



## PREMIERE GENERALE

## NUMERIQUE ET SCIENCES DU NUMERIQUE

## CODAGE DES IMAGES NUMERIQUES

## 1 – IMAGES MATRICIELLE OU BITMAP

Une **image matricielle** est formée d'un **tableau de points ou pixels**. Plus la **densité des points est élevée**, plus le **nombre d'informations est grand** et plus la **résolution de l'image est élevée**. La place occupée en mémoire et la durée de traitement en seront d'autant plus grandes. Les images vues sur un écran de télévision ou une photographie sont des images matricielles. On obtient également des images matricielles à l'aide d'un appareil photo numérique, d'une caméra vidéo numérique ou d'un scanner.

L'image est divisée en (**m colonnes** × **n lignes**) cellules appelées **pixel**.

La **définition** d'une image numérique correspond au **nombre de points (pixels)** qui la composent. La **résolution** d'une image est définie par un **nombre de pixels unité de longueur** de l'image affichée ou numérisée c'est-à-dire la densité de pixel de l'image. La résolution s'exprime en **ppp (pixels par pouce)**. L'ensemble des deux définit la taille de l'image.

$$\text{Largeur} = \frac{\text{m colonnes}}{\text{Résolution}}$$

$$\text{hauteur} = \frac{\text{n lignes}}{\text{Résolution}}$$

## Exemple

L'image suivante possède une définition de **1900×1174** et une résolution de **72 ppp**. La taille de l'image est :

$$\text{Largeur} = \frac{1900}{72} = 26,4 \text{ pouces} = 67 \text{ cm}$$

$$\text{Hauteur} = \frac{1174}{72} = 16,3 \text{ pouces} = 41,4 \text{ cm}$$



La même image avec une définition différente :



$$40 \times 25 = 1000 \text{ pixels}$$



$$160 \times 100 = 16000 \text{ pixels}$$



$$80 \times 50 = 4000 \text{ pixels}$$



$$400 \times 250 = 100000 \text{ pixels}$$



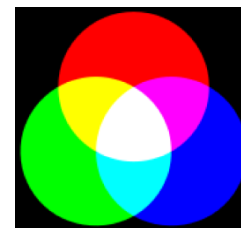
## Exercice n°1

1. **Déterminer** le nombre de pixel d'une image **800×400**. **Déterminer** la largeur et la hauteur de cette image sachant qu'elle présente une résolution de **72 ppp**.
2. **Calculer** la résolution d'une image bitmap carrée de côté **10 cm** et de définition **800 × 800**.

## 2 – CODAGE DES COULEURS

Il existe plusieurs modes de codage des couleurs d'une image numérique, le plus utilisé pour le maniement des images est l'espace **colorimétrique Rouge, Vert, Bleu (RVB ou RVG : Red Green Blue)** par **synthèse additive**.

Une image **RVB** est composée de la somme des trois rayonnements lumineux **Rouge, Vert, Bleu** dont les **faisceaux sont superposés**. A l'**intensité maximale** ils produisent une **lumière blanche**. La gamme des couleurs reproductibles par ce mode, quoique conditionnée par la qualité du matériel employé, est très étendue, et reproduit bien les couleurs saturées. En contrepartie, elle convient mal à la restitution des nuances délicates des lumières intenses et des tons pastels.



Le codage de la couleur est réalisé sur **3 octets** dont **les valeurs codent la couleur** dans l'espace **RVB**. Chaque octet représente la valeur d'une composante couleur par un entier de **0 à 255**. Le nombre de couleurs différentes est de **256×256×256 = 16,8 Millions**. Une image numérique **RVB** est représentée par **3 tableaux à 2 dimensions** dont la taille dépend du nombre de pixels contenus dans l'image.

R	V	B	Couleur
0	0	0	Noir
0	0	1	Nuance de Noir
0	0	255	Bleu
0	255	0	Vert
255	0	0	Rouge
128	128	128	Gris
255	128	0	Orange
128	0	128	Violet
255	255	255	Blanc

Dans ce type d'image seul **le niveau de l'intensité est codé sur un octet (256 valeurs)**. Par convention, la **valeur 0 représente le noir** (intensité lumineuse nulle) et la **valeur 255 le blanc** (intensité lumineuse maximale) :

0	8	16	32	56	72	90	104	112	128
136	144	160	176	192	208	224	244	248	255

Pour passer d'une image couleur à une image en niveau de gris, on utilise la formule :

$$G = 0,299 \times R + 0,587 \times G + 0,114 \times B$$

Une image numérique en niveau de gris est représentée par **1 tableau à 2 dimensions** dont la taille dépend du nombre de pixels contenus dans l'image.



Les différents systèmes de colorimétrie :

Mode	Nb de bits par pixels	Nombre de couleurs	Remarques
Monochrome ou Noir et Blanc	1	2	Système utilisé pour <b>scanner les textes</b> pour faire de la reconnaissance de texte (OCR)
Niveaux de gris	8	256	<b>Nuance de gris</b>
Mode 4 bits ou 16 couleurs	4	16	Palette de couleurs peu étendue réservée aux <b>dessins simples</b> sans couleurs nuancée
Mode 8 bits ou 256 couleurs	8	256	Palette de 256 couleurs qui permet de conserver une <b>taille raisonnable</b>
Mode 16 bits	16	65536	Palette de 64536 couleurs qui convient pour la <b>plupart des usages</b>
Mode 24 bits ou Couleurs RVB	24	16,7 millions	Mode <b>utilisé par défaut</b> par de nombreux logiciels
Couleurs CMJN	32	4,3 Milliards	<b>4 couleurs primaires</b> : Cyan, Magenta, Jaune et Noir (256 teintes). Utilisé par les <b>imprimantes</b>

### Exercice n°2

1. **Indiquer** par combien de bits est codée chacune des 3 couleurs en mode couleurs 24 bits (ou couleurs vraies). **Donner** la valeur minimale et maximale de chacune des 3 composantes. **Déterminer** le nombre de nuances de couleurs obtenues avec ce type de codage couleur.
2. **Indiquer** quelle couleur est obtenue pour une intensité maximale des 3 couleurs RVB.
3. **Indiquer** quelle couleur est obtenue pour une intensité minimale des 3 couleurs RVB.
4. **Lancer** le logiciel **PAINT**, puis **ouvrir** l'image **Port.bmp**.
5. A l'aide du menu « **Propriétés** », **compléter** la première ligne du tableau n°1 sur le Document Réponse.
6. **Enregistrer** l'image sous le nom **Port256.bmp** avec le type **Bitmap 256 couleurs**.
7. **Compléter** la deuxième ligne du tableau n°1 sur le Document Réponse.
8. **Ouvrir** à nouveau l'image **Port.bmp**. **Enregistrer-la** sous le nom **Port16.bmp** avec le type **Bitmap 16 couleurs**.
9. **Compléter** la troisième ligne du tableau n°1 sur le Document Réponse.
10. **Ouvrir** à nouveau l'image **Port.bmp**. **Enregistrez-la** sous le nom **Port2.bmp** avec le type **Bitmap Monochrome**.
11. **Complétez** la dernière ligne tableau n°1 sur le Document Réponse.
12. **Justifier** le lien entre les valeurs obtenues pour la dernière colonne et le nombre de bits par pixels.



### 3 – LES DIFFERENTS FORMATS D'IMAGES

Extension	Nombre de couleurs	Présentation
BMP	16,7 millions	<b>Standard Windows.</b> Format <b>très répandu</b> mais entraînant des fichiers <b>très volumineux</b> (très faible compression)
GIF	256	<b>Standard Internet</b> (excellente compression). Possibilité d' <b>affichage progressif, animation</b> ou de <b>zone réactive</b>
PNG	256 à 16,7 millions	Même type que le <b>format GIF</b> mais avec <b>des capacités de couleurs supérieures</b> . Format ouvert.
PCX	16,7 millions	<b>Format standard</b> (Paintbrush) mais entraînant des fichiers <b>très volumineux</b>
TIF	16,7 millions	<b>Format reconnu</b> par l'ensemble des machines, très <b>utilisé en PAO</b> . Image de <b>qualité</b> mais fichiers <b>très volumineux</b>
JPEG (JPG)	16,7 millions	<b>Standard internet et photo.</b> Excellente compression avec plus ou moins de perte. Possibilité de zone réactive. <b>Choix du taux de compression</b> (donc de la <b>qualité de l'image</b> )

#### Exercice n°3

1. **Ouvrir** l'image **Centrale.bmp**.
2. A l'aide du menu **Image/Attributs**, **compléter** la première ligne du tableau n°2 sur le Document Réponse.
3. **Enregistrer** l'image sous le nom **Centrale\_GIF.gif** avec le type GIF.
4. **Compléter** la deuxième ligne du tableau n°2 sur le Document Réponse.
5. **Ouvrir** à nouveau l'image **Centrale.bmp**. **Enregistrer-la** sous **Centrale\_JPG.jpg** avec le type JPEG.
6. **Complétez** la troisième ligne du tableau n°2 sur le Document Réponse.
7. **Justifier** pourquoi la qualité de l'image au format GIF est-elle altérée.
8. **Justifier** s'il y a une différence de qualité entre l'image JPEG et l'original au format BMP (**utiliser** éventuellement la fonction ZOOM).
9. **Déterminer** le temps nécessaire pour la transmission de chacune des images précédentes sur une ligne ADSL ayant un débit idéal de **512 ko/s**.
10. **Justifier** pourquoi le format JPG est un des formats les plus utilisés.



## 4 – CODAGE BINAIRE D'UNE IMAGE BMP

### 4.1 – Fichier BMP

Le format **BMP** est un des formats d'image les plus simples. Il a été développé par Microsoft et IBM, ce qui explique qu'il soit particulièrement répandu sur les plateformes Windows. Un fichier **BITMAP** ou **BMP** est un fichier d'image graphique **stockant les pixels sous forme de tableau de points**. Le codage de l'image se fait en écrivant successivement les bits correspondant à chaque pixel, ligne par ligne.

La structure d'un fichier bitmap est la suivante :

- **en-tête du fichier** (en anglais file header) ;
- **en-tête du bitmap** (en anglais bitmap information header, appelé aussi information Header) ;
- **palette** (optionnelle) ;
- **corps de l'image**.

### 4.2 – Entete du fichier BMP

L'entête du fichier fournit des informations sur le type de fichier **bitmap**, sa taille et indique où commencent les informations concernant l'image à proprement parler. L'entête est composé de **4 champs** :

Champ	Nb octets	Description
<b>Signature</b>	<b>2</b>	Indique le type de fichier <b>BMP</b> à l'aide des deux caractères. Pour une image <b>BMP Windows</b> : <b>BM (0x42 et 0x4D)</b>
<b>Taille totale du fichier</b>	<b>4</b>	Indique la taille totale du fichier en octets. Les 4 octets définissant la taille du fichier sont lus de droite à gauche
<b>Champ réservé</b>	<b>4</b>	
<b>Offset ou décalage</b>	<b>4</b>	<b>adresse relative</b> du début des informations concernant l'image par rapport au début du fichier.

#### Exercice n°4

1. **Ouvrir** l'image **Aeroport.bmp**. **Déterminer** à partir de ses propriétés la taille en octets du fichier ainsi que la définition de cette image (nombre de pixels verticaux et nombre de pixels horizontaux).
2. **Lancer** le logiciel **Free hex Editor**. **Ouvrir** le fichier **aeroport.bmp**.
3. **Justifier** la valeur des octets numéros **0x0000** et **0x0001**.
4. **Déterminer** la taille en octet du fichier **Aeroport.bmp** à partir de l'entête du fichier. **Vérifier** que cette taille correspond à celle trouvée à la question 1.
5. **Déterminer** le numéro de l'octet à partir duquel commence le codage de l'image.



### 4.3 – Entête du bitmap

L'entête du bitmap ou entête de l'image fournit des **informations sur l'image**, notamment **ses dimensions et ses couleurs**. L'entête de l'image est composé de **11 champs** :

Champ	Nb octets	Description
Taille de l'entête du bitmap	4	Indique la taille de l'entête du bitmap. Pour une image BMP Windows cette taille est de : 0x28
Largeur de l'image	4	Indique le nombre de pixels horizontaux
Hauteur de l'image	4	Indique le nombre de pixels verticaux
Nombre de plans	2	Indique le nombre de plans Actuellement cette valeur a toujours pour valeur 1
Codage de la couleur	2	Indique le nombre de bits utilisés pour coder la couleur. Cette valeur peut-être égale à 1, 4, 8, 16, 24 ou 32.
Méthode de compression	4	Indique le type de compression utilisé : 0 lorsque l'image n'est pas compressée ; 1, 2 ou 3 suivant le type de compression utilisé ;
taille de l'image	4	Indique la taille totale de l'image en octets
résolution horizontale	4	Indique le nombre de pixels horizontaux par unité de longueur
résolution verticale	4	Indique le nombre de pixels verticaux par unité de longueur
nombre de couleurs de la palette	4	Indique le nombre total de couleurs disponibles dans la palette de couleurs utilisée
Nombre de couleurs importantes	4	Indique le nombre total de couleurs importantes dans la palette de couleurs utilisée. Valeur à 0 lorsque chaque couleur a son importance.

#### Exercice n°5

1. **Donner** le nombre de pixels horizontaux et le nombre de pixels verticaux. **Vérifier** que ces valeurs correspondent aux valeurs trouvées à la question 1.
2. **Donner** le numéro de l'octet et la valeur permettant de justifier que le codage des couleurs utilisé est le codage sur **24 bits**.
3. **Donner** le numéro de l'octet et la valeur permettant de justifier que l'image n'est pas compressée.



## 4.4 – Codage des pixels

Une image BMP est constituée de pixels. Chaque pixel est codé à l'aide **3 octets** dont **les valeurs codent la couleur** dans l'espace **RVB**.

### Exercice n°6

1. **Ouvrir** l'image **carre.bmp**. **Déterminer** à partir de ses propriétés la définition de l'image (nombre de pixels verticaux et nombre de pixels horizontaux).
2. **Calculer** la taille de l'image sachant que le codage est le codage **RVB**.
3. **Lancer** le logiciel **Free hex Editor**. **Ouvrir** le fichier **carre.bmp**.
4. **Déterminer** la taille de l'image **carre.bmp** à partir de l'entête de l'image. **Vérifier** que cette taille correspond à celle trouvée à la question 2.
5. **Donner** la valeur des **3 octets** codant le **1<sup>er</sup> pixel**.
6. **Remplacer** ces **3 octets** par les valeurs suivantes : **0xFF, 0x00, 0x00**. **Enregistrer** le fichier.
7. **Ouvrir** le fichier **carre.bmp** avec le logiciel **Paint**. **Préciser** quel pixel a été modifié. **Donner** la nouvelle couleur du pixel.
8. **Ouvrir** à nouveau le fichier **carre.bmp** avec le logiciel **Free hex Editor**.
9. **Remplacer** les **3 octets** codant le **2<sup>nd</sup> pixel** par les valeurs suivantes : **0x00, 0xFF, 0x00**. **Enregistrer** le fichier.
10. **Ouvrir** le fichier **carre.bmp** avec le logiciel **Paint**. **Donner** la nouvelle couleur du pixel.
11. **Ouvrir** à nouveau le fichier **carre.bmp** avec le logiciel **Free hex Editor**.
12. **Remplacer** les **3 octets** codant le **3<sup>ième</sup> pixel** par les valeurs suivantes : **0x00, 0x00, 0xFF**. **Enregistrer** le fichier.
13. **Ouvrir** le fichier **carre.bmp** avec le logiciel **Paint**. **Donner** la nouvelle couleur du pixel.
14. **Conclure** en expliquant dans quel ordre sont codés les pixels et les couleurs.



# DOCUMENT REPONSE

Image	Nombre de pixel	Nb max de couleurs	Taille fichier en ko	Nb de bits par pixel	Qualité perçue de l'image	Rapport taille fichier / taille minimum*
Port.bmp						
Port256.bmp						
Port16.bmp						
Port2.bmp						

\* ne remplissez cette colonne qu'à la fin, après avoir repéré le plus petit des fichiers, et arrondissez le résultat.

Image	Nombre de pixel	Taille fichier en ko	Qualité perçue de l'image
Centrale.bmp			
CentraleGIF.gif			
CentraleJPG.jpg			