



Chapitre A1. Coder des images

Produire une image numérique est une opération de numérisation. Il s'agit de transformer un signal **analogique** (la lumière qui entre dans notre œil) en un signal **numérique** (un nombre codé en binaire).

Dans le chapitre A2, nous étudierons le codage au cours du temps.

Activité 1. Y voir un peu plus clair dans toute sorte de signaux...

(titre « scientifique ») Signal analogique et signal numérique

Un signal **analogique** est l'évolution **continue** d'une grandeur mesurable (plus généralement d'un ensemble d'informations tel un son, un signal lumineux ou électrique...).

Un signal **numérique** est l'évolution **discontinue** (ou **discrète**) d'une grandeur mesurable.

Dans les deux cas, on indique souvent l'évolution temporelle du signal (valeur en fonction du temps) ou spatiale (en fonction de l'espace), généralement sous forme graphique. Mais l'information elle-même peut être analogique ou numérique : une photo dite « argentique » n'est pas une photo « numérique »...

Parmi les signaux décrits ou représentés ci-dessous, cocher ceux qui sont « analogiques » et ceux qui sont « numériques ».

	A	N		A	N		A	N
			Film enregistré sur un DVD 			Signal de télévision dit « TNT » 		
			Film diffusé à l'aide d'une pellicule et d'un projecteur 			Signal sortant de la prise « jack » audio d'un ordinateur 		
Photographie imprimée			Film lu en streaming 			Signal entrant dans un ordinateur via une prise USB 		
Photographie affichée sur l'écran d'un smartphone			Son émis par un haut-parleur 			Variation du niveau d'eau lorsque des vagues viennent heurter un quai		

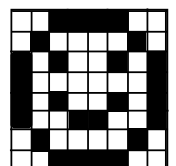
Activité 2. Un smiley pour comprendre

Définition : Une image numérique est un ensemble de points appelés PIXELS (contraction de *PICTure* *ELements*). Chaque pixel possède une couleur.

Pour être lues par un ordinateur, les valeurs « numériques » sont codées en **système binaire**, c'est-à-dire en base 2 : on obtient pour chaque valeur une suite de 0 ou de 1. Chaque espace de disque dur sur lequel on écrit 0 ou 1 s'appelle un **bit** (de l'anglais *binary digit*). Un **octet** est constitué de 8 bits.

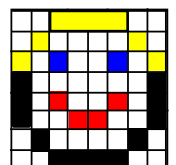
Caractéristiques d'une image numérique :

1. Quelles sont les dimensions de l'image ci-contre en pixels ?
2. Combien de couleurs différentes permettent de décrire cette image ?
3. Pour chaque pixel, combien faut-il de bits ?



On colore maintenant la bouche en rouge, les yeux en bleu, les cheveux en jaune.

4. Pour chaque pixel, combien faut-il de bits ?
5. Quelle est la taille, en octet, d'une telle image ?



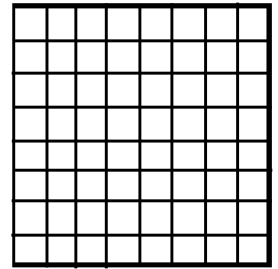


Activité 3. Combien de nuances de gris ?

Codage d'une image sur 2 bit : 2 bits/pixel

1. Combien de teintes différentes (ou « couleurs ») un codage des pixels en 2 bits permet-il d'obtenir ?
2. Le tableau de nombres binaires ci-dessous correspond à une image de 64 pixels. Il est associé à un tableau (une matrice en mathématique) donnant la correspondance entre le code du pixel et la couleur. Dessiner l'image associée à ce tableau.

Dictionnaire		
Couleur	Code binaire	Code en base 10
Bleu	00	
Vert	01	
Rouge	10	
Blanc	11	

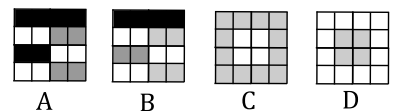
$$\begin{pmatrix} 00 & 01 & 00 & 00 & 00 & 00 & 00 & 00 \\ 01 & 01 & 01 & 00 & 00 & 10 & 00 & 00 \\ 01 & 01 & 01 & 00 & 10 & 10 & 10 & 00 \\ 00 & 11 & 00 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 \\ 00 & 11 & 00 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 \\ 00 & 11 & 00 & 11 & 10 & 11 & 10 & 11 \\ 00 & 11 & 00 & 11 & 11 & 11 & 10 & 11 \\ 01 & 01 & 01 & 01 & 01 & 01 & 01 & 01 \end{pmatrix}$$


Codage d'une image en niveau de gris sur 8 bits/pixel

Chaque pixel est codé sur 8 bits : dans ce type de codage, le blanc a pour valeur 255 et le noir 0. Plus un gris sera foncé, plus la valeur associée sera faible

3. Associer à chaque image ci-contre un tableau exprimé en décimal :

$$1 \begin{pmatrix} 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 127 & 127 & 255 \\ 255 & 127 & 127 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \end{pmatrix} \quad 2 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 255 & 255 & 63 & 63 \\ 0 & 0 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 63 & 63 \end{pmatrix} \quad 3 \begin{pmatrix} 127 & 127 & 127 & 127 \\ 127 & 255 & 255 & 127 \\ 127 & 255 & 255 & 127 \\ 127 & 127 & 127 & 127 \end{pmatrix} \quad 4 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 255 & 255 & 127 & 127 \\ 63 & 63 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 127 & 127 \end{pmatrix}$$



4. Une image prise par un appareil photo numérique a comme dimension 4000x3000 pixels et chaque pixel est est codé sur 8 bits. Calculer le nombre de pixels que contient l'image. Calculer la taille du fichier correspondant à la photo en Mo.

■ Pour aller plus loin... vérification avec Gimp

- Dans GIMP, créer une nouvelle image en 4x4 en niveaux de gris. Zoomer à l'aide de CTRL-roulette
- Dessiner l'image D ci-dessus avec l'outil crayon.
- Exporter l'image dans votre dossier personnel en sélectionnant le type de fichier PGM (c'est-à-dire en niveaux de gris). Choisir « ASCII » quand demandé.
- Ouvrir le fichier PGM à l'aide d'un « bloc-note » windows (ou tout autre éditeur de texte). Comparer le code à celui du tableau correspondant à l'image.

Remarque : les données liées au niveau de gris commencent après « l'entête » du fichier : c'est un texte qui contient les informations de dimension, de format d'image etc...

FICHIER "IMAGEX.PGM"

```
P2
# CREATOR: GIMP PNM Filter Version 1.1
4 4
255
0
0
0
0
0
255
255
128
```

entête

données
(valeur de 0 à 255 des niveaux de gris des pixels)

Activité 4. En termes de couleurs, mon smartphone est décevant...

1. Mettre son smartphone allumé sous un microscope et vérifier qu'on ne voit que trois couleurs, dites « primaires » ; indiquez-les ici :
.....
2. Trouver une méthode permettant de déterminer la **définition** de votre écran.



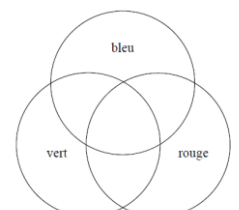
L'intensité d'une lumière primaire est repérée par son pourcentage.

En utilisant un logiciel de synthèse des couleurs (synthèse trichromique additive, voir 1^{ère} S ou simulateur sur www.prof-vince.fr), déterminer les pourcentages approximatifs pour obtenir les couleurs suivantes :

- le blanc : %R = %V = %B =
- un orange : %R = %V = %B =
- un rose : %R = %V = %B =
- un jaune : %R = %V = %B =

Ainsi chaque pixel a 3 valeurs de couleurs. La couleur du pixel est le résultat de la synthèse additive des ces 3 couleurs. Dans le codage RVB, chaque couleur primaire sera codée sur 8 bits : valeur de 0 (correspondant à 0%) à 255 (correspondant à 100%).

3. Combien de nuances de chaque couleur primaire pourra-t-on obtenir ?
4. Combien de couleurs différentes pourra avoir chaque pixel ?
5. Pour chaque pixel, combien faut-il de bits ?







Activité 5. Un arc-en-ciel codé numériquement

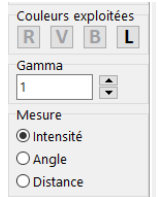
Un logiciel d'analyse d'image peut lire les valeurs RVB de n'importe quel pixel choisi par l'utilisateur.


Vérification à faire et à exposer par écrit :

Vérifier que codage RVB de la photo du drapeau arc-en-ciel est cohérente avec la synthèse additive.

Pour ceci :

- Lancer le logiciel Regressi puis faire **Fichier Nouveau Image** et  Intensité lumineuse
-  la photo « arc_en_ciel.jpg » située dans le répertoire de la classe.
Le logiciel permet d'afficher dans la partie basse l'intensité (en%) affectée à chaque couleur primaire pour une ligne de pixel de votre choix (ligne horizontale par défaut au lancement du logiciel). Le choix de la couleur se fait grâce aux boutons ci-contre (le bouton L indique l'intensité lumineuse totale).



 Lorsque vous avez réussi et rédigé vos réponses, appeler le professeur pour lui exposer votre démarche.

Activité 6. Des couleurs codées en hexadécimal...

Nous avons vu que chaque nombre décimal peut être écrit en binaire (suite de 0 et de 1). Mais les informaticiens utilisent beaucoup l'écriture hexadécimale.

Il s'agit d'un comptage en base 16 avec les symboles 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

1. Écrire les 34 premiers nombres avec cette écriture.
2. Justifier que 01101100, la représentation binaire de 108, s'écrit en hexadécimal 6C (on ne comptera pas jusqu'à 108...)
3. Quelle est la valeur hexadécimale de 100 ? de 255 ?
4. Quel est l'intérêt, pour les fichiers informatiques, de l'écriture hexadécimale ?
5. Compléter le tableau ci-dessous (127 vaut 7F en hexadécimal) :

Couleur du pixel	Rouge			Vert			Bleu			Blanc		
Valeur en décimal	255	0	0	0	255	0	0	0	255	255	255	255
Valeur en hexadécimal												
Couleur du pixel	Noir			Orange			Rose			Jaune		
Valeur en décimal	0	0	0	255	127	0	255	127	255	255	255	0
Valeur en hexadécimal												

6. Calculer la taille, en octet, d'une image de 12 Mpx (4000x3000).
7. Sur une carte mémoire ou un disque dur, on se rend compte qu'une image de 12 Mpx a une taille de 3 Mo. Pourquoi ce chiffre est-il différent de celui trouvé à la question précédente ?

**Annexe****Savoir compter en base 2 : le système binaire**

En base 10, les chiffres (0 à 9) indiquent les unités, les dizaines, les centaines, et ainsi de suite.

Par exemple le nombre décimal 1234 est $1 \times 1000 + 2 \times 100 + 3 \times 10 + 4 \times 1 = 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0$.

Et en base 2 ? Les seuls chiffres disponibles sont 0 et 1, ce qui permet d'utiliser les bits d'un ordinateur !

Par exemple le nombre binaire **1011** est $1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 11$

Avec **2** bits, on peut écrire : **00**, **01**, **10** et **11** soit **4** valeurs. ($4 = 2^2$)

Avec **3** bits, on peut écrire : **000**, **001**, **010**, **011**, **100**, **101**, **110**, **111** soit **8** valeurs ($8 = 2^3$)

Avec **4** bits, on peut écrire

Avec un **octet** (8 bits, appelé **byte** en anglais), on peut écrire valeurs

Avec **n** bits, on peut écrire valeurs

Passer d'une base à l'autre...

- Base 2 \rightarrow base 10 : quel est le nombre correspondant à l'écriture binaire **10101** ?

il suffit de calculer : $1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$.

10101 en base 2 est donc en base 10.

- Base 10 \rightarrow base 2 : comment s'écrit 345 en binaire ?

1ère méthode : on remplit le tableau ci-dessous :

$2^{10}=1024$	$2^9=512$	$2^8=256$	$2^7=128$	$2^6=64$	$2^5=32$	$2^4=16$	$2^3=8$	$2^2=4$	$2^1=2$	$2^0=1$

2^e méthode : on fait des divisions successives par 2 :

par exemple 11 s'écrit **1011**

$$\begin{array}{r|l} 11 & 2 \\ 5 & 2 \\ 2 & 2 \\ 1 & 2 \\ 1 & 2 \\ 0 & 2 \\ 1 & 2 \\ 1 & 2 \\ 0 & 2 \end{array}$$

Entraînement :

- 1) Convertir **10110010** en écriture décimale.
- 2) Convertir 1519 (date de création du lycée) en binaire en vous aidant d'abord du tableau ci-dessous puis en retrouvant la solution avec la méthode des divisions.