



Vous avez dit « Numérique » ?



Attention : Ce document est déposé.

Son usage est libre dans tous les
établissements d'enseignement.



Si vous souhaitez le dupliquer sur un site internet ou l'incorporer à une publication (sur papier ou numérique), vous devez obtenir préalablement l'accord de l'auteur ou des auteurs.

Vous avez dit « Numérique » ?

Ordinateur, Disque dur, CD, DVD, Disque BLU-RAY, Clé USB, Smartphone, Baladeur audio, Appareil photo, Caméscope ...

Tous ces appareils ont un point commun : ils utilisent le langage binaire.

Dans le cœur de l'ordinateur les opérations quelle que soit leur nature (texte, calculs, musique, image...) sont décomposées en un grand nombre d'opérations élémentaires faites en langage binaire (des « 0 » et des « 1 »).

La raison en est simple : pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïtés, et donc pas de risque d'erreur, l'ordinateur ne reconnaît que deux états :

« 0 » (pas de tension, une lampe serait éteinte)
« 1 » (tension existante, une lampe serait allumée)

De la même manière, sur un disque dur d'ordinateur (enregistrement magnétique), une zone élémentaire peut être sans aimantation (état 0) ou aimantée (état 1).

Sur un CD, un DVD, un disque « Blue Ray » les états « 0 » et « 1 » sont matérialisés par de microscopiques cuvettes gravées dans le support.

Les cartes mémoire des appareils photo, des caméscopes, comme les clés USB utilisent des « mémoires flash » où chaque cellule peut mémoriser un « 0 » ou un « 1 »

Comment peut-on coder en binaire ?

1 - Textes

C'est le plus facile : il suffit d'attribuer un code à chaque lettre de l'alphabet, chiffre ou signe de ponctuation.

C'est le code ASCII

(American Standard Code for Information Interchange)

L'ASCII définit seulement 128 caractères numérotés de 0 à 127 et codés en binaire de 0000000 à 1111111. Sept bits suffisent donc pour représenter un caractère codé en ASCII.

Le tableau ci-contre vous montre le codage pour les lettres écrites en majuscule.

Toutefois, les ordinateurs travaillant presque tous sur un multiple de huit bits (8 bits = 1 octet) depuis les années 1970, chaque caractère d'un texte en ASCII est souvent stocké dans un octet dont le 8^e bit est 0.

L'enregistrement d'un texte correspondra donc à l'enregistrement d'une suite de 0 et de 1 correspondants aux lettres, espaces, signes de ponctuation ou de mise en page (« à la ligne » par exemple) contenus dans le texte.

A	1000001
B	1000010
C	1000011
D	1000100
E	1000101
F	1000110
G	1000111
H	1001000
I	1001001
J	1001010
K	1001011
L	1001100
M	1001101
N	1001110
O	1001111
P	1010000
Q	1010001
R	1010010
S	1010011
T	1010100
U	1010101
V	1010110
W	1010111
X	1011000
Y	1011001
Z	1011010

Nota :

L'enregistrement d'un caractère se fait maintenant sur 1 octet (8 bits), ce qui permet deux fois plus de possibilités qu'avec 7 bits (256 codes différents au lieu de 128). Cela a permis l'apparition de nouvelles normes :

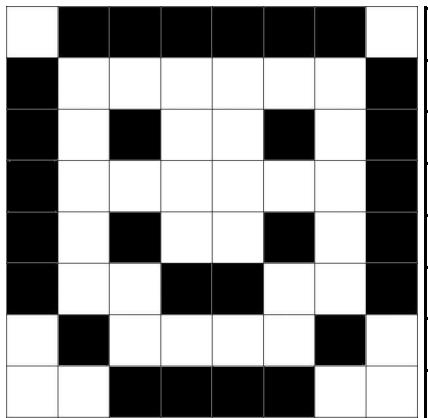
codage ISO-8859-1 qui utilise les caractères étendus (128 à 255) ainsi que du codage UTF-8 qui devient une norme internationale.

2 - Images

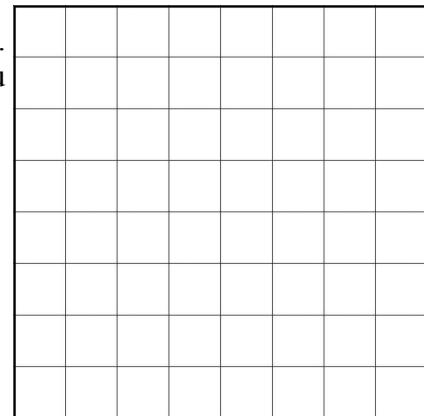
En photographie numérique, l'image est constituée de zones élémentaires (les pixels) de couleur uniforme.

Imaginons une image carrée de 64 pixels, en noir et blanc. Chaque zone élémentaire peut donc être blanche (code 0) ou noire (code 1)

Voici un exemple d'image et le codage binaire associé :

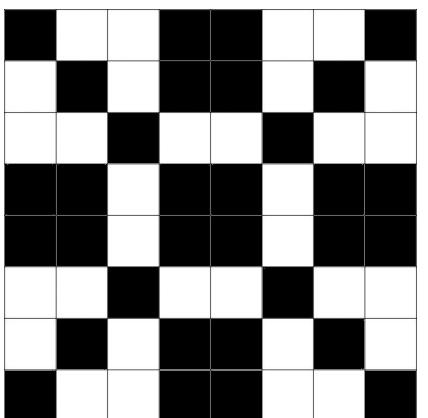


01111110
10000001
10100101
10000001
10100101
10011001
01000010
00111100

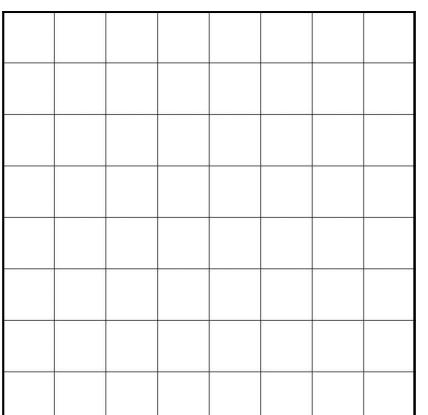


Il faut donc 64 chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire.

A vous d'essayer de coder une image



Ou de la décoder



00011000
01001000
00111110
00001001
00001000
00010100
00010100
00100100

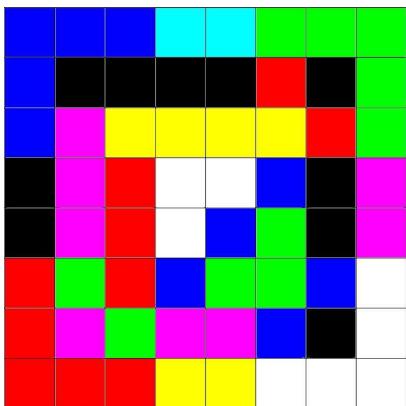
Et en couleurs ?

Imaginons une image ayant toujours 64 pixels, mais que chaque pixel puisse prendre 8 couleurs différentes codées comme ceci :

Pour coder une couleur parmi huit, un code binaire à 3 chiffres suffit.

Couleur	Code
	000
Red	001
Green	010
Blue	011
Cyan	100
Magenta	101
Yellow	110
Black	111

On peut donc coder une image comme ceci :



011 011 011 100 100 010 010 010
011 111 111 111 111 001 111 010
011 101 110 110 110 110 001 010
111 101 001 000 000 011 111 101
111 101 001 000 011 010 111 101
001 010 001 011 010 010 011 000
001 101 010 101 101 011 111 000
001 001 001 110 110 000 000 000

On a utilisé $64 \times 3 = 192$ chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire
Comme vous avez pu le constater, nos images sont vraiment très sommaires !

Les images de nos appareils photo contiennent des millions de pixels codés sur des millions de couleurs.

Le nombre de « 0 » et de « 1 » nécessaire pour « écrire » une image devient alors gigantesque !

Pour limiter ce nombre, les ingénieurs ont mis au point des systèmes de « compression » qui permettent d'obtenir des images de tailles différentes suivant l'usage que l'on veut en faire.
Par exemple, à la page suivante vous trouverez une image contenant 1 million de pixels, codée en « png » (c'est un système d'enregistrement de l'image) :

En 16 millions de couleurs, l'image est bonne mais il faut **11 198 464** chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire.

En 256 couleurs, l'image est acceptable si l'on ne cherche pas la haute fidélité (envoi par courriel par exemple), il faut **2 711 552** chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire.

En 16 couleurs, l'image est médiocre, mais il ne faut que **704 512** chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire.

En fonction de l'usage que l'on veut en faire, on choisira l'un ou l'autre de ces modes d'enregistrement.



Image 1 méga pixel
(1000 x 1000 pixels)

16 millions de couleurs

Codée en « png », elle « pèse » **1 367 kiloOctets**

1 367 kOctets, c'est-à-dire
 $1367 \times 1024 \times 8 = 11\ 198\ 464$
chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire



Image 1 méga pixel
(1000 x 1000 pixels)

256 couleurs

Codée en « png », elle « pèse » **331 kiloOctets**

331 kOctets, c'est-à-dire
 $331 \times 1024 \times 8 = 2\ 711\ 552$
chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire



Image 1 méga pixel
(1000 x 1000 pixels)

16 couleurs

Codée en « png », elle « pèse » **86 kiloOctets**

86 kOctets, c'est-à-dire
 $86 \times 1024 \times 8 = 704\ 512$
chiffres binaires (0 ou 1) pour la décrire

Il existe bien d'autres manières de coder une image : BMP, GIF, TIFF, JPEG, PNG, etc. apparues au cours de l'évolution des images numériques...

... mais c'est une autre histoire !

En plus des « 0 » et des « 1 » qui décrivent les pixels, le fichier image contient aussi des codes qui permettent à l'appareil de savoir qu'il s'agit d'une image et des données techniques (données EXIF) décrivant les conditions de prise de vue (date, heure, appareil, conditions de prise de vue, etc.).

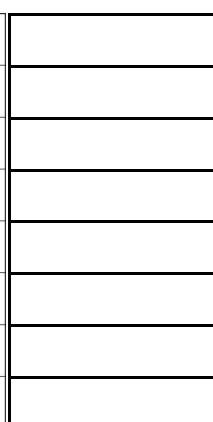
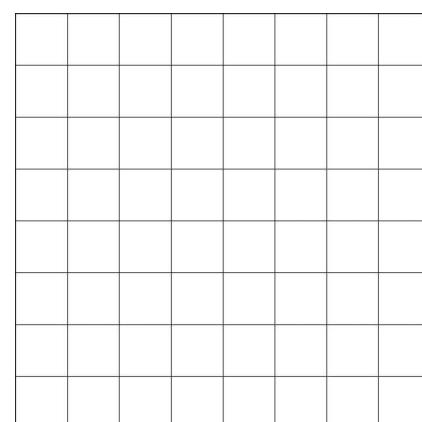
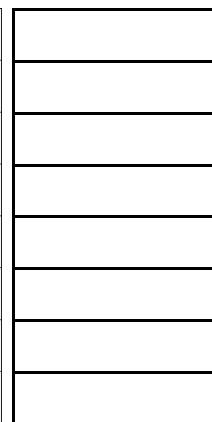
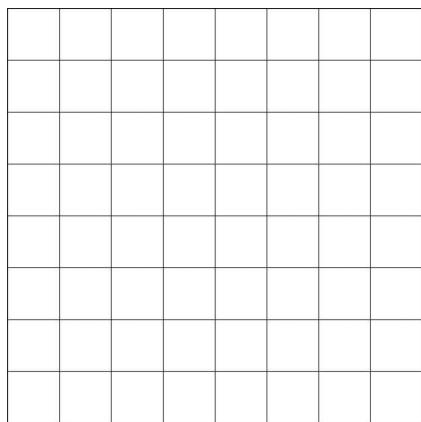
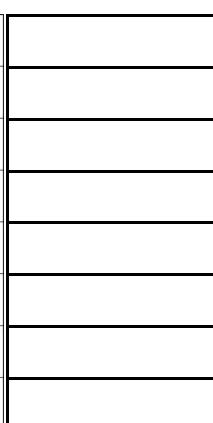
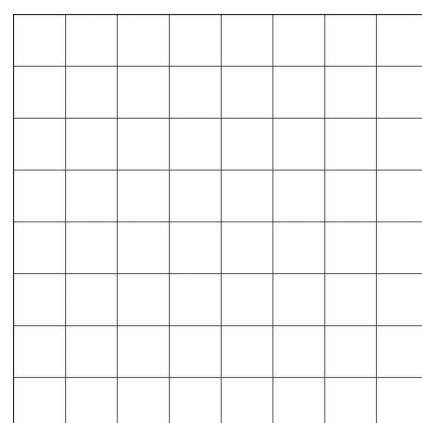
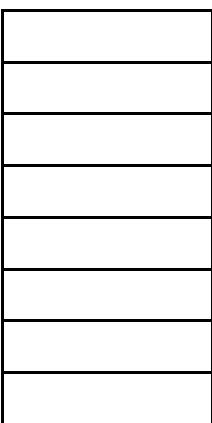
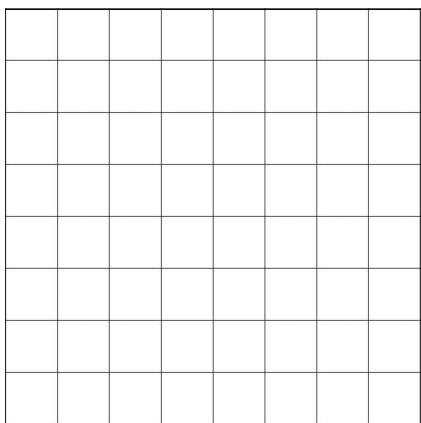
En vidéo, le principe est le même, (image décrite par des « 0 » et des « 1 »), mais avec 25 ou 30 images par seconde, plus le son, donc un nombre énorme de chiffres à enregistrer par seconde.

Fichiers et Attributs	
Nom:	IMG_7280.JPG [1 / 62]
Dossier:	D:\1_Photos\2012\120331\
Type:	JPEG Bitmap (JPEG) YCbCr
Taille:	5.37 MB
Date/heure:	2012-03-30 11:26:08
Attributs:	5184 x 3456 (17.92 MP) 24bit
Taille Impr.:	72.00 x 48.00 pouces , DPI 72 x 72 [DPI]
EXIF	
Histogramme	
Commentaires JPEG	
EXIF Metadata	
Fabricant	Canon
Modèle	Canon EOS 550D
Logiciel	
Date/Heure	2012-03-30 11:26:07
Temps d'exposition	1/400 sec
Programme d'exposition	Aperture priority
Bias Exposition	0 EV
Numéro F	F 16
Ouverture Max.	F 1
ISO Vitesse	ISO 400
Flash	Flash did not fire [off]
Longueur Focale	270 mm
35mm Equivalent	
Mode de mesure	Spot
GPS	

Pour vous amuser à coder ou décoder des images 64 pixels

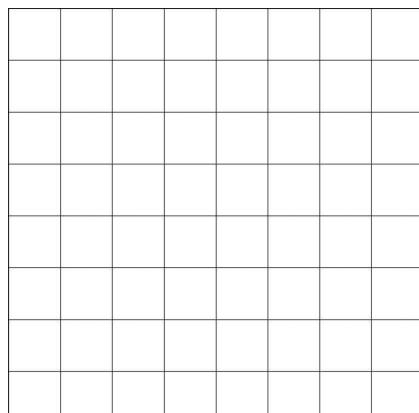
En noir (1) et blanc (0)

Couleur	Code
gris	
noir	1



Ou en couleurs

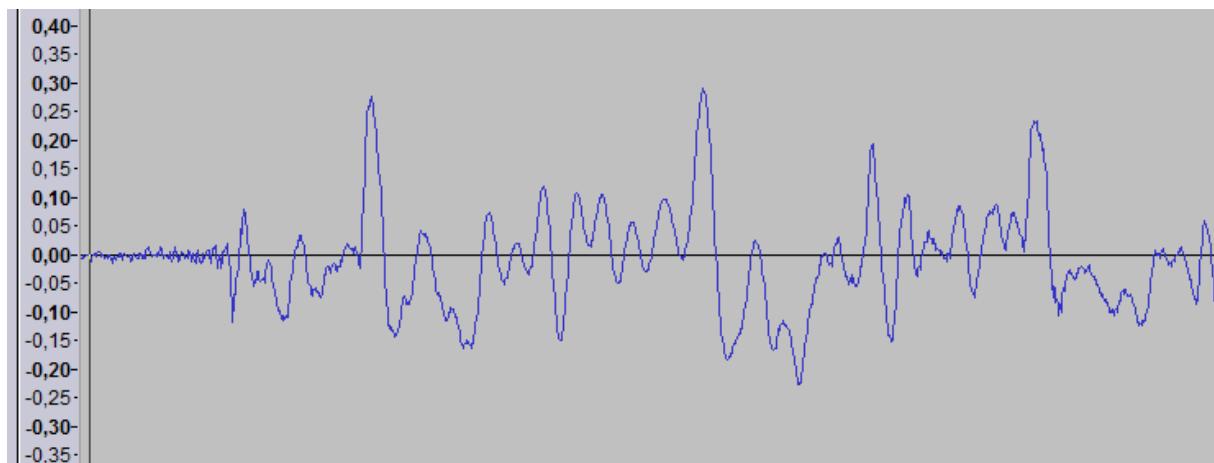
Couleur	Code
gris	
rouge	000
vert	001
bleu	010
cyan	011
magenta	100
jaune	101
noir	110
	111



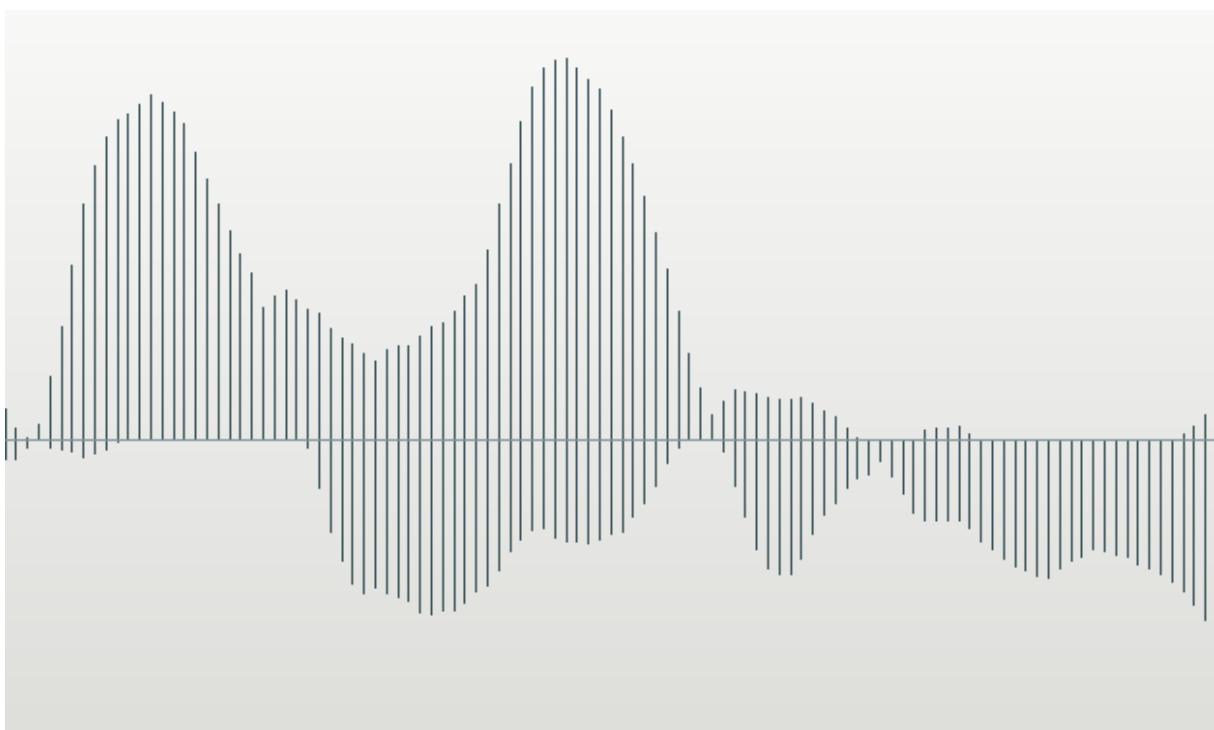
3 - Le son

Le son (la parole, la musique) correspond à des variations rapides de pression de l'air. Pour sentir avec vos doigts ces vibrations mettez une feuille de papier devant votre bouche, placez un doigt contre la feuille, sans appuyer, et parlez ou chantez fort. Vous sentirez les vibrations. Un micro transforme ces variations de la pression de l'air en variations d'une tension (typiquement, ces variations sont de quelques millièmes de volts).

A l'inverse, un haut-parleur ou un casque audio retransforme ces variations d'une tension (après amplification) en variations de la pression de l'air. Ce sont ces variations de la pression de l'air qui font vibrer notre tympan qui envoie à son tour un signal à notre cerveau...



Le principe de l'enregistrement numérique est simple (mais sa réalisation est techniquement complexe) : 44 000 fois par seconde (enregistrement de bonne qualité), on mesure la hauteur du signal par rapport à l'axe et on note cette hauteur en binaire pour pouvoir l'enregistrer. Evidemment, même pour une chanson de 3 minutes, le nombre de 0 et de 1 est énorme !



En vous servant de la page suivante, estimez le nombre de feuillets de papier qu'il faudrait pour transcrire en binaire 3 minutes de musique...

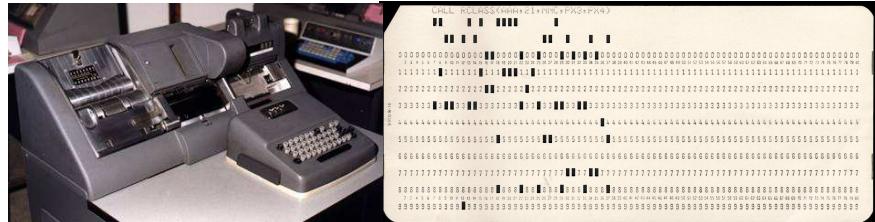
1 dixième de seconde de musique (codée en mp3)

Capacités d'enregistrement

Généralement, on ne compte pas la capacité d'enregistrement d'un appareil en « bits » (0 ou 1) mais en Octets.

1 Octet est un groupe de 8 bits

La carte perforée des années 1950 : 80 octets...



Aujourd'hui (2012) :

Disque dur d'ordinateur : de 500 milliards d'Octets (500 GigaOctets) à 4000 milliard d'octets (4 TéraOctets)

CD : 700 millions d'Octets (700 MégaOctets)

DVD : (simple couche) : 4,7 milliards d'Octets (4,7 GigaOctets) à 8,54 GigaOctets (double couche)

disque Blu-ray ou Blu-ray Disc (abréviation officielle *BD*)
25 GigaOctets (simple couche)
50 GigaOctets (double couche)
100 GigaOctets (quad. couche ou disque Blu-ray 3D)

Clé USB de 4 à 64 GigaOctets



Demain ?

