

# Comment ça marche ?

## Les transmissions radio-numériques

### 17 – Le codage de l'image fixe

Par le radio-club F6KRR

*Après avoir vu la réduction des données par le codage de la parole, nous allons poursuivre avec le codage des images fixes. Comme pour le codage de la parole, il ne s'agit pas d'exiger du lecteur une compétence en traitement du signal. Cet article n'a d'autre ambition que de donner une idée générale des processus employés.*

#### Codage de l'image fixe.

La transmission d'une image fixe revient à transmettre un fichier de données. Le problème consiste à réduire la taille de ce fichier sans diminuer la qualité de l'image définie par une résolution en pixels.

Prenons un exemple avec une image couleur ayant une résolution de 86400 pixels (360×240), codée sur 256 niveaux à partir des trois couleurs fondamentales **R,V,B** et numérisons là. Nous obtenons un fichier de taille :  $86400 \times 3 \times 8 = 2\,073\,600$  bits.

Supposons que nous voulions transmettre cette image par radio en **une seconde**. En prenant en compte un "habillage" des données qui les augmente dans un rapport 1,5, nous obtenons un fichier "radio" de **3 110 400 bits**, soit un débit de **48 600 bauds** avec une modulation **64QAM**. Et c'est une image en basse résolution ! On voit bien la nécessité de réduire la taille du fichier. Pour cela on va utiliser plusieurs solutions qui peuvent être combinées.

Une première solution consiste à compresser les données, par exemple selon le principe **RLC** (**R**un **L**ength **C**oding) qui est celui des fichiers "zip". Ce codage ne perd aucune information. Une autre solution consiste à coder l'image non plus en RVB, mais en **Y-Cb-Cr** (luminance, chrominance bleue, chrominance rouge). Alors partant du principe que l'œil a moins de résolution pour la couleur par rapport à la luminance, on peut adopter le format **4:2:2**. C'est-à-dire que pour 4 pixels, on a 4 valeurs de luminance et 2 valeurs pour chaque chrominance. On réduit alors la taille du fichier dans un rapport de 1,5 (8 bits pour 12 bits).

On peut ensuite appliquer une compression RLC ou une variante plus performante appelée "**VLC**" (**V**ariable **L**ength **C**oding ou codage à longueur variable ou entropique). Le codage le plus connu est le code de Huffman qui est bien adapté à la DCT que nous allons voir.

#### *La transformée en cosinus discrète (DCT)*

Il s'agit d'appliquer une transformée de Fourier complexe aux signaux numérisés. Sous certaines conditions, la DCT décompose le signal en une série de fonctions uniquement cosinus harmoniques en phase avec le signal d'origine, ce qui réduit de moitié le nombre de coefficients nécessaires pour une transformée standard.

Dans le cas d'une image, nous travaillons à partir d'un signal échantillonné bidimensionnel. Nous aurons donc affaire à une DCT en deux dimensions (H et V) qui transformera les

valeurs discrètes (luminance ou chrominance) d'un bloc de  $N \times N$  pixels en un autre bloc de  $N \times N$  coefficients correspondant à l'amplitude de chacune des fonctions cosinus harmoniques. En pratique, on choisit  $N=8$  (blocs de 64 coefficients). Voir sur la figure 1 le déroulement du processus complet <sup>[1]</sup>.

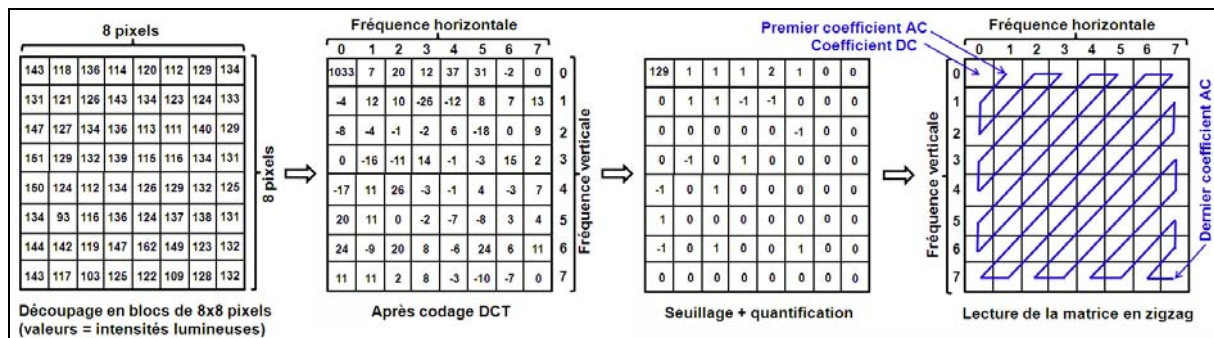


Figure 1 : **Processus de compression d'image utilisant le procédé DCT**

Dans la matrice, le coefficient DC (composante continue) représente l'intensité moyenne du bloc et le dernier (en bas à droite) la composante de fréquence spatiale la plus élevée selon les deux axes.

La DCT a la propriété remarquable de concentrer l'énergie du bloc sur peu de coefficients situés dans l'angle supérieur gauche. Par ailleurs les coefficients étant décorrélés, cela peut être mis à profit dans les étapes ultérieures de la compression. Jusqu'à maintenant, le traitement effectué par la simple DCT s'est fait sans perte d'information.

## Le standard JPEG

L'ISO (International Standard Organization) a créé en 1990 un groupe de travail international baptisé "JPEG" (Joint Photographic Experts Group) pour élaborer une norme de compression d'image photographique de résolution variable sous forme RVB ou Y,Cb,Cr. Cette norme publiée en 1993 sous la référence ISO/IEC 10918 est très ouverte et peut être considérée comme une "boîte à outils" pour la compression d'images fixes.

Sans entrer dans les détails, la norme reprend le processus que nous avons déjà vu :

- Découpage en blocs de  $8 \times 8$  pixels
- Transformation DCT
- Seuillage et quantification
- Lecture en zigzag

Auxquels s'ajoutent :

- Codage RLC
- Codage entropique de Huffman

Cette dernière étape consiste à coder les coefficients avec une longueur d'autant plus courte qu'ils sont plus fréquents statistiquement. Avec le RLC, ces deux dernières étapes permettent à elles seules un facteur de compression de l'ordre de 2 à 3.

Il est à noter que la compression JPEG peut être réalisée avec ou sans perte de qualité selon le but et le taux de compression recherchés. Mais les utilisations les plus courantes se font avec pertes, ce qui permet d'atteindre, selon la nature de l'image, des taux de compression supérieurs à la dizaine. L'augmentation de compression est réalisée en forçant à "zéro" les coefficients des fréquences plus ou moins élevées.

En conséquence pour une liaison radio, en prenant un débit constant, la durée de transmission dépend alors du contenu de l'image. Plus elle a de détails et plus sa transmission demandera du temps.

Dans le prochain "Comment ça marche" nous aborderons le codage des images animées.

**La Rubrique "Comment ça marche" est une activité collective du radio-club F6KRK (<http://www.f6krk.org>). Pour une correspondance technique concernant cette rubrique : "f5nb@orange.fr".**

### **Bibliographie**

Nous nous sommes principalement servi de cette référence :  
[1] – La TELEVISION NUMERIQUE par Hervé Benoit (DUNOD)