La norme JPEG

Joint Photographic Expert Group

Norme ISO/IEC CCITT T81

I Schéma global

I – 2 Principe

Rappels et principes

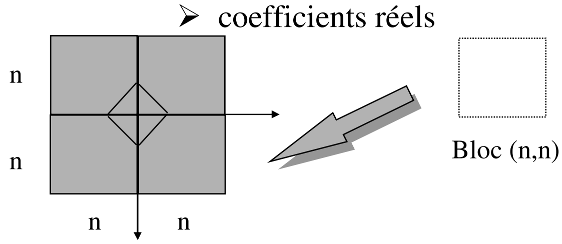
→ Transformation réversible

→ Quantification

→ Codage exact

La transformation

- La transformée de Fourier :
  - ➢ coefficients complexes
- Transformation d'un signal pair :
  - ➢ coefficients réels



Transformation

- À partir des x(n), montrer que

$$Y(k) = \exp\left(j\frac{\pi k}{2N}\right)C_N(k) \quad \text{avec} \quad C_N(k) = 2\sum_{n=0}^{N-1} x(n)\cos\left(\frac{\pi k}{2N}(2n+1)\right)$$

$$y(n) = \begin{cases} x(n) \\ x(2N-1-n) \end{cases}$$

Transformation

- Sachant que

$$\begin{cases} Y(k) = \exp\left(j\frac{\pi k}{2N}\right)C_N(k) \\ Y(N) = 0 \\ Y(2N-k) = \exp\left(-j\frac{\pi k}{2N}\right)C_N(k) \end{cases}$$

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w(k)C_N(k)\cos\left(\frac{\pi k}{2N}(2n+1)\right)$$

Transformée en Cosinus

$$C_N(k) = w(k) \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left(\frac{\pi k}{2N}(2n+1)\right)$$

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w(k) C_N(k) \cos\left(\frac{\pi k}{2N}(2n+1)\right)$$

La transformée discrète (8,8)

$$F(u,v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{x=0}^{7} \sum_{y=0}^{7} f(x,y) \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{16}\right) \cos\left(\frac{\pi(2y+1)v}{16}\right)$$

avec u, v, x, y = 0,1,2, ... ,7

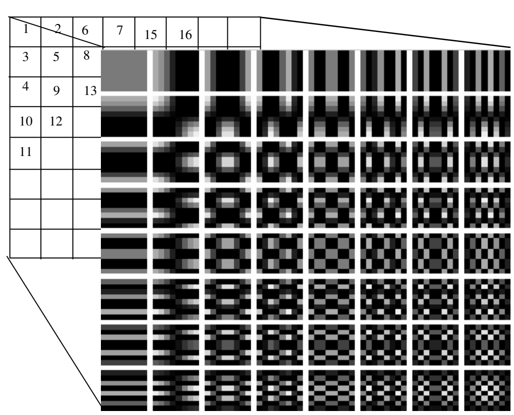
où	x, y	=	coordonnées spatiales dans le domaine pixel
	u, v	=	coordonnées dans le domaine fréquentiel discret
	C(u)	=	$1/\sqrt{2}$ pour u=0 et 1 ailleurs
	C(v)	=	$1/\sqrt{2}$ pour v=0 et 1 ailleurs

Exemple de DCT

140	144	147	140	140	155	179	175
144	152	140	147	140	148	167	179
152	155	136	167	163	162	152	172
168	145	156	160	152	155	136	160
162	148	156	148	140	136	147	162
147	167	140	155	155	140	136	162
136	156	123	167	162	144	140	147
148	155	136	155	152	147	147	136

1210	-18	15	-9	23	-9	-14	-19
21	-34	26	-9	-11	11	14	7
-10	-24	-2	6	-18	3	14	7
-8	-5	14	-15	-8	-3	-3	8
-3	10	8	1	-11	18	18	15
4	-2	-18	8	8	-4	1	-7
9	1	-3	4	-1	-7	-1	-2
0	-8	-2	2	1	4	-6	0

Interprétation fréquentielle



$Q(u,v) \in [-2047, 2047]$

La quantification

$$C(i,j) = \left\lfloor \frac{DCT\ (i,j)}{Quantum\ (i,j)} \right\rfloor$$

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

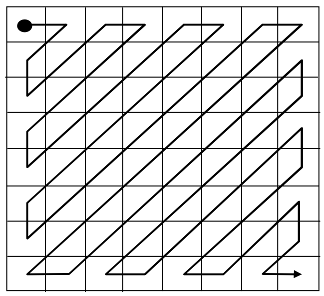
Exemples

145	-84	34	-69	4	-66	-35	72
-45	-28	28	19	10	-54	5	15
0	-2	-8	-15	-9	0	30	-41
9	-14	15	-11	5	8	-12	-32
1	1	3	-11	7	-23	-4	0
18	4	-17	-10	4	-10	7	-10
-5	1	-7	-20	1	-1	-3	5
3	1	1	9	2	7	2	-2

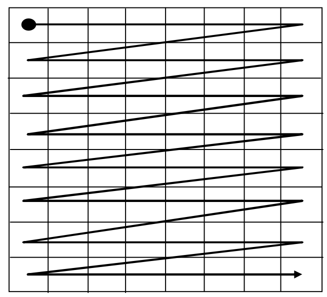
24	-7	2	-3	0	-2	0	1
-4	-1	1	0	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

144	-77	32	-63	0	-62	0	41
-44	-16	21	0	0	-36	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

2D-1D



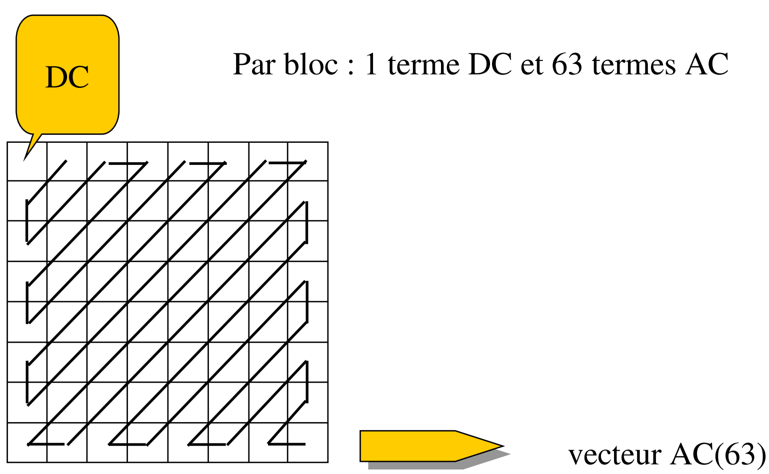
a)



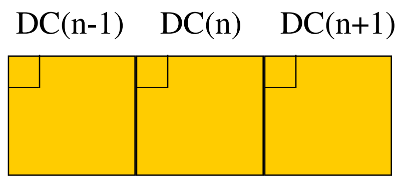
b)

Traitement de l'information

Par bloc : 1 terme DC et 63 termes AC



Codage des termes DC



$C(n) = DC(n)-DC(n-1)$

Size , Amplitude

VLC du terme Size

Paramètre S	**Gamme Amplitude différentielle**
0	**0**
1	**-1 , 1**
2	**-3,-2 , 3,2**
3	**-7,...,-4 , 4,...,7**
4	**-15,...,-8 , 8,...,15**
5	**-31,...,-16 , 16,...,31**
6	**-63,...,-32 , 32,...,63**
7	**-127,...,-64 , 64,...,127**
8	**-255,...,-128 , 128,...,255**
9	**-511,...,-256 , 256,...,511**
10	**-1023,...,-512 , 512,...,1023**

Bilan

- Calcul du C(i)
- Pour chaque C(i) détermine le paramètre *Size* codé par M_i
- Déterminer Sign : $G_i = 1$ if $Ci>0$;

  $G_i = 0$ if $Ci<0$
- Codage de l'amplitude sur Size Bit: V_i
- Encodage C_i : $M_i \oplus G_i \oplus V_i$

  ($\oplus$: concaténation binaire)

Table de Huffman pour le paramètre Size

Catégorie S	Code (Y)	Code (C)
0	00	00
1	010	01
2	011	10
3	100	110
4	101	1110
5	110	11110
6	1110	111110
7	11110	1111110
8	111110	11111110
9	1111110	111111110
10	11111110	1111111110

Codage des termes AC

$Vect_{AC}$=[AC(1) , AC(2) , ... , AC(63)]

🖫Zeros Run length 🖫, 🖫 Size 🖫

Si Amplitude >0 🖫 Amplitude 🖫

Si Amplitude <0 🖫 $\overline{\text{Amplitude}}$ 🖫

Exemple d’une table de Huffman

Zero Run	Catégorie S	Code (C)
0	1	00
0	2	01
0	3	100
0	4	1011
...	...	...
1	1	11000
1	2	1110010
1	3	1111001
1	4	111110110
...	...	...

Exercice

Générer le bitstream associé au bloc suivant :

DC(i-1) = 34

39	-3	1	0	0	0	0	0
2	-1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Schéma général de compression

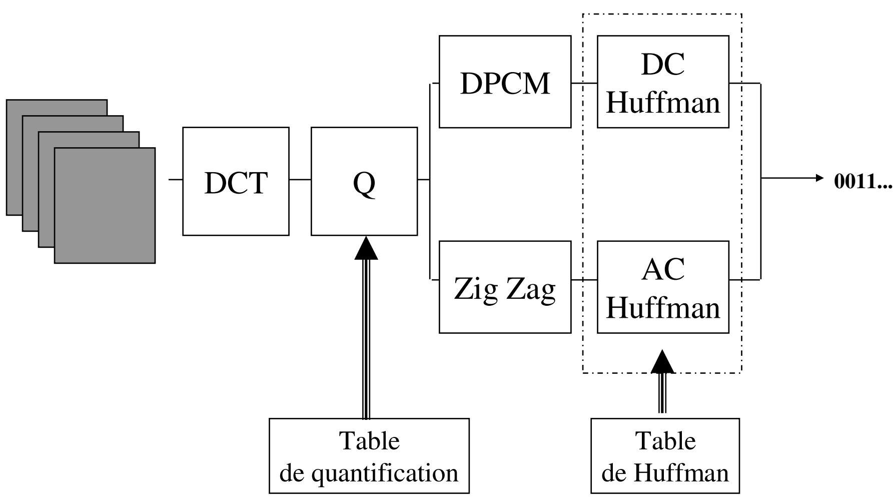
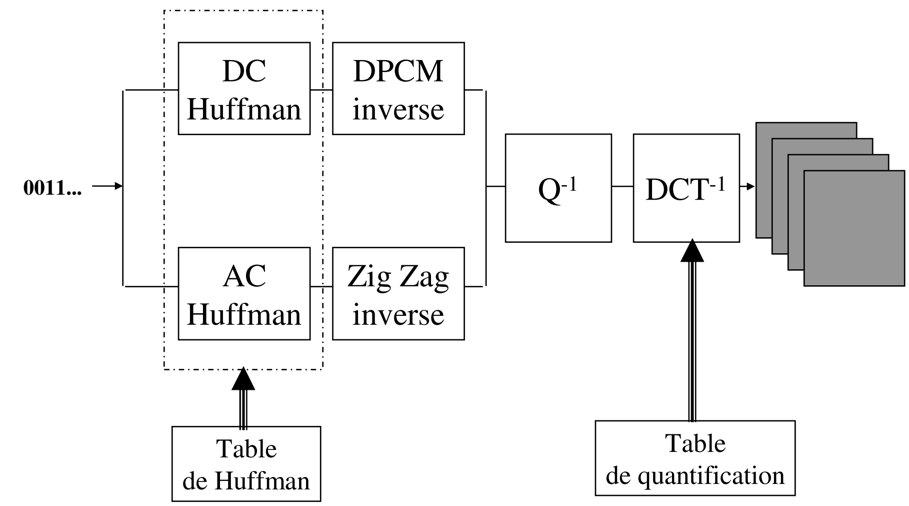
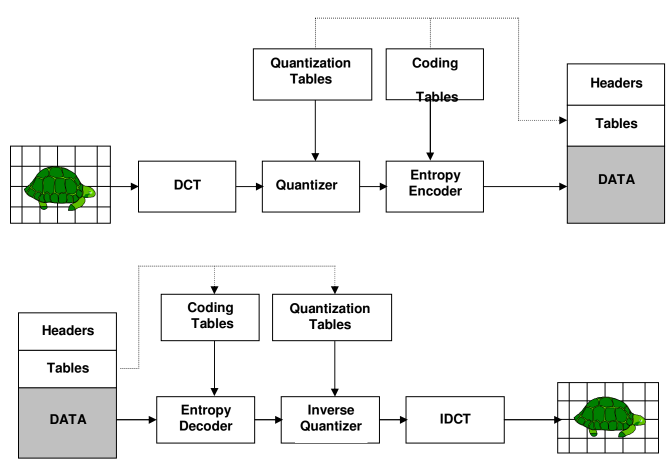


Schéma général de décompression



Bitstream



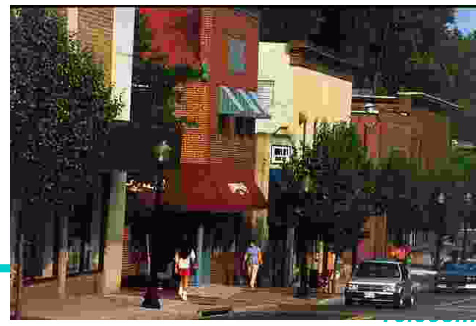
Performances

0.25 bit/pixel	:	image reconnaissable	32
0.5 bit/pixel	:	image très proche	16
0.75 bit/pixel	:	image excellente	10
1.5 bit/pixel	:	image semblable	5

T=3.36

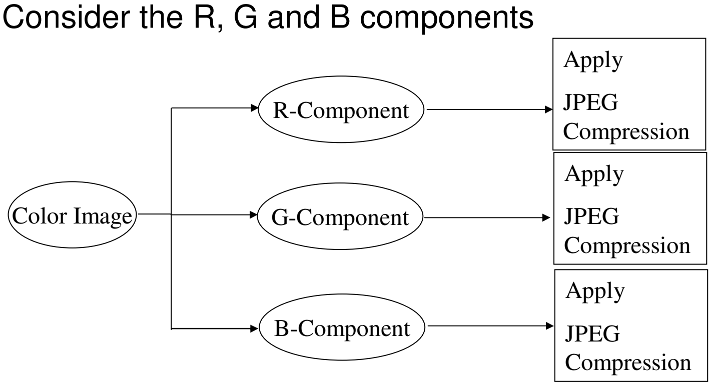
T=16.89

T=27.431



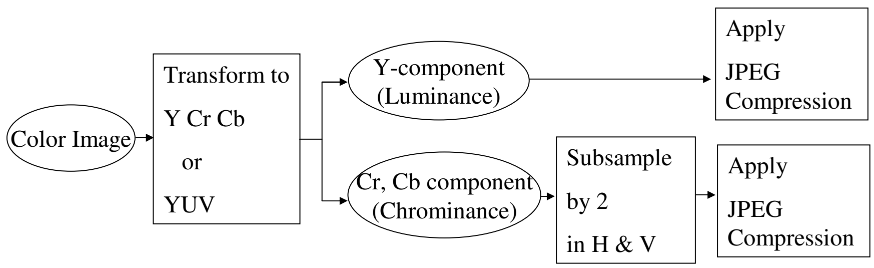
Handling Color Images

- Consider the R, G and B components



Handling Color Images(contd.)

•Transform (RGB) to another representation



Rappels YUV

Y = 0.587 V+ 0.299 R+ 0.114 B Signal de luminance

V = (B-Y) Signal de Chrominance bleue

U = (R-Y) Signal de Chrominance rouge

Rappels YCbCr

$Y = 0.587\, V + 0.299\, R + 0.114\, B$ Signal de luminance

$Cb = 0.564\, (B-Y)$ Signal de Chrominance bleue

$Cr = 0.713\, (R-Y)$ Signal de Chrominance rouge