

LA TELEVISION NUMERIQUE

I. GENERALITES

La television numerique s'introduit progressivement dans notre quotidien. La 1ere a ete la television par satellite puis la 2nd, celle par numerisation des reseau cables. Et enfin, la TNT.

Cette progression nous permet de voir la disparition de la tele analogique vers 2010.

La TV numerique permettra de nouvelles formes de programmes tels que les films a la demande, jeux interactifs, spectacle a la demande, accè internet.

Le signal reste le m, 625 lignes, 50 trames entrelacées, et le son (mono, stereo, dolby S) peut être dirigé vers la chaîne Hi-Fi. Les normes permettant cette TV numerique ont d'abord étaient le MPEG 2 (Motion Picture Experts Group) en 1993, le DVB en 1994, le MPEG 4 en 2004.

MPEG 2/4

Le DVB est standard tres voisin de "Direct TV" present aux USA. Il s'est impose rapidement, evitant ainsi une guerre des standards.

Le CCETT de Rennes qui a fortement contribue.

II. INTRODUCTION:

Le debit necessaire a la transmission et emission d'une video est = 140 Mbps. Ce debit est trop elevee pour les supports, medias disponibles. On realise donc une compression du signal pour le reduire. On obtient alors des debits de 3 a 7 Mbps pour le MPEG-2 et 1 a 3 pour le MPEG-4 ex: un canal satellite a 36 MHz, propose un debit de 30 Mbps max. Soit 8 programmes de bonne qualite

* non compressé

Les programmes de qualité VHS (magnétoscope) de débit alloué à chaque programme est fonction de la nature.

animées

Ex : un reportage relatant des images ^{fontement} statiques nécessitera un débit + important qu'une émission avec un présentateur.

III - PRINCIPE DE LA COMPRESSION POUR LE CODAGE DE L'IMAGE

Une image animée est la succession de 25 images fixes par s. La norme JPEG créé dans les années 80, représente l'algorithme le + répandu pour compresser des images fixes. Il offre encore un des meilleurs rapport : qualité/taille disponible. La Norme MPEG 2 est dvp à partir du JPEG

de l'image

a) Les redondances:

compression \equiv réduction de toute les formes de redondances possibles

- redondance spatiale: elle concerne les plages uniformes: on code alors un seul pixel pour caractériser cette plage.

- redondance statistique: certaines données se répètent bcp plus fréquemment que d'autres.

→ utilisation de la DCT (Discret Cosinus Transformer).

- redondance subjective: des pixels ou + ayant des caract. assez proches peuvent être considérés ^{par l'œil humain} $\hat{=}$ identiques \rightarrow seront traités comme identiques.

Rq: Notre œil est bcp plus sensible aux variations d'intensité lumineuse (luminance) qu'à celle de la couleur (chrominance) \rightarrow les infos de la couleur peuvent subir une forte compression.

b) Le DCT - Transformée en Cosinus Discrète:

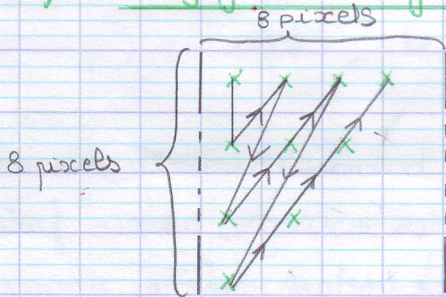
Cet opérateur mathématique permet, après un découpage de l'image en 6480 blocs de 64 pixels (8x8), d'extraire une matrice des coefficients. Cette matrice décrit par la valeur de ses coefficients, la fréquence d'occurrence de l'information codée (luminance, chrominance)

exemple: Matrice Y

| | Y | Cr | Cb |
|--|-----|----|----|
| | 125 | 54 | 30 |
| | 48 | 20 | 13 |
| | 25 | 10 | 3 |

Cette matrice Y décrit par le coefficient 125 un type de luminance bien + fréquent que celui décrit par le coeff 3. La luminance "3", étant peu fréquente, pourra être éliminée lors de la compression.

c) Balayage en Zig-Zag de la matrice:



on obtient ici :
 Un classement des 64 éléments par ordre d'occurrence décroissante
 Ce classement s'appelle un registre ou un vecteur

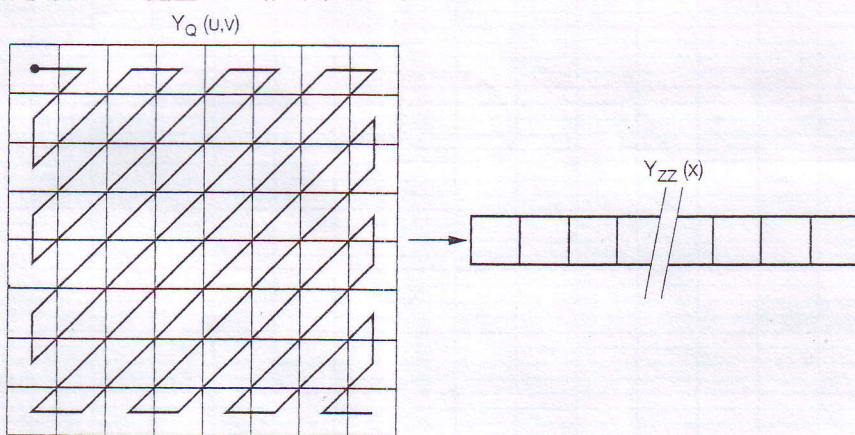


Fig. 7.2. - Balayage en zig-zag de la matrice pour obtenir un vecteur linéaire.

La lecture et le report de un registre série des coeff, fait en sorte qu'ils perdent de leur importance au fur et à mesure que l'on s'éloigne du début du registre. Ce registre est appelé vecteur.

d) Codage VLC: (codage à longueur variable)

La plupart des images génère des vecteurs contenant souvent des valeurs identiques et bcp de '0' successifs. On code alors le vecteur sous la forme d'une paire de données (longueur du saut par dessus les 0; valeur suivante)

exemple:

20, 20, 20, 32, 20, 0, 0, 0, 0, 0, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 1

→ (0, 20), (0, 20), (0, 20), (0, 32), (0, 20), (8, 5), (10, 6), (6, 4)

Il s'agit donc d'un transcodage.

e) codage entropique:

On attribut des codes binaires courts aux codes les + fréquents et codes binaires + longs aux - fréquents.

Associé au codage VLC, ce codage génère une compression de l'ordre de 2 à 3.

nb: le codage VLC se nomme aussi codage de Huffman.

II - PRINCIPE DE LA COMPRESSION DES IMAGES:

a) Redondances temporelles:

2 images successives d'un film présente souvent très peu de différence. On code alors finement, avec précision une image de tps en tps, puis on indique les ms^t relatifs à cette image le reste du temps.

b) Compensation de mouvement:

La plupart des mov^t décrits dans un film ou autre est un déplacement linéaire. On peut donc connaître par extrapolation linéaire la position d'un bloc de l'image suivante. Cette prédiction est toutefois approximative, car elle peut se révéler inexacte. Il suffit alors de transmettre l'erreur de prédiction. Le mov^t est ainsi décrit avec une forte économie de moyens.

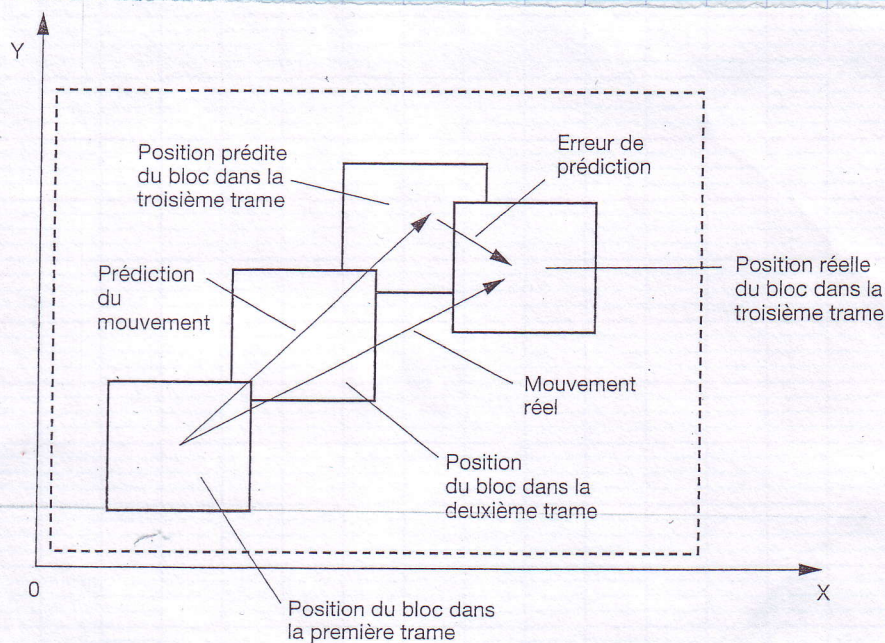


Fig. 7.3. - Compensation de mouvement.

c) Séquence d'image MPEG-2:

Une séquence est constituée de 3 types d'images:

- les images I: (Intra) elles sont codées intégralement sans référence à d'autres images (c'est une image fixe), elles ont donc un faible taux de compression.

- images P: (Prédiction) elles sont obtenues en tenant compte des images I ou P précédentes par extrapolation linéaire des blocs et transmission de l'erreur de prédiction. Leur taux de compression est moyen.

- images B: (bidirectionnelles) elles sont obtenues par prédiction bidirectionnelle, c'est-à-dire par interpolation linéaire à partir des images P ou I voisines. Leur taux de compression est fort.

Le débit numérique et la qualité d'image peuvent être maîtrisés par le choix de l'envoi d'un nombre élevé ou faible d'images I et P.
Le débit sera donc adapté selon le type d'émission (dynamique ou statique).

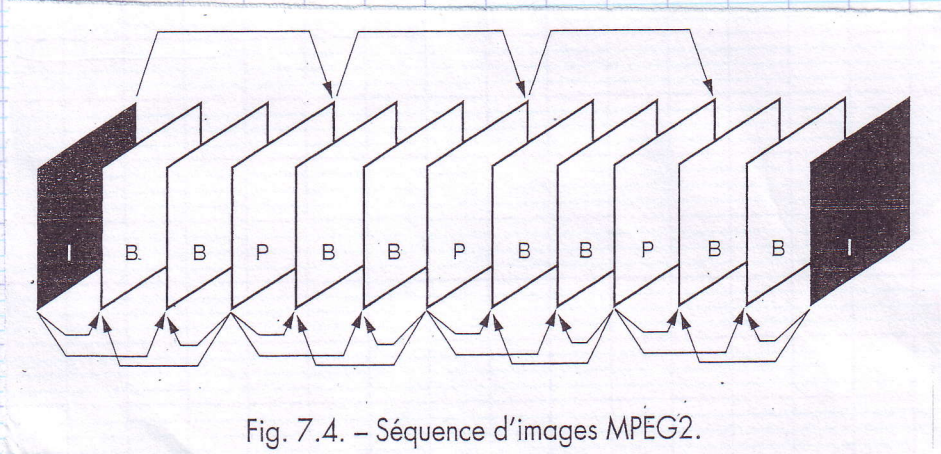


Fig. 7.4. - Séquence d'images MPEG2.

IV - LE CODAGE AUDIO:

Il est utilisé pour le codage du son sur les CD depuis 1984. C'est un échantillonnage sur 16 bits à 44,1 kHz (code P 20 bits) 20a

Débit: $44,1 \times 16 \times 2 = 1,411 \text{ Mb/s}$

↑
stéréo

Le seuil de gain de bande passante est très passante

⇒ compression du signal

ex: MP3 - OggVorbis.

a) principe:

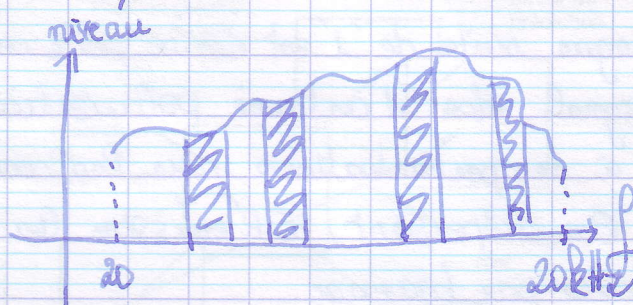
- on tient compte de la courbe de la sensibilité de l'oreille et de sa bande passante pour éliminer les signaux non audibles

on élimine les signaux masqués : ● masquage fréquentiel
(c'est un signal faible qui sera masqué par un signal de fréquence voisine mais de niveau bit supérieur)

● masquage temporel
(un signal faible sera masqué par un signal temporellement voisin mais de niveau bit supérieur).

b) codage:

Le codage prend compte ces remarques ainsi que la sensibilité des oreilles. On divise la bde audio en 32 ss-bdes d'égale largeur mais de niveau \neq .



Cette division est faite de telle sorte à quantifier avec précision les domaines fréquentiels où l'oreille est + sensible. La norme MPEG définit les taux de compression pour une qualité audio donnée, ainsi que pour les DVB, DAB (Digital Broadcast) et le MUSICAM Satellite, le débit fixe sera compris entre 32 et 192 kbp/s par voie. La Hi-fi demande 64 kb/s par 1 voie, soit 128 kb/s pour les 2. Le taux de compression nécessaire sera donc : $1141 \text{ kb/s} / 128 \text{ kb/s} = 11,025$.

VI - MULTIPLEXAGE - BRASSAGE - EMBROUILLAGE.

a. Multiplexage:

① On constitue 1 trame à partir des données: vidéo, audio, services. On place un en-tête permettant d'identifier la nature des données.

② On constitue des paquets de volume semblables
exemple: si la vidéo prend 2x + de place que l'audio on aura alors 1 paquet audio suivi de 2 paquets vidéo.
(car la vidéo est divisée en plusieurs 2 paquets de volume semblables à 1 paquet audio). Ceci est valable quelque soit la nature du paquet (audio, vidéo, services).

③ On assemble les données relatives d'un même transpondeur (6 ou 8 programmes)

b. Brassage:

Lorsqu'une longue suite de 1 est émise, elle concentre l'énergie du signal selon 1 certaine polarisation. Cela peut conduire à des perturbations sur les canaux adjacents. On évite ceci. En dispersant, à l'émission les suites de données identiques par brassage.

c. entrelacement: Les paquets ci-dessous sont émis dans un ordre suivant 1 algorithme précis, le récepteur doit connaître cet algorithme pour réaliser le décodage. Pour canal +, l'algorithme est défini selon des paramètres changés tous les 20 min environ et émis au signal.

VII. LES BONNE CORRECTEURS D'ERREUR :

a. correction d'erreur Reed - Solomon

principe: on rajoute 16 octets de parité par paquet. On peut ainsi corriger jusqu'à 8 octets erronés. Au-delà on informe le récepteur des erreurs et il peut ainsi supprimer le paquet correspondant.

b. entrelacement

on "casse" par entrelacement l'ordre chronologique des données

Ainsi l'événement électrique extérieur (orage, parasites...) qui générera des erreurs, ou détruira certains paquets aura un effet moins perceptible à la réception. En effet, après une remise en ordre chronologique, les effets du parasite seront disséminés dans le signal et ainsi corrigés ou compensés.

c. Codage interne:

Il est destiné à réduire au max les erreurs dues au faible rapport signal/bruit. Cette opération complète les 2 précédentes mais il ne réduit de moitié l'efficacité spectrale et la zone de service de l'émetteur (consommation de la bde parante)

VIII. MODULATION DU SIGNAL ETI'S

on utilise une modulation de type QPSK (Quadrature PSK) à 4 états des phases de largeur de bde 36 MHz. Le canal de transmission réservé par la TVNT est de 11 à 12 GHz.