Projet : images et traitements d'images

Résumé :

Mini projets autour de la lecture et de la modification d'images BMP.

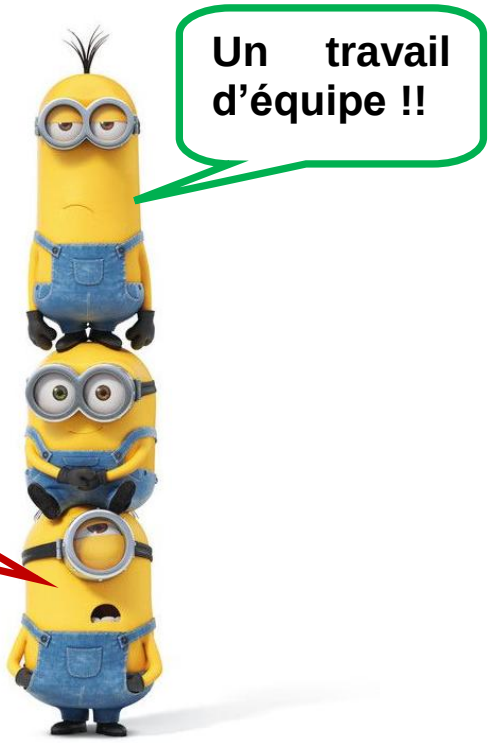
Abeille Flandre[1]

Sommaire :

[1] Remorqueur de haute mer L'Abeille Flandre, photo de l'auteur, Toulon 2007, affichée en négatif.

1 Organisation du travail

Le projet est réalisé en équipes. Pour mener a bien le travail dans les délais impartis il sera nécessaire de se répartir le travail. L'équipe est solidaire chacun gère sa tâche mais tous avancent ensembles. L'évaluation sera globale elle portera sur les résultats obtenus et sur la qualité du travail en équipe évaluée par le professeur.



Pensez à bien sauvegarder vos travaux et à rendre les résultats dans les délais impartis c'est un excellent entrainement pour vos études supérieures.

Le présent document est un guide pour le travail à accomplir. A vous de chercher les réponses sur différentes sources : les cours assurés en classe, les ressources documentaires disponibles, les liens vers les ressources en ligne …..

Soyez créatif !

Bon courage.

P.G

2 Etude documentaire

Ce projet porte sur l'analyse et le traitement d'images numériques. Les scripts seront réalisés en python. Avant de commencer nous allons étudier quelques aspects du domaine des images numériques.

Les réponses aux questions seront données dans un fichier Word ou équivalent.

2.1 Quelques formats d'image numériques

Q1. Indiquez quelques formats d'images utilisés dans le monde numérique.

Q2. Précisez la différence entre une image vectorielle et une image bitmap.

2.2 La couleur, synthèse additive et soustractive

Q3. Documentez-vous sur la colorimétrie et précisez ce que signifie synthèse additive et synthèse soustractive.

Q4. Indiquez un périphérique dans chacune des synthèses.

Même en couleurs inversées on nous reconnait !

2.3 Quelques aides pour calculer les couleurs

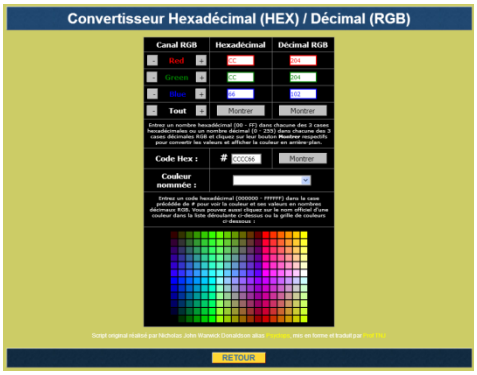
Pour calculer les couleurs le lien vers un logiciel à installer chez soi :

La "Boîte à couleurs".

http://www.colovid.be/ColorBox.htm

Ou bien un site à consulter en ligne :

http://www.proftnj.com/RGB3.htm

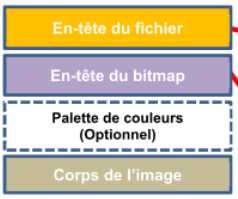


2.4 Le format de fichier BMP

Une fiche résumant les caractéristiques des fichiers bmp est consultable en ligne ici :

www.apprendre-en-ligne.net › info › images › formatbmp

Voir également la copie du fichier formatbmp.pdf dans les ressources.



Le format **BMP** est un format d'image bitmap développé conjointement par Microsoft et IBM. Les pixels sont stockés sous forme de tableau de points. On gère les couleurs soit en couleur vraie soit grâce à une palette indexée.

En-tête du fichier
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.
En-tête du bitmap
L'entête de l'image fournit des informations sur l'image, notamment ses dimensions et ses couleurs.
La palette de couleur (éventuellement)
Si le nombre de bits utilisés pour coder la couleur de chaque pixel est inférieur ou égal à 8 (soit 256 couleurs), le deuxième en-tête est suivi d'une ***table des couleurs*** utilisées dans l'image.

Chaque couleur de la palette est codée sur 4 octets :
1 octet pour l'intensité du bleu (00 à FF)
1 octet pour l'intensité du vert (00 à FF)
1 octet pour l'intensité du rouge (00 à FF)
1 octet réservé (XX)

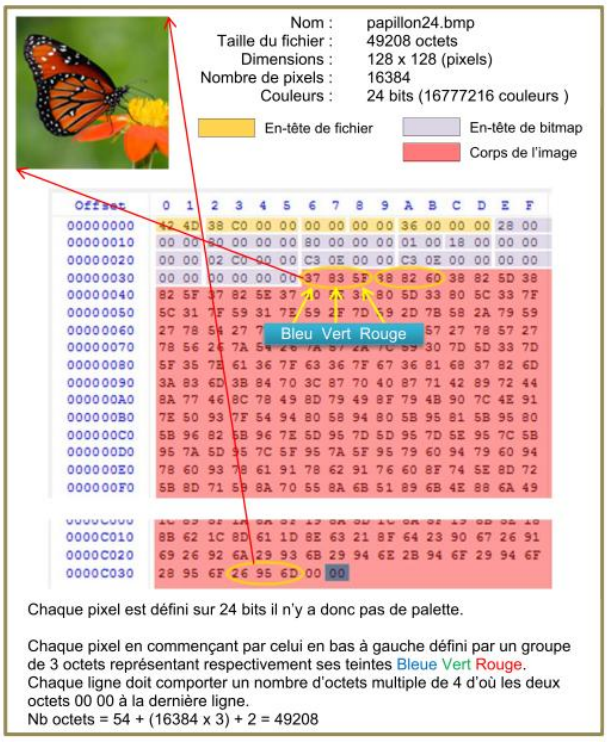
Le corps de l'image
Le codage de l'image se fait en écrivant successivement les bits correspondant à chaque pixel, ligne par ligne en commençant par le pixel en bas à gauche.

En-tête du fichier (BITMAPFILEHEADER)

Adresse	Taille (octets)	Nom	Valeur standard (hex)	Signification
00000000	2	bfType	42 4D	Signature du fichier. BM=Bitmap windows, BA= Bitmap OS2,CI=Icône couleur OS2, CP=pointeur de couleur OS2, IC= icône OS2, PT=pointeur OS2
00000002	4	bfSize	00 00	Taille totale du fichier en octets
00000006	2	bfReserved1	00 00	Champ réservé
00000008	2	bfReserved2	00 00	Champ réservé
0000000A	4	bfOffBits	36 00 00 00	Adresse de la zone de définition de l'image

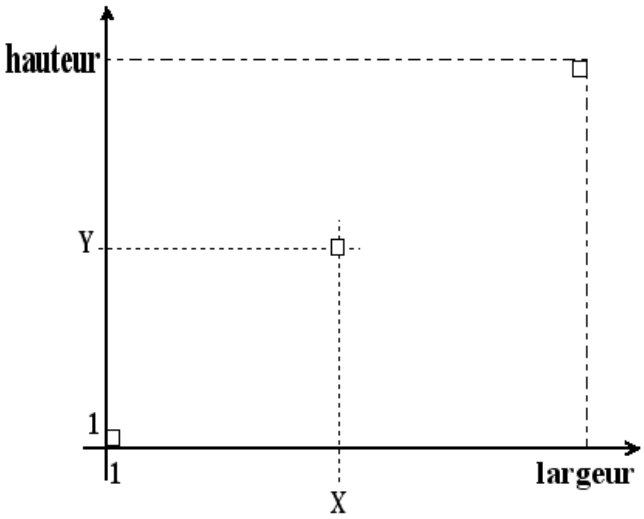
En-tête du bitmap (BITMAPINFOHEADER)

Adresse	Taille (octets)	Nom	Valeur standard (hex)	Signification
0000000E	4	biSize	28 00 00 00	Taille en octets de cet en-tête BITMAPINFOHEADER
00000012	4	biWidth	00 00 00 00	Largeur de l'image en pixels
00000016	4	biHeight	00 00 00 00	Hauteur de l'image en pixels
0000001A	2	biPlanes	01 00	Nombre de plans
0000001C	2	biBitCount	00 00	Nombre de bits par pixel
0000001E	4	biCompression	00 00 00 00	Type de compression : 0=pas de compression, 1=compressé à 8 bits par pixel, 2=4bits par pixel.
00000022	4	biSizeImage	00 00 00 00	Taille en octets des données de l'image
00000026	4	biXpelsPerMeter	00 00 00 00	Résolution horizontale en pixels par mètre
0000002A	4	biYpelsPerMeter	00 00 00 00	Résolution verticale en pixels par mètre
0000002E	4	biClrUsed	00 00 00 00	Nombre de couleurs dans l'image : 0=maximum possible. Si une palette est utilisée, ce nombre indique le nombre de couleurs de la palette
00000032	4	biClrImportant	00 00 00 00	Nombre de couleurs importantes. 0= toutes importantes



Chaque pixel est défini sur 24 bits il n'y a donc pas de palette.

Chaque pixel en commençant par celui en bas à gauche défini par un groupe de 3 octets représentant respectivement ses teintes Bleue Vert Rouge.
Chaque ligne doit comporter un nombre d'octets multiple de 4 d'où les deux octets 00 00 à la dernière ligne.
Nb octets = 54 + (16384 x 3) + 2 = 49208

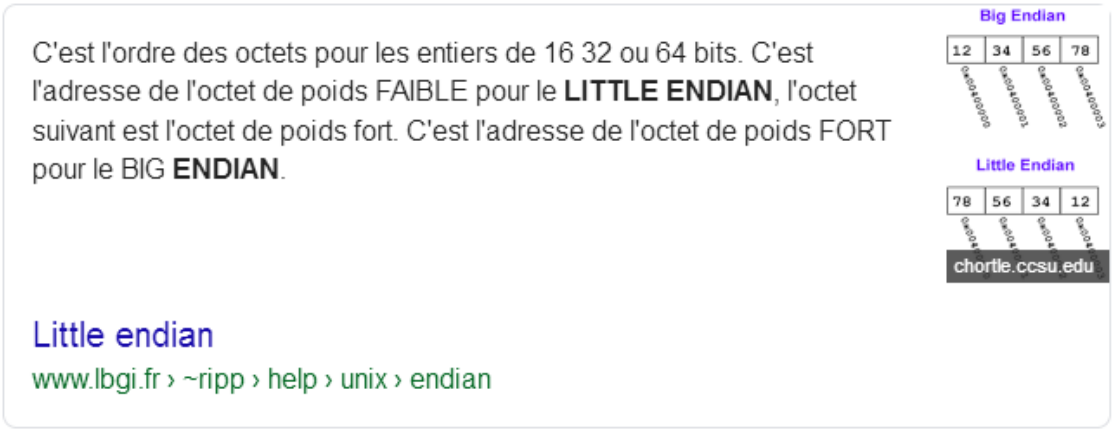


L'image est constituée (largeur x hauteur) pixels
la référence (1,1) est en bas à droite.

Chaque pixel est codé avec trois octets R,V,B. Attention dans le fichier chaque ligne doit être un multiple de 4 elle est donc éventuellement complétée par des octets à 0 : 0x00.

2.5 Le codage big ou little endian

Pour les nombres codés sur plusieurs octets le problème de l'ordre dans lequel on récupère ces octets dans la mémoire de l'ordinateur est appelé l'endianness.



Voir ici : https://developer.mozilla.org/fr/docs/Glossaire/Endianness dont est issu cet exemple :

Exemples avec le nombre `0x12345678` (i.e. 305 419 896 en décimal) :

- *little-endian* : `0x78 0x56 0x34 0x12`
- *big-endian* : `0x12 0x34 0x56 0x78`

Q5. Sur combien d'octets sont codés dans les fichiers BMP les champs :
bfOffBits i.e. : adresse de la zone de définition de l'image
biWidth i.e. : Largeur de l'image en pixels
biHeight i.e. : Largeur de l'image en pixels

Q6. Ces nombres sont-ils codés en little endian ou big endian ?

Nous utiliserons des images sans palettes de couleurs. Les pixels de l'image sont donc codés individuellement en RVB sur trois octets à la suite les uns des autres. Ils sont codés ligne par ligne en commençant en bas à gauche et en finissant en haut à droite. La contrainte du format impose que le codage de chaque ligne de pixels contienne un nombre d'octets multiple de 4. Les lignes sont complétées par des octets 0x00 si besoin.

Q7. A partir de cette description déterminer la relation permettant de trouver la position du premier octet du triplet RVB dans la zone image (en réalité dans l'ordre inverse BVR dans le fichier).

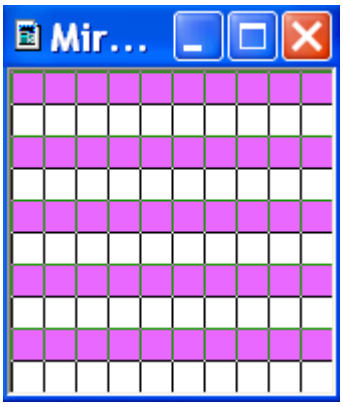
Cette position ou offset_octet_RVB doit être établie en fonction de X, Y et de la largeur de l'image notée L.
offset_octet_RVB = f (X, Y, L)

Pour vérifier votre fonction voilà une liste de résultats à tester :

X	Y	L	offset_octet_RVB	
1	1	10	#00	0
10	1	10	#1B	27
1	2	10	#20	32
8	5	9	#185	133
6	4	11	#7B	123
18	14	24	#03DB	987
100	100	512	#25329	152361

Version corrigée 14/11/19

Une image pour réfléchir à votre algorithme



Mire_10x10_24bits.bmp

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
000:	42	4D	76	01	00	00	00	00	00	00	36	00	00	00	28	00
010:	00	00	0A	00	00	00	0A	00	00	00	01	00	18	00	00	00
020:	00	00	40	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
030:	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
040:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
050:	FF	FF	FF	FF	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
060:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
070:	E9	FF	68	E9	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
080:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
090:	FF	FF	FF	FF	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
0A0:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
0B0:	E9	FF	68	E9	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0C0:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0D0:	FF	FF	FF	FF	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
0E0:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
0F0:	E9	FF	68	E9	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
100:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
110:	FF	FF	FF	FF	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
120:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
130:	E9	FF	68	E9	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
140:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
150:	FF	FF	FF	FF	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
160:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
170:	E9	FF	68	E9	00	00										

Q8. Donner la relation finale calculant l'offset du premier octet du triplet RVB d'un pixel (X,Y) dans le fichier complet dénommé **offset_fichier_RVB**

Script1. Programmer la fonction python réalisant le calcul de la valeur offset_fichier_RVB à partir de X, Y, L, bfOffBits.

Vérifier votre fonction

3 Les fichiers en python

3.1 Les différents types de fichier

Les images que nous allons travailler sont stockées dans des fichiers. Nous étudions ici les différents types de fichiers. Puis comment python permet d'accéder à ces fichiers et plus particulièrement aux fichiers binaires contenant nos images.

Lire une introduction sur les fichiers et python puis répondre aux questions ci-dessous.

Q9. Un simple examen du contenu binaire permet-il d'en déduire la nature des informations contenus dans un fichier ?

Q10. Quelles sont les ressemblances et les différences entre un simple fichier texte écrit sous Notepad par exemple et des fichiers json ou CSV ?

Q11. Que signifie CSV ?

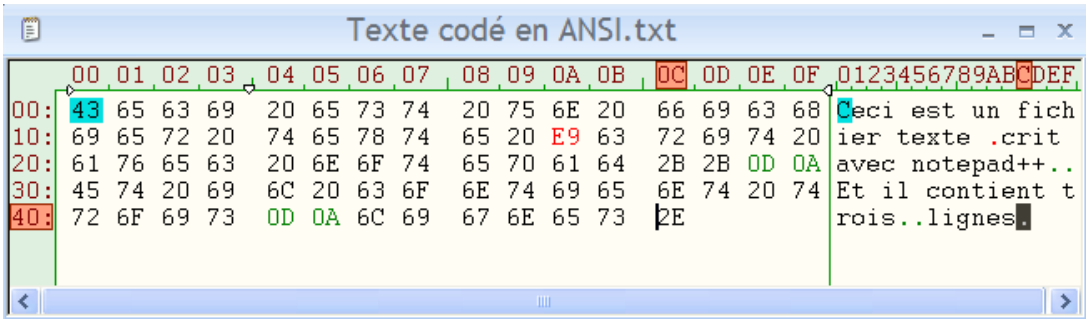
3.2 Un éditeur de fichier hexadécimal

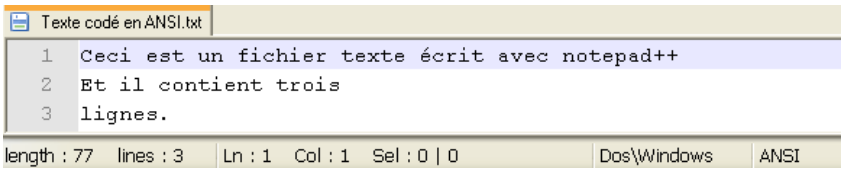
Un éditeur de fichier hexadécimal permet une visualisation du binaire d'un fichier quelque soit son type. Il en existe plusieurs, nous utiliserons le freeware hexedit :

https://www.techworld.com/download/developer-programming/hexedit-630-3249772/

Q12. Ouvrir avec hexedit le fichier Texte codé en ANSI.txt que peut-on dire des fins de lignes comment sont-elles codées ?

Q13. Comparer les fichiers Texte codé en ANSI.txt et Texte codé en UTF8.txt Expliquer les différences.



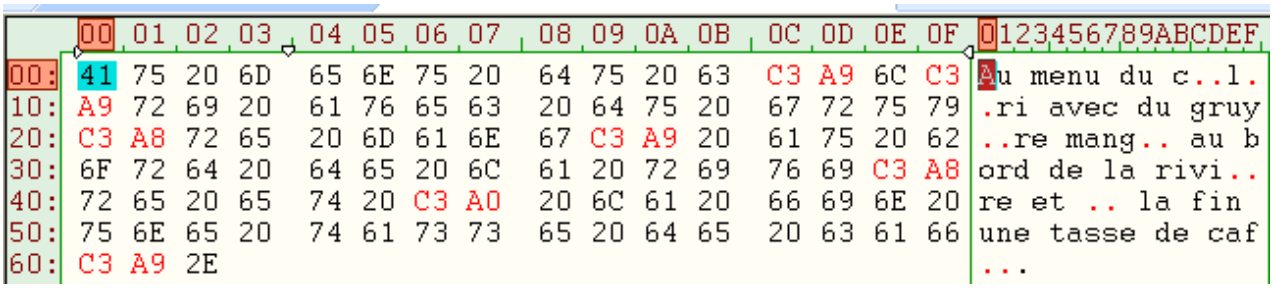


3.3 L'accès aux fichiers en binaire, le type bytes de python 3.x, décodage encodage des valeurs

Les fichiers sont au final une collection d'octets. Pour décoder cette collection il faut connaitre l'encodage et donc la nature du fichier.

a) Prenons un premier exemple avec un fichier texte encodé en UTF8 :

Prenons comme exemple un texte contenant volontairement beaucoup de caractères accentués :



```
    00 01 02 03  04 05 06 07  08 09 0A 0B  0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
00: 41 75 20 6D  65 6E 75 20  64 75 20 63  C3 A9 6C C3  Au menu du c..l.
10: A9 72 69 20  61 76 65 63  20 64 75 20  67 72 75 79  .ri avec du gruy
20: C3 A8 72 65  20 6D 61 6E  67 C3 A9 20  61 75 20 62  ..re mang.. au b
30: 6F 72 64 20  64 65 20 6C  61 20 72 69  76 69 C3 A8  ord de la rivi..
40: 72 65 20 65  74 20 C3 A0  20 6C 61 20  66 69 6E 20  re et .. la fin
50: 75 6E 65 20  74 61 73 73  65 20 64 65  20 63 61 66  une tasse de caf
60: C3 A9 2E                                           ...
```

Nous allons lire ce fichier texte et afficher ensuite le résultat lu brut, puis avec le bon décodage.

Voilà le script python utilisé :

test_lecture_fichier_int.py


```
1  #-*- coding: utf-8 -*-
2  #
3  # test_lecture_fichier_int.py
4  #
5  # P.G Novembre 2019
6
7  # Adapter le dossier de travail si besoin
8  from os import chdir
9  path = r'P:\PRO\USB\NSI\NSI STEGANOGRAPHIE'
10 chdir(path)
11
12 # Chargement des bibliothèques
13 import struct
14 from os import stat
15
16 # Récupération de la taille du fichier cible
17 nom_fichier = "Texte avec accents codé en UTF8.txt"
18 info_fichier = stat(nom_fichier)
19 taille_totale_du_fichier = info_fichier.st_size
```

⇦

```
20
21 # Ouverture du fichier
22 fich=open(nom_fichier,"rb")
23 # Positionnement de la tête de lecture en position 0
24 fich.seek(0)
25 # Lecture de tous les bytes du fichier
26 donnees_fichier = fich.read(taille_totale_du_fichier)
27 # Fermeture du fichier
28 fich.close()
29
30 # Affichage et comparaison des résultats
31 print("\nFichier : [texte avec accents codé en UTF8.txt]\n")
32 print("Lecture de {:d} octets  affichage au format bytes : \n"
33       .format(taille_totale_du_fichier))
34 print(donnees_fichier,"\n")
35 print("Après décodage en UTF8 : \n")
36 print(donnees_fichier.decode('utf8'))
```

Les résultats :

```
>>> (executing lines 1 to 36 of "test_lecture_fichier_int.py")

Fichier : [texte avec accents codé en UTF8.txt]

Lecture de 99 octets  affichage au format bytes :

b'Au menu du c\xc3\xa9l\xc3\xa9ri avec du gruy\xc3\xa8re mang\xc3\
xa9 au bord de la rivi\xc3\xa8re et \xc3\xa0 la fin une tasse de c
af\xc3\xa9.'

Après décodage en UTF8 :

Au menu du céléri avec du gruyère mangé au bord de la rivière et à
la fin une tasse de café.
```

Tout rentre dans l'ordre en affichant le contenu avec le bon format de décodage !!

Le paragraphe suivant explorera le décodage des valeurs numériques.

⇦

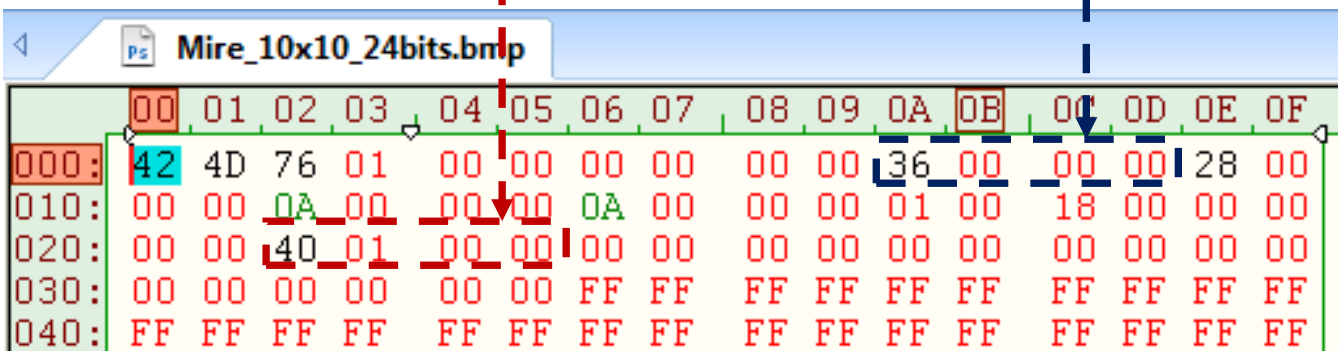
b) Le décodage de valeurs numériques

Pour illustrer la méthode de lecture nous allons lire le champ contenant la taille de l'image dans l'en tête du fichier .bmp

En examinant l'en-tête du fichier nous repérons deux champs qui vont nous être utiles, nous allons lire la taille en octets des données de l'image à l'adresse 0x22 du fichier.

0000000A	4	bfOffBits	36 00 00 00	Adresse de la zone de définition de l'image
00000022	4	biSizeImage	00 00 00 00	Taille en octets des données de l'image

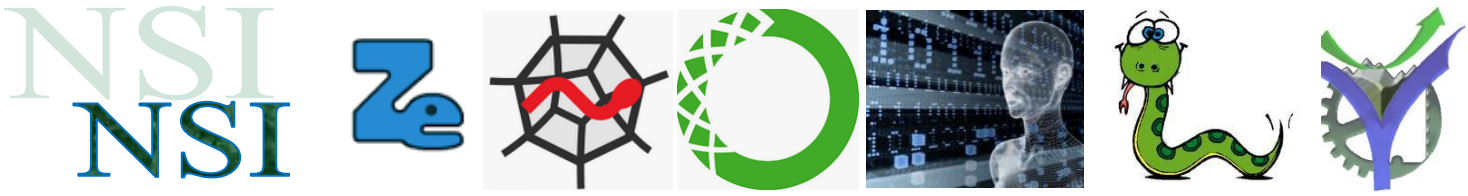
Une vue hexadécimale du fichier nous indique le contenu de ces deux champs :



Script python utilisé

test_lecture_fichier.py

```
#-*- coding: utf-8 -*-
#
# test_lecture_fichier.py
#
# P.G Novembre 2019

# Adapter le dossier de travail si besoin
from os import chdir
path = r'P:\PRO\USB\NSI\NSI STEGANOGRAPHIE'
chdir(path)

# Chragement des bibliothèques
import struct

# Ouverture du fichier
fich=open('Mire_10x10_24bits.bmp',"rb")
# Positionnement de la tête de lecture en position 0x22
fich.seek(0x22)
# Lecture des quatre bytes encodant la taille de l'image en octets
donnees_fichier = fich.read(4)
# Fermeture du fichier
fich.close()
```



```
23
24 # Décodage de l'entier positif sur 4 bytes, (type unsigned int du langage c)
25 # codé en little endian
26 valeur_taille = struct.unpack('<I', donnees_fichier)[0]
27
28 # Affichage des résultats
29 print("Lecture de la taille de l'image Mire_10x10_24bits.bmp en octets")
30 print("Les quatre bytes lus : ",donnees_fichier)
31 print("De type : ",type(donnees_fichier))
32 print("Valeur obtenue après décodage : ",valeur_taille)
```

Résultats obtenus

```
>>> (executing lines 1 to 32 of "test_lecture_fichier.py")
Lecture de la taille de l'image Mire_10x10_24bits.bmp en octets
Les quatre bytes lus :  b'@\x01\x00\x00'
De type :  <class 'bytes'>
Valeur obtenue après décodage :  320
```

Interprétation

Nous voyons dans le dump du fichier que la valeur du champ qui nous intéresse est :

0x40 0x01 0x00 0x00 indiqué par la chaine de bytes : `b'@\x01\x00\x00'`

Comment transformer ces quatre octets en nombre ?

Il faut les décoder avec la méthode unpack du module struct. Cette méthode est capable d'interpréter le flot d'octets comme un nombre codé en binaire avec différents formats du langage C. (voir la documentation officielle de python 3 :

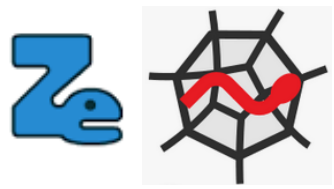
https://docs.python.org/3/library/struct.html)

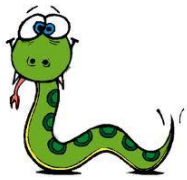
Le décodage est réalisé par l'instruction :

```
struct.unpack('<I', donnees_fichier)[0]
```

Nous remarquons que la méthode unpack renvoi un tuple avec un seul élément que l'on peut sélectionner directement avec [0] :

```
>>> donnees_fichier
b'@\x01\x00\x00'

>>> struct.unpack('<I', donnees_fichier)
(320,)

>>> struct.unpack('<I', donnees_fichier)[0]
320
```






Pour interpréter correctement les octets il faut préciser à unpack comment si prendre donc quel est le type de données à récupérer et le boutisme utilisé little ou big endian.

```
struct.unpack('<I', donnees_fichier)[0]
```

Voilà comment interpréter '<I' :

Format	C Type	Python type	Standard size
b	signed char	integer	1
B	unsigned char	integer	1
?	_Bool	bool	1
h	short	integer	2
H	unsigned short	integer	2
i	int	integer	4
I	unsigned int	integer	4
f	float	float	4
d	double	float	8

Character	Byte order	Size	Alignment
@	native	native	native
=	native	standard	none
<	little-endian	standard	none
>	big-endian	standard	none
!	network (= big-endian)	standard	none

Q14. La suite d'octets lue est donc 0x40 0x01 0x00 0x00. Vérifier que le décodage donne bien 320 en considérant un type unsigned int.

Q15. Vérifier ensuite que la taille totale du fichier correspond bien à celle indiquée par l'OS à savoir 374 bytes.

c) Le codage des valeurs numériques

On utilise la méthode pack du module struct. Pour modifier un seul octet on peut procéder comme suit :

```
# Ouverture du fichier en modification "rb+"
fich=open('Copie de Mire_10x10_24bits.bmp',"rb+")
fich.seek(0x22)
fich.write(struct.pack('B',0x44))
fich.close()
```

d) Pour travailler en mémoire sur une image complète

Pour travailler en mémoire sur une image complète et pour limiter les accès disque il peut être plus simple de recopier l'image dans une liste. Puis après modification de sauvegarder cette liste dans le nouveau fichier. Voir l'exemple ci-dessous :

```
# Recopie de l'image dans une liste de bytes notation b'\xx' de Python 3
info_fichier = stat("Nom_du_fichier.BMP")
taille_du_fichier = info_fichier.st_size
image_totale = []
fichier_resultat=open("Nom_du_fichier.BMP","rb")
for i in range(taille_du_fichier):
    image_totale.append(fichier_resultat.read(1))
fichier_resultat.close()
```

Et la recopie après traitement

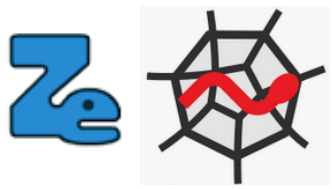
```
# A partir de l'image travaillée en local on la recopie dans un fichier
fichier_resultat=open("test.bmp","wb")
for byte in image_totale:
    fichier_resultat.write(byte)
fichier_resultat.close()
```

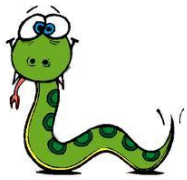
e) Pour approfondir l'utilisation du type bytes

De nombreux sites, en plus de la documentation officielle python, permettent d'approfondir nos connaissances sur le type bytes et les mécanismes de codage ou décodage.

Citons : http://sametmax.com/le-type-bytes-nest-pas-du-texte/ site excellent techniquement au langage parfois un peu 'imagé'.

⇦






3.4 Des nombres entiers à partir de bytes : int.from_bytes ; int.to_bytes

a) Présentation des possibilités

Quand nous avons des données stockées sous la forme de bytes il est possible directement avec le type built-in int de python de les convertir en nombre entiers ou inversement. Cette possibilité restreinte aux nombres entiers positifs ou négatifs en complément à 2 nous sera utile pour modifier les octets représentant les valeurs des couleurs.
https://docs.python.org/fr/3/library/stdtypes.html

`int.`**`to_bytes`**(*length*, *byteorder*, *, *signed=False*)

Renvoie un tableau d'octets représentant un nombre entier.

```
>>> (1024).to_bytes(2, byteorder='big')
b'\x04\x00'
>>> (1024).to_bytes(10, byteorder='big')
b'\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x04\x00'
>>> (-1024).to_bytes(10, byteorder='big', signed=True)
b'\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xfc\x00'
>>> x = 1000
>>> x.to_bytes((x.bit_length() + 7) // 8, byteorder='little')
b'\xe8\x03'
```

L'entier est représenté par *length* octets. Une exception `OverflowError` est levée s'il n'est pas possible de représenter l'entier avec le nombre d'octets donnés.

L'argument *byteorder* détermine l'ordre des octets utilisé pour représenter le nombre entier. Si *byteorder* est `"big"`, l'octet le plus significatif est au début du tableau d'octets. Si *byteorder* est `"little"`, l'octet le plus significatif est à la fin du tableau d'octets. Pour demander l'ordre natif des octets du système hôte, donnez `sys.byteorder` comme *byteorder*.

L'argument *signed* détermine si le complément à deux est utilisé pour représenter le nombre entier. Si *signed* est `False` et qu'un entier négatif est donné, une exception `OverflowError` est levée. La valeur par défaut pour *signed* est `False`.

classmethod `int.`**`from_bytes`**(*bytes*, *byteorder*, *, *signed=False*)

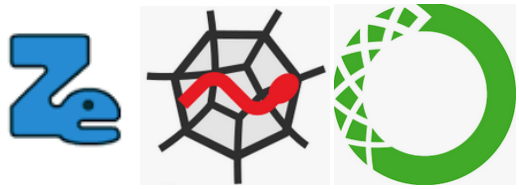
Donne le nombre entier représenté par le tableau d'octets fourni.

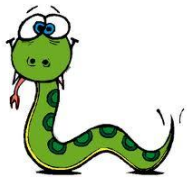
```
>>> int.from_bytes(b'\x00\x10', byteorder='big')
16
>>> int.from_bytes(b'\x00\x10', byteorder='little')
4096
>>> int.from_bytes(b'\xfc\x00', byteorder='big', signed=True)
-1024
>>> int.from_bytes(b'\xfc\x00', byteorder='big', signed=False)
64512
>>> int.from_bytes([255, 0, 0], byteorder='big')
16711680
```

L'argument *bytes* doit être soit un bytes-like object soit un itérable produisant des *bytes*.

L'argument *byteorder* détermine l'ordre des octets utilisé pour représenter le nombre entier. Si *byteorder* est `"big"`, l'octet le plus significatif est au début du tableau d'octets. Si *byteorder* est `"little"`, l'octet le plus significatif est à la fin du tableau d'octets. Pour demander l'ordre natif des octets du système hôte, donnez `sys.byteorder` comme *byteorder*.

L'argument *signed* indique si le complément à deux est utilisé pour représenter le nombre entier.






b) Application dans le traitement des fichiers images

Un exemple d'utilisation récupérer un champ de l'en-tête défini sur quatre octets :

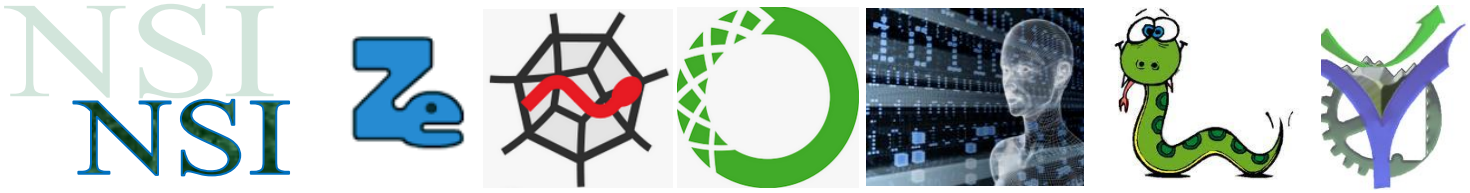
```
19 def quatre_octets_vers_integer(liste):
20     '''
21     A partir de quatre bytes dans une liste fournie en entrée
22     la fonction calcule  la valeur entière positive correspondante.
23     Les bytes sont dans l'ordre little endian, donc poids faible en
24     liste[0] --- poids fort en liste[3].
25
26     Entrée : liste contient quatre octets au format bytes
27
28     Sortie : valeur numérique entière positive
29     '''
30     valeur_entier =  int.from_bytes(liste[0],'little') + \
31                      int.from_bytes(liste[1],'little')*16*16 + \
32                      int.from_bytes(liste[2],'little')*16**4  + \
33                      int.from_bytes(liste[3],'little')*16**6
34     return valeur_entier
```

Exemple d'utilisation, l'image traitée a été complètement stockée dans une liste nommée image_totale, on prélève ensuite les quatre octets du champ à l'adresse 0x12 (ligne 87) :

Adresse	Taille (octets)	Nom	Valeur standard (hex)	Signification
00000012	4	biWidth	00 00 00 00	Largeur de l'image en pixels

Pour ensuite les convertir par l'appel de la fonction quatre_octets_vers_integer :

```
87 largeur = image_totale[0x12:0x16]
88 valeur_largeur = quatre_octets_vers_integer(largeur)
89 print("Largeur de l'image : ",valeur_largeur)
```



3.5 Réaliser la recopie d'une image.

Pour travailler sur une image il est préférable au préalable de la recopier pour sauvegarder l'image originale. C'est très simple à réaliser il n'y a aucun traitement on se contente d'ouvrir le fichier source en lecture, le fichier destination en écriture et de recopier les bytes :

Lecture fichier BMP et recopie.py

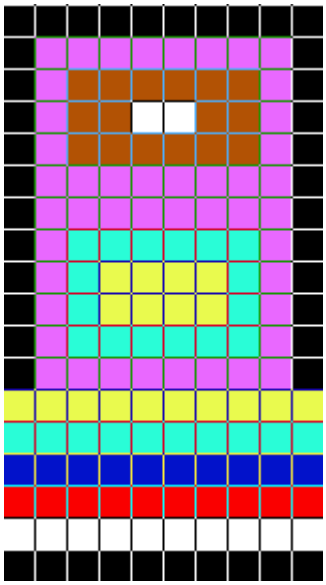
```
#-*- coding: utf-8 -*-
#
# Lecture fichier BMP et recopie.py

# Pour se positionner dans le répertoire de travail
from os import chdir
path = r'P:\PRO\USB\NSI\NSI STEGANOGRAPHIE'
chdir(path)

# Chargement des modules
from struct import pack
from os import stat

# Saisie du nom du fichier d'origine et ouverture en mode lecture binaire
image_origine = input("Entrez le nom sans l'extension de l'image d'origine : ")
fichier_origine = open(image_origine+'.bmp',"rb")

# Création du nom du fichier de l'image recopiée et ouverture en écriture
# binaire
image_recopiee = image_origine + '_copie' + '.bmp'
fichier_resultat=open(image_recopiee,"wb")

print("L'image modifiée sera dans le fichier : ",image_recopiee)

# Lecture de la taille du fichier d'entrée
info_fichier = stat(image_origine+'.BMP')
taille_du_fichier = info_fichier.st_size

print("La taille du fichier est de : ",taille_du_fichier)

# Recopie avec une boucle sur tous les octets du fichier d'entrée
for i in range(taille_du_fichier):
    bytes = fichier_origine.read(1) # read the next /byte/
    fichier_resultat.write(bytes)

# Fermeture des fichiers
fichier_origine.close()
fichier_resultat.close()
```

4 Premiers travaux sur les images de tests

4.1 Un fichier mire pour initier l'étude

Dans cette partie il faut mettre au point les différents scripts et fonctions python nécessaires à l'accomplissement des travaux du chapitre suivant sur des images réelles.

Pour simplifier l'étude nous travaillons sur l'image mire.bmp :



	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
000:	42	4D	76	02	00	00	00	00	00	00	36	00	00	00	28	00
010:	00	00	0A	00	00	00	12	00	00	00	01	00	18	00	00	00
020:	00	00	40	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
030:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
040:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
050:	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
060:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
070:	FF	FF	FF	FF	00	00	00	00	FA	00	00	FA	00	00	FA	00
080:	00	FA	00	00	FA	00	00	FA	00	00	FA	00	00	FA	00	00
090:	FA	00	00	FA	00	00	CA	12	02	CA	12	02	CA	12	02	CA
0A0:	12	02	CA	12	02	CA	12	02	CA	12	02	CA	12	02	CA	12
0B0:	02	CA	12	02	00	00	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7
0C0:	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD
0D0:	29	D7	FD	29	00	00	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E
0E0:	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA
0F0:	E9	4E	FA	E9	00	00	00	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
100:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
110:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	D7	FD	29	D7
120:	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	FF	68
130:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	D7	FD	29	4E
140:	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	D7	FD	29	FF	68
150:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	D7	FD	29	4E
160:	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	4E	FA	E9	D7	FD	29	FF	68
170:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	D7	FD	29	D7
180:	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	D7	FD	29	FF	68
190:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
1A0:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
1B0:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
1C0:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
1D0:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	04	52	B2	04
1E0:	52	B2	04	52	B2	04	52	B2	04	52	B2	04	52	B2	FF	68
1F0:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	04	52	B2	04
200:	52	B2	FF	FF	FF	FF	FF	FF	04	52	B2	04	52	B2	FF	68
210:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	04	52	B2	04
220:	52	B2	04	52	B2	04	52	B2	04	52	B2	04	52	B2	FF	68
230:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	68	E9	FF	68	E9	FF
240:	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68	E9	FF	68
250:	E9	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
260:	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
270:	00	00	00	00	00	00										

4.2 Analyse de la signature du fichier

Les fichiers peuvent être identifiés avec les extensions de leurs noms comme mire.bmp mais il est très facile de changer l'extension en renommant le fichier par exemple. Une signature est intégré dans le contenu même du fichier directement en binaire que 1 ou plusieurs octets.

Une liste de signatures peut être vue ici : https://www.garykessler.net/library/file_sigs.html

Pour le fichier bitmap BMP nous avons les informations suivantes :

42 4D	BM
BMP, DIB	Windows (or device-independent) bitmap image
	NOTE: Bytes 2-5 contain the file length in little-endian order.

L'analyse Cyber Forensic consiste à recueillir des indices ou preuves d'intrusions directement dans les contenus numériques : fichiers, disque durs, mémoires vive des ordinateurs……..

Q16. Analyse forensic du fichier mire.bmp, répondre aux questions suivantes :
- Vérifier le type du fichier
- Vérifier sa longueur en octet
- Donner l'adresse du début de l'image
- Quel est le nombre de pixels en largeur ?
- Quel est le nombre de pixels en hauteur ?

Q17. A partir du nombre de pixels par ligne donner le nombre d'octets utilisés pour coder ces pixels. Ce nombre est-il un multiple de 4 ? Si non combien d'octet faut-il ajouter à chaque ligne pour vérifier la norme de représentation.

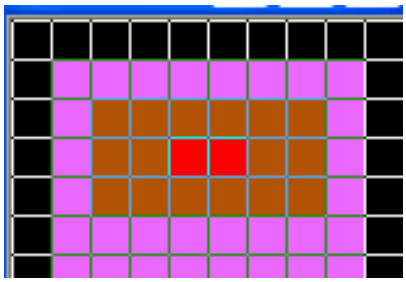
4.3 Réalisation de fonctions élémentaires d'accès aux pixels

Script2. Réaliser un script python qui lit et affiche les paramètres d'une image Hauteur, Largeur, Taille totale du fichier, Adresse de la zone de définition image …

Script3. Réaliser un script python avec une fonction qui permet de lire les valeurs RVB d'un pixel de coordonnées (X,Y)

Script4. Réaliser un script python qui permet de modifier les couleurs d'un pixel de coordonnées (X,Y)

Script5. Utiliser le script précédent pour tirer dans la cible :



5 Travaux sur les images réelles[2]

5.1 Quelques images à travailler

Voilà quelques images pour réaliser nos expérimentations :

Minion.bmp

Abeille Flandre.bmp

hawkeye.bmp

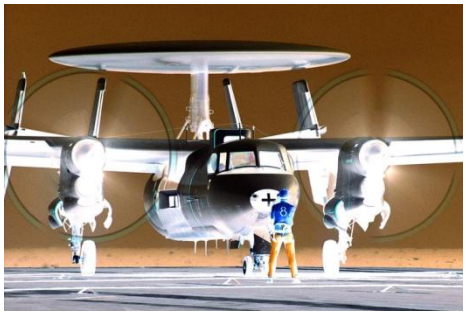
⇦

[2] Les travaux de ce paragraphe ont été très inspirés du site suivant http://www.tangentex.com/TraitementImages.htm#Par1

5.2 Les scripts à réaliser

a) Inversion des couleurs

Script6. Réaliser une inversion des couleurs pour cela il faut recopier l'image en inscrivant pour chacune des valeurs de couleurs la valeur complémentaire 255 - R, 255-V, 255-B



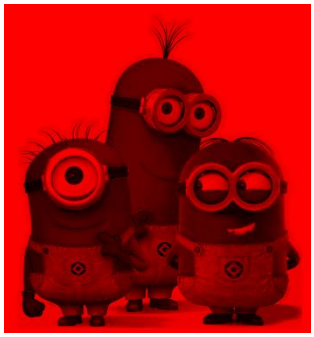
b) Passage en niveau de gris

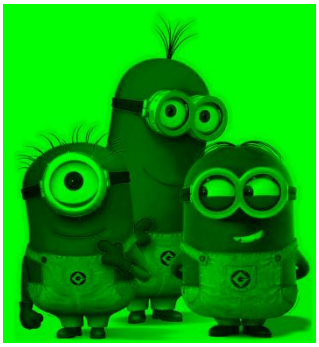
Script7. Réaliser une transformation en niveau de gris pour cela chaque pixel R, V, B est remplacé par le triplet G, G, G où

G = 0.2125•R + 0.7154•G + 0.0721•B

c) Suppression de composantes couleurs

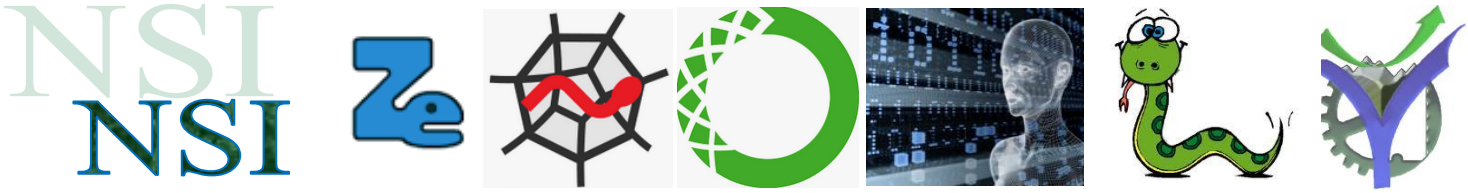
Script8. Réaliser un script qui ne garde qu'une seule des trois composantes sur une image.





d) Autres idées d'essais pour les plus rapides

D'autres modifications et opérations telles que le filtrage sont décrites sur le site mis en référence.



5.3 Autres représentation des couleurs

Il existe d'autres représentations des couleurs que les triplets de valeurs R, V, B. Les calculs de transformation d'un système de représentation dans un autre sont dévolus à la librairie python colorsys : https://docs.python.org/3/library/colorsys.html

Pour la théorie voir par exemple ici representationCouleur.pdf

`colorsys` — Conversions between color systems

Source code: Lib/colorsys.py

The `colorsys` module defines bidirectional conversions of color values between colors expressed in the RGB (Red Green Blue) color space used in computer monitors and three other coordinate systems: YIQ, HLS (Hue Lightness Saturation) and HSV (Hue Saturation Value). Coordinates in all of these color spaces are floating point values. In the YIQ space, the Y coordinate is between 0 and 1, but the I and Q coordinates can be positive or negative. In all other spaces, the coordinates are all between 0 and 1.

See also: More information about color spaces can be found at http://poynton.ca/ColorFAQ.html and https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-spaces.htm.

The `colorsys` module defines the following functions:

`colorsys.`**`rgb_to_yiq`**(*r*, *g*, *b*)
Convert the color from RGB coordinates to YIQ coordinates.

`colorsys.`**`yiq_to_rgb`**(*y*, *i*, *q*)
Convert the color from YIQ coordinates to RGB coordinates.

`colorsys.`**`rgb_to_hls`**(*r*, *g*, *b*)
Convert the color from RGB coordinates to HLS coordinates.

`colorsys.`**`hls_to_rgb`**(*h*, *l*, *s*)
Convert the color from HLS coordinates to RGB coordinates.

`colorsys.`**`rgb_to_hsv`**(*r*, *g*, *b*)
Convert the color from RGB coordinates to HSV coordinates.

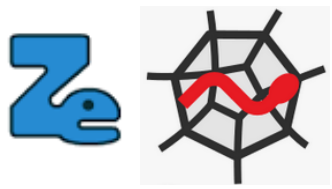
`colorsys.`**`hsv_to_rgb`**(*h*, *s*, *v*)
Convert the color from HSV coordinates to RGB coordinates.

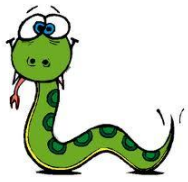
6 Pour les experts : Cyber Forensic

Une connaissance approfondie permet d'exploiter certaines caractéristiques des contenus informatiques à d'autres fins que celles initialement prévues.

Dans notre cas le travail consiste à étudier la faisabilité d'exploiter les valeurs 0x00 imposée par le codage des fichiers de type bmp quand il n'y a pas un nombre d'octets multiple de quatre sur chaque ligne. La question auquel vous devez répondre est la suivante :

EXPERT1. Est-il possible de ce servir de ces octets 'inutiles' pour transporter une charge utile ou payload (dans le jargon informatique). Cette charge utile étant un message encodé en ASCII par exemple, éventuellement lui-même chiffré. Et ce sans altérer les capacités d'afficher l'image modifiée ?






7 Compléments utiles

7.1 Les modes d'ouverture d'un fichier

Quelques exemples d'ouverture de fichiers :

```
fichier_origine = open(image_origine+'.bmp',"rb")
fichier_resultat=open(image_recopiee,"wb")
```

"rb" indique une ouverture en lecture et mode binaire.

"wb" indique une ouverture en mode écriture et binaire.

Nous pouvons invoquer l'aide de la fonction open :

```
>>> help(open)
Help on built-in function open in module io:

open(...)
    open(file, mode='r', buffering=-1, encoding=None,
         errors=None, newline=None, closefd=True, opener=None) -> file object

    Open file and return a stream.  Raise IOError upon failure.

========= ============================================================
Character Meaning
--------- ------------------------------------------------------------
'r'       open for reading (default)
'w'       open for writing, truncating the file first
'x'       create a new file and open it for writing
'a'       open for writing, appending to the end of the file if it exists
'b'       binary mode
't'       text mode (default)
'+'       open a disk file for updating (reading and writing)
'U'       universal newline mode (deprecated)
========= ============================================================
```

7.2 Attention un module peut en cacher un autre

Attention cependant il y a dans la bibliothèque os (Operating System) une autre fonction open qui ne possède pas les mêmes arguments d'appel :

```
>>> from os import *

>>> help(open)
Help on built-in function open in module nt:

open(...)
    open(path, flags, mode=0o777, *, dir_fd=None)

    Open a file for low level IO.  Returns a file handle (integer).

    If dir_fd is not None, it should be a file descriptor open to a directory,
      and path should be relative; path will then be relative to that directory.
    dir_fd may not be implemented on your platform.
      If it is unavailable, using it will raise a NotImplementedError.
```

Dans ce cas un appel comme ci-dessous provoque une erreur de type de variables :

```
21 # Ouverture du fichier
22 fich=open(nom_fichier,"rb")
```

```
>>> (executing lines 1 to 36 of "test_lecture_fichier_int.py")
Traceback (most recent call last):
  File "P:\PRO\USB\NSI\NSI STEGANOGRAPHIE\test_lecture_fichier_int
.py", line 22, in <module>
    fich=open(nom_fichier,"rb")
TypeError: an integer is required (got type str)
```