous sortent maintenant des fichiers RAW de 15 à 30 Mo, compte tenu des calculs très intensifs qu'il faut réaliser sur ces données et de la taille

énorme des fichiers de sortie dans certains formats comme le TIFF, cet espace disponible de 2 Gb est devenu trop restreint et des logiciels comme Photoshop, Lightroom ou DxO commencent à s'y sentir à l'étroit.

Arrivent donc les systèmes d'exploitation 64-bit qui permettent d'utiliser un espace adresse gigantesque (à condition d'équiper son système avec suffisamment de barrettes mémoire) et de résoudre ce problème. Les versions 64-bit de ces logiciels sont disponibles. Il est évident qu'à terme, tous les photographes passeront aux systèmes 64-bit. Le seul problème est que nous sommes actuellement dans une période transitoire et que de nombreux périphériques existants ne sont pas encore supportés en mode 64-bit (et ne le seront probablement jamais, il faut faire marcher le commerce, nous dit-on). Le passage au 64-bit implique donc souvent soit un changement d'ordinateur et de certains périphériques, soit pour les machines disposant d'un processeur supportant le 64-bit, d'une revue complète des périphériques et leur remplacement s'ils ne fonctionnent pas avec un OS 64-bit.

Passer au 64-bit pour l'OS ne veut pas dire que les logiciels de traitement d'image comme Photoshop vont proposer un mode de traitement encore plus étendu que le 16-bit (qui est déjà largement suffisant). Simplement, ils pourront charger simultanément en mémoire de plus grandes quantités d'informations et donc travailler beaucoup plus vite. De même, on pourra par exemple utiliser Photoshop depuis Lightroom sans se trouver contraint par la mémoire disponible.

J'espère que ces quelques pages auront aidé certains d'entre vous à y voir plus clair. Si ce n'est pas le cas, je suis à votre disposition pendant les permanences.

Patrick

PS : *Retour d'expérience sur le 64-bit*

Beaucoup d'entre nous sont maintenant équipés en 64-bit. On peut constater qu'un système comme Windows 7 se débrouille très bien avec les applications 32-bit et 64-bit. Les seuls problèmes résiduels (mais de moins en moins fréquents) sont les suivants :

- Une application 32-bit ne peut pas utiliser des pilotes de périphériques 64-bit et inversement. Quand on migre vers le 64-bit, on ne change pas pour autant tous ses périphériques (scanners et imprimantes notamment). Mais les constructeurs n'ont guère intérêt au conservatisme et certains se sont abstenus, fort peu élégamment, de fournir les pilotes 64-bit pour les matériels ayant dépassé quelques années d'existence (alors que la conversion d'un pilote 32-bit en 64-bit ne pose guère de problème de codage). Selon les cas, le problème sera plus ou moins facile à régler si l'on veut éviter de renouveler le matériel. En ce qui concerne Windows, vous pouvez vérifier la compatibilité de votre matériel avec Windows 7 64-bit sur le site de Microsoft : <http://www.microsoft.com/windows/compatibility/windows-7/fr-fr/default.aspx> .
- Certains outils photographiques (comme certains plugins Photoshop par exemple) n'ont pas encore été migrés vers le 64-bit. Si ce n'est pas encore fait, c'est un signe de mauvaise santé de l'éditeur en question et il vaut mieux songer à une

solution de remplacement.

- Certaines applications sont incompatibles avec l'interface utilisateur des systèmes d'exploitation les plus récents. Si elles n'ont pas été mises à jour, même remarque que ci-dessus.

Patrick Philpott

www.ppphoto.fr