

La télévision numérique

Marc Van Droogenbroeck

Février 2001

Table des matières

- Principes de base de la télévision numérique
 - Numérisation
 - Descriptif des groupes et processus de normalisation
 - Bases théoriques de la compression
 - Fonctionnalités
- Comparaison des standards de compression
- Norme MPEG-4
- Norme JPEG-2000

Principes de base de la télévision numérique

- Caractérisation d'un son et d'une image
 - Signaux analogiques
- Signaux numériques
 - Concept
 - Définitions: bit, byte (octet)
- Numérisation
 - Filtrage, échantillonnage, quantification, interpolation
 - Définition: débit
 - Compression
- Étude de signaux numériques
 - Vidéo
 - Conversion et formats

Notion de signal analogique

Son

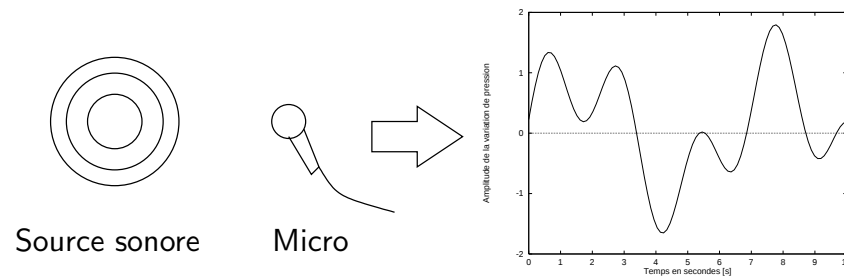


Figure 1: Chaîne d'acquisition d'un son.

Vidéo

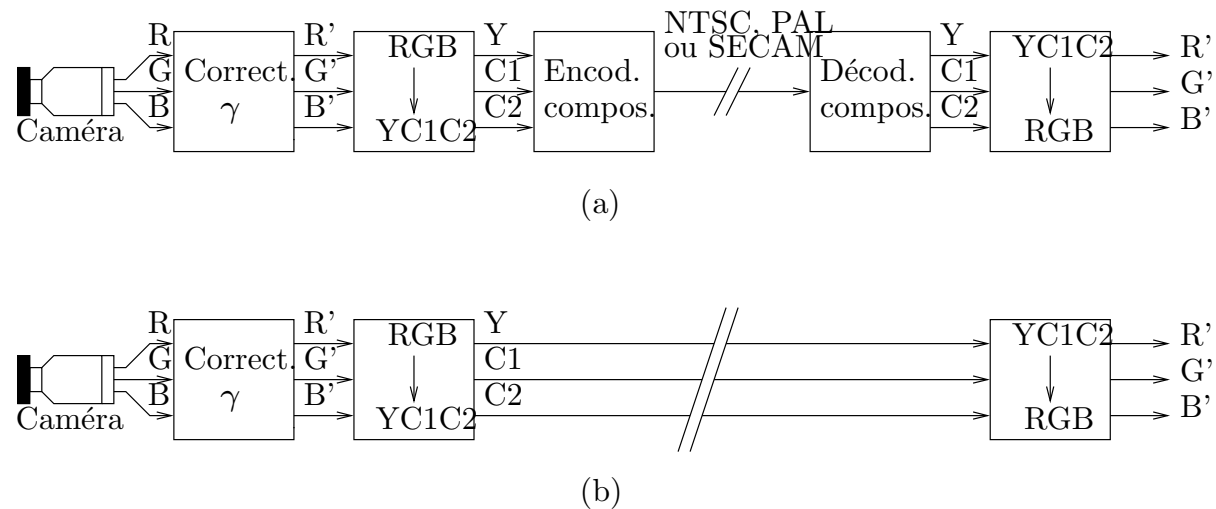
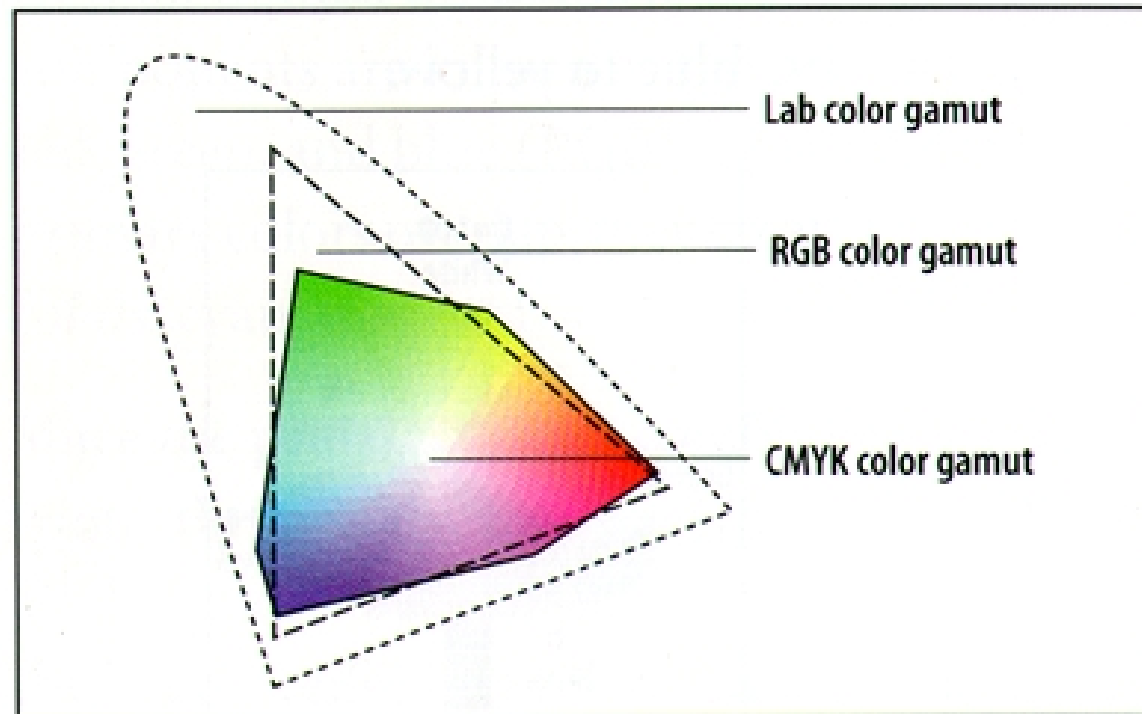
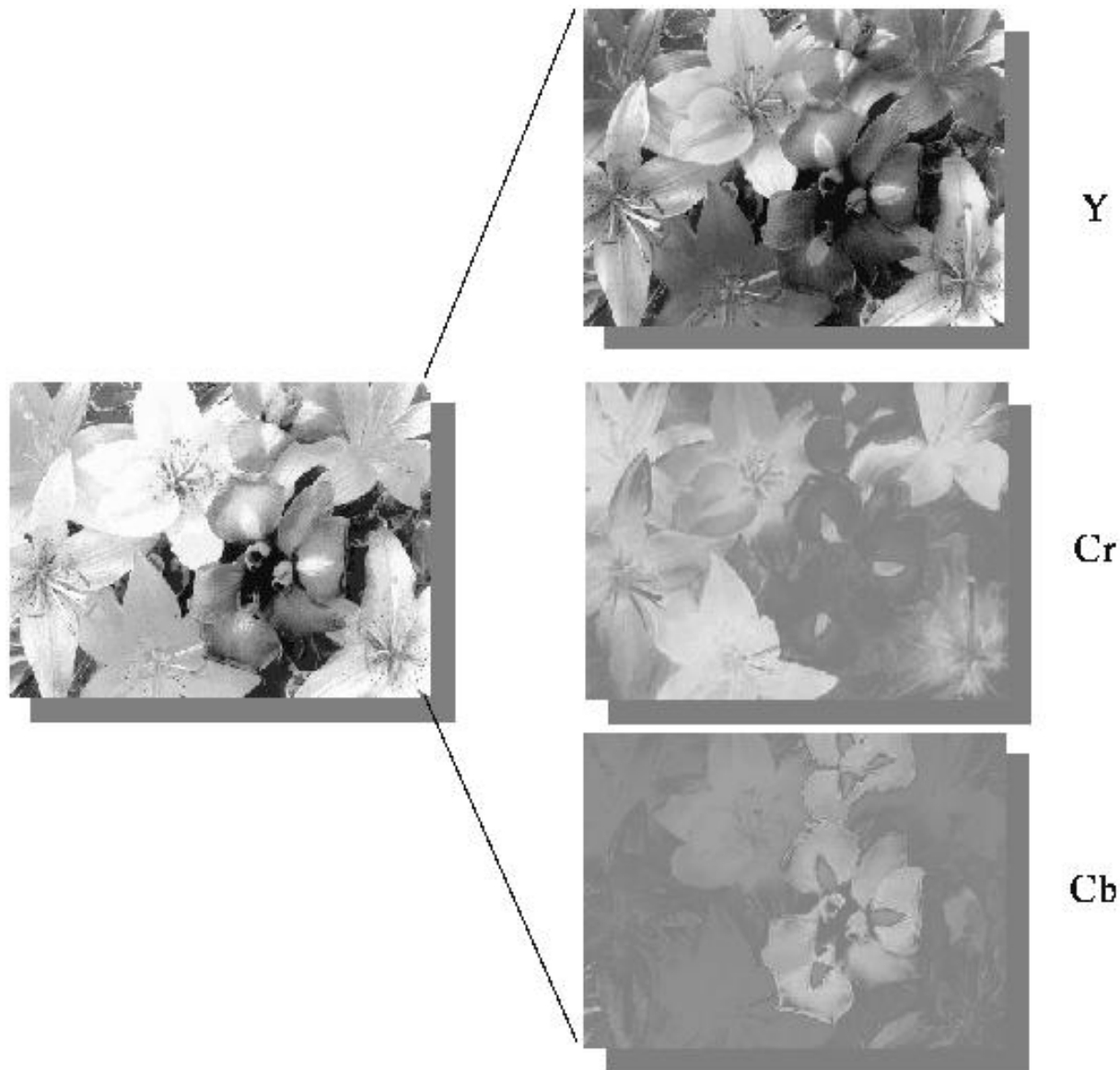


Figure 2: Chaîne de transmission des signaux de télévision composites.

Couleurs



$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,169 & -0,331 & 0,5 \\ 0,5 & -0,419 & -0,081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Visualisation sur écran

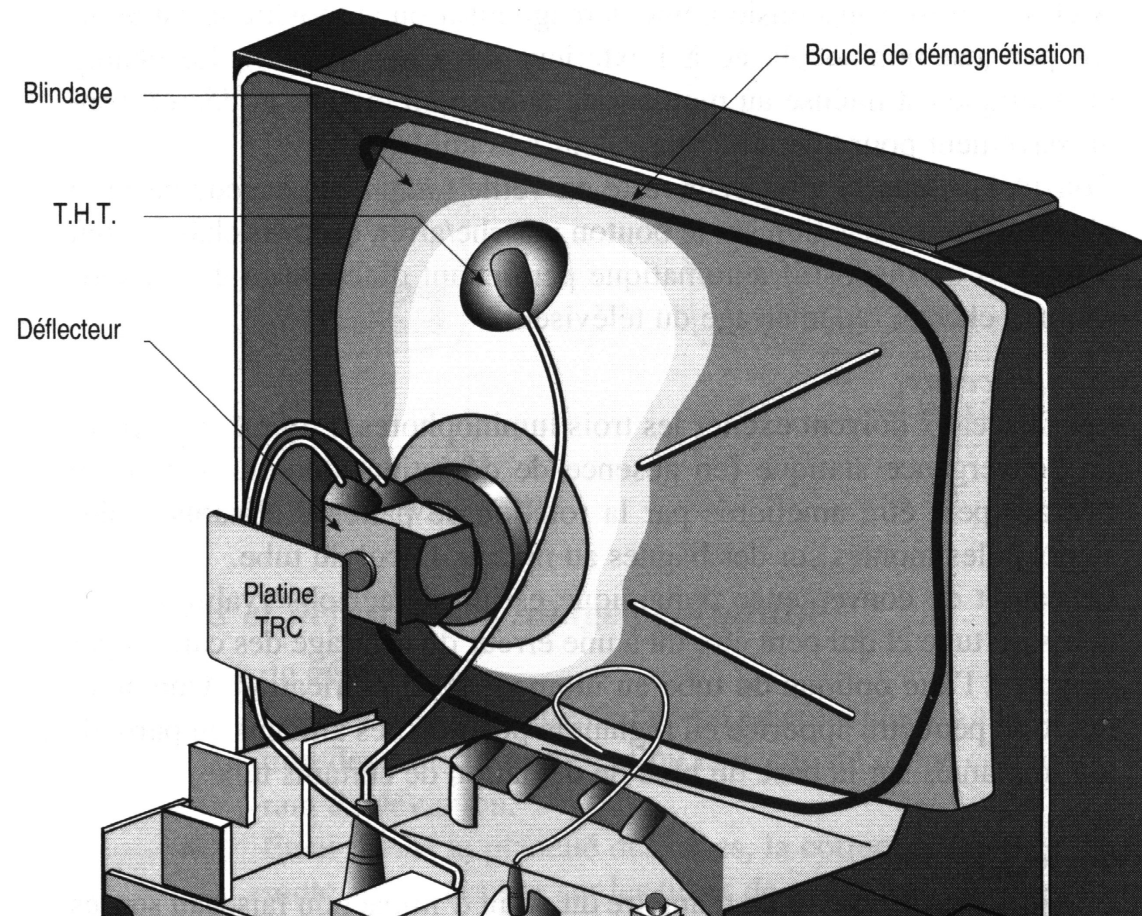


Figure 3: Arrière d'un écran.

Entrelacement

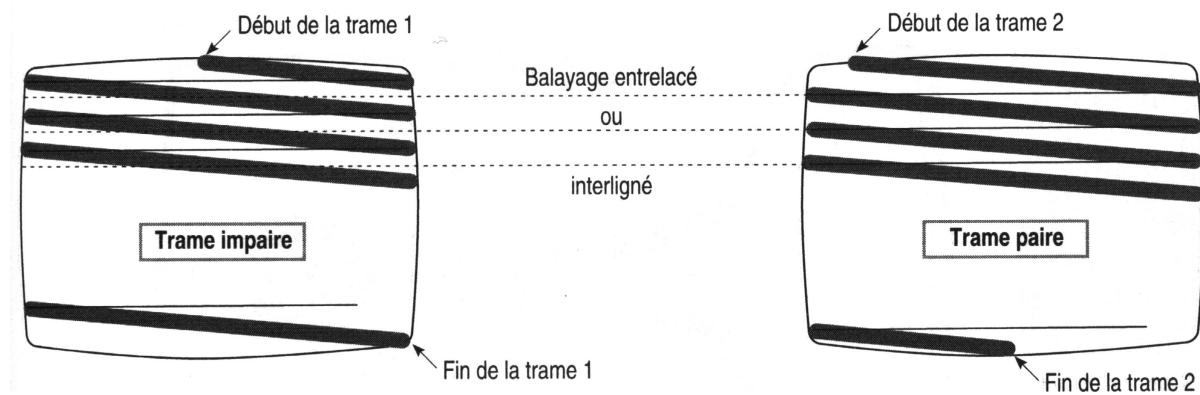


Figure 4: Deux trames

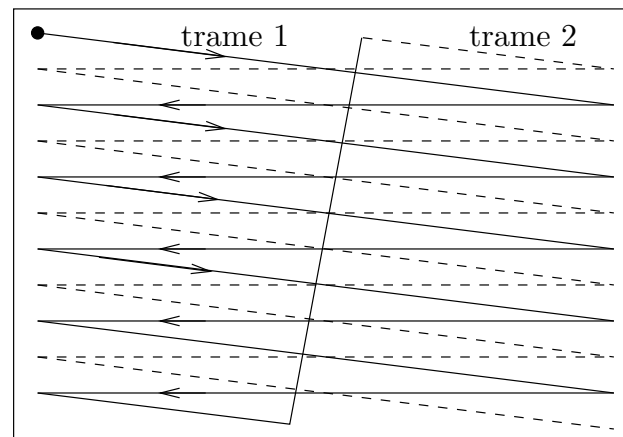


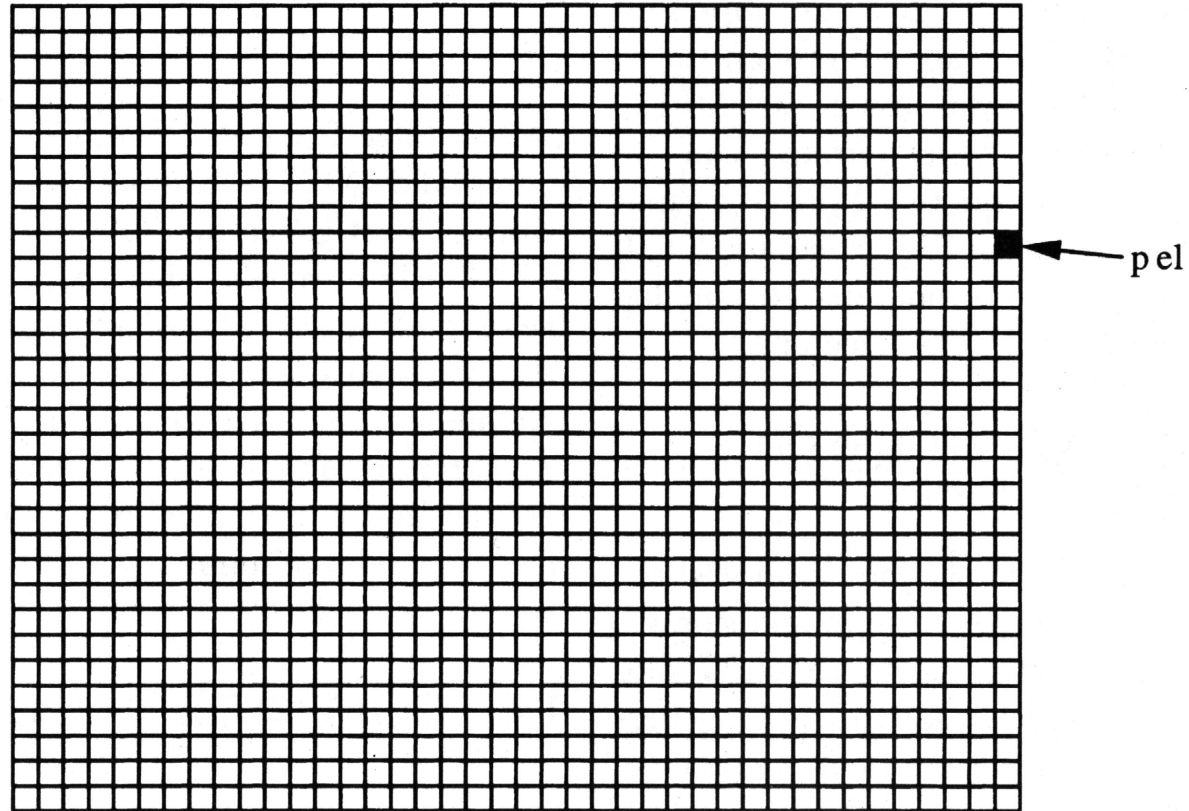
Figure 5: Fusion des trames; format progressif.

Formats de télévision analogique

Format	Description	Pays
NTSC	National Television Systems Committee	États-Unis.
PAL	Phase Alternation Line	Europe sauf France.
SECAM	Système Électronique Couleur Avec Mémoire	France et Russie.

Paramètres	PAL	NTSC	SÉCAM
Fréquence de trame [Hz]	50	59,94	50
Nombre de lignes par trame	625	525	625
Porteuse audio [MHz]	QAM	4,5	FM
Technique de modulation des signaux de couleur	QAM	QAM	FM
Largeur de bande de la luminance [MHz]	5,0 ou 5,5	4,2	6.0
Largeur de bande des chrominances [MHz]	1,3 (U et V)	1,3 (I) - 0,6 (Q)	>1,0 (U et V)

Pel ou pixel (picture element)



Video Frame

Figure 6: Une trame vidéo est constituée d'une matrice de pixels.

Codage PCM

Nombre de bits par codage PCM?

Une image est représentée comme une fonction bidimensionnelle

$$0 \leq f(x, y) \leq 255$$

où

- (x, y) représente la position dans le plan de l'image
- $f(x, y)$ est la luminance, une couleur ou une chrominance

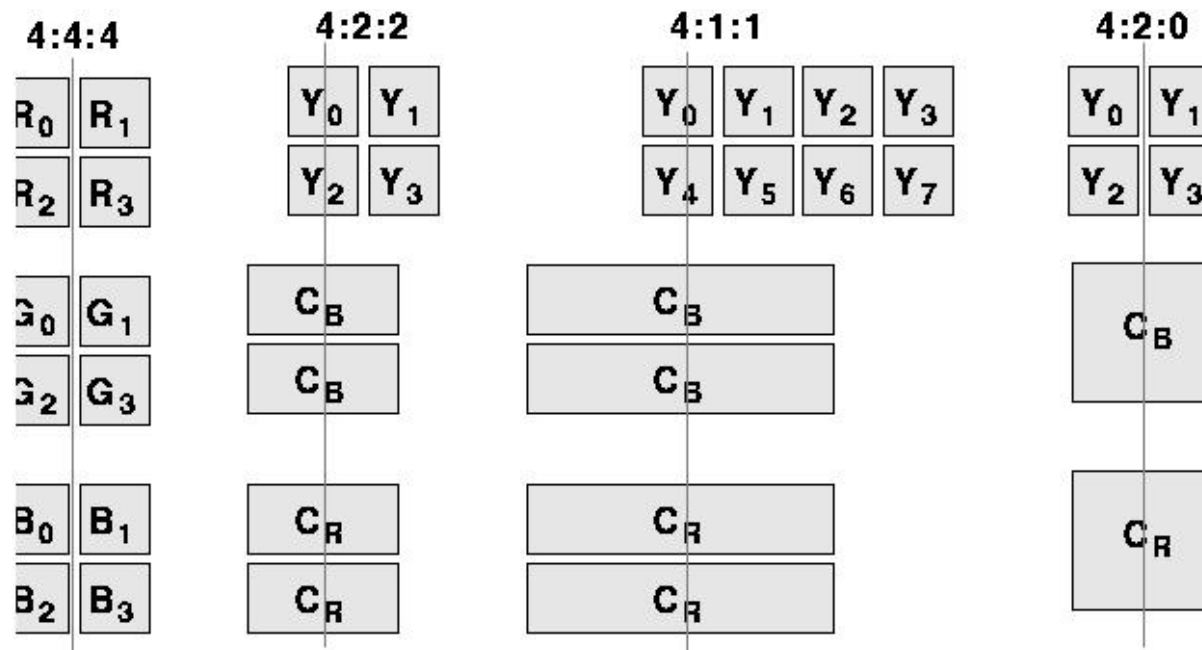
Codage PCM

Ensemble des valeurs	# valeurs	2^n	# de bits
$\{0, 1\}$	2	$n=1$	1
$\{0, 1, 2, 3\}$	4	$n=2$	2
	...		
$\{0, 1, 2, 3, \dots, 255\}$	256	$n=8$	8

En imagerie:

- $Y = 8$ bits et $U, V = 8$ bits
- + éventuellement 8 bits de transparence (chroma keying)

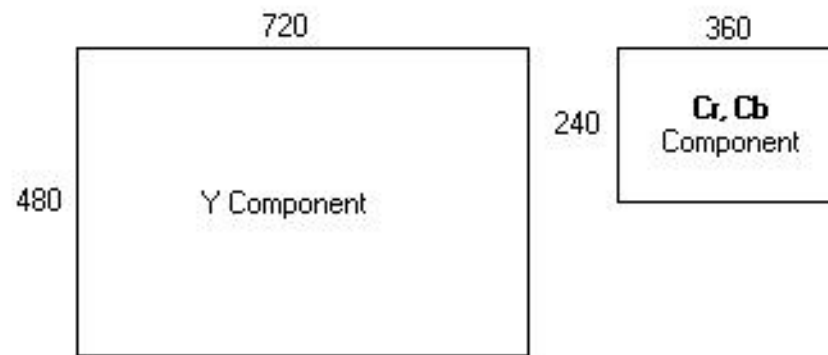
Échantillonnage



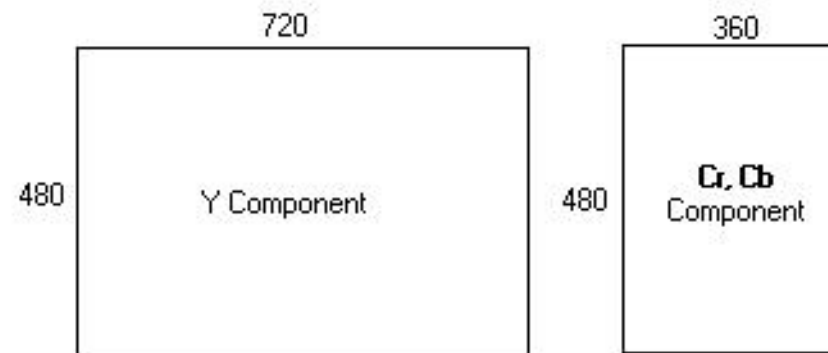
Si une image est composée de $M \times N$ pixels, il faut $M \times N \times 8$ bits

En YUV ou RGB , il faut $3 \times M \times N \times 8 = 24 \times M \times N$ bits

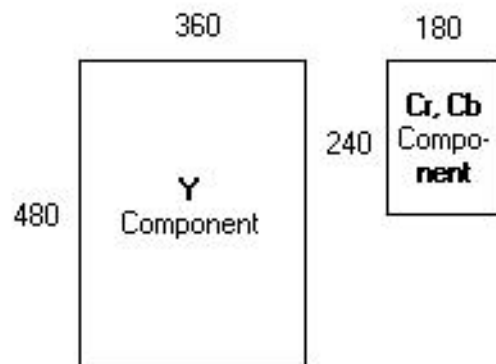
Taille des images échantillonnées



4:2:0 Format



4:2:2 Format



HHR Format

Formats de télévision numérique

- ITU-R 601 (ex **CCIR 601**)
 - YC_bC_r
 - 4:2:2 (720x625x50/360/360) sur 8 bits = 270 [Mb/s]
 - 4:4:4 (720/720/720) partiellement défini
- Source Input Format (**SIF**) et Common Interchange Format (**CIF**)

	SIF (30 Hz)	SIF (25 Hz)	CIF (30 Hz)	QCIF (30 Hz)	4CIF
Y	360 × 242	360 × 288	352 × 288	176 × 144	704 × 576
C_b	180 × 121	180 × 144	176 × 144	88 × 72	357 × 288
C_r	180 × 121	180 × 144	176 × 144	88 × 72	357 × 288
	4 : 2 : 0	4 : 2 : 0	4 : 2 : 0	4 : 2 : 0	4 : 2 : 0
Débit			37 Mb/s	9,1 Mb/s	146 Mb/s

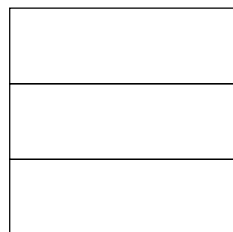
Normalisation

Définition 1 *La normalisation est un processus politique, économique et technologique qui consiste à établir un ensemble de règles.*

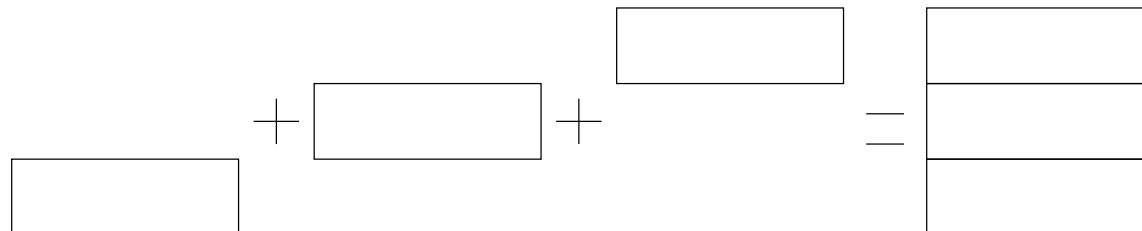
- Quoi?
 - Matériel (format, couleur, interface, ...)
 - Logiciel
 - ité (série ISO9000)
- Qui?
 - Gouvernements
 - Industriels
 - Universitaires
- Pourquoi?
 - Économique
 - Politique

Développement d'un standard

Traditionnellement



Vision d'Internet



+ possibilités de **certification**

Groupes de normalisation

Groupes internationaux

ISO	International Organisation for Standardisation
IEC	Commission Électronique Internationale
ITU	Union Internationale des Télécommunications
CCIR	Comité Consultatif International de Radiodiffusion
DVB	Digital Video Broadcast
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage
IAU	International Astronomical Union
IFIP	International Federation for Information Processing
IPA	International Prepress association

Groupes régionaux

CEN	European Committee for Standardisation
CENELEC	European Committee for Electrical Standardisation
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
ETSI	European Telecommunications Standards Institute

Structure de l'ISO International Organisation for Standardisation (1946)

Structure découpée en

- “*Technical Committees*”, puis en
- “*Sub-Committees*” et
- “*Working Groups*”

Exemples:

- JTC1/SC29 (Picture and audio coding)/WG10 (JPEG = Joint Photographic Experts Group), WG11 (MPEG = Moving Picture Experts Group)
- JTC1/SC24 (Computers and Imaginery)/WG6 Computer Graphics Metafile

Collaborations entre l'ISO et l'IEC (Commission Électronique Internationale) résultent en JTC1.

Processus de normalisation

Phases de développement d'un standard ISO:

- ✓ Working Draft (WD)
- ✓ Committee Draft (CD)
- ✓ Draft International Standard (DIS)
- ✓ International Standard (IS)

+ Amendement + Corrigendum

Chaque standard a un numéro unique

Tableau d'avancement de MPEG (extrait)

Part	Title	DIS FDAM DTR DCOR	IS AMD TR COR
MPEG-2			
2/ Amd 1	Content description data		00/12
2/ Cor 1			00/12
4/Amd 3	Audio conformance bitstream		00/12
6/Amd 1	Additions to support data broadcasting		00/012
6/Amd 3	Transport buffer model in support of synchronised user-to-network download protocol	01/01	01/05
1/ Amd 1	Carriage of Metadata on MPEG-2 Systems Streams	01/12	02/02
MPEG-4			
2/Cor 2			00/12
4	Conformance Testing		00/02
7	Optimised software for MPEG-4 tools	01/01	01/03
3/Amd 1	Audio Extensions		00/02
4/Amd1	Conformance Testing Extensions	01/01	01/03
5/Amd 1	Reference Software Extensions	00/10	00/12
1/Amd 2	Extended BIFS		00/12
2/Amd 2	3D Mesh profiles	hold	hold
2/Amd 3	Studio Profile	01/01	01/03
1/Amd 3	Textual Format	01/07	01/09
2/Amd 4	Streaming Video Profile	01/01	01/03
MPEG-21			
1	Multimedia Framework Technical Report	01/07	01/09
2	Digital Item Declaration	01/12	02/02
3	Digital Item Identification and Description	02/03	02/05

ITU Union Internationale des Télécommunications (1865)

Agence spéciale des Nations Unies depuis 1947

Spécialisée dans le domaine des télécommunications

Exemples de standards:

- Série V: connexion d'un modem au réseau téléphonique (V90)
- X25: transmission de données
- H320: vidéoconférence à $p \times 64 [kb/s]$
- H262 = MPEG-2
- MPEG-x, MP3
- ISBN
- CD-ROM
- ISO9000
- HTML

DAVIC Digital Audio Visual Council (1994)

Rôle d'intégrateur

Part no.	Title
1	Description of DAVIC Audio-Visual Functionalities
2	System Reference Models and Scenarios
3	Service Provider System Architecture and Interfaces
4	Delivery System Architecture And Interfaces
5	Service Consumer System Architecture
6	Management Architecture and Protocols
7	High and Mid Layer Protocols
8	Lower Layer Protocols and Physical Interfaces
9	Information Representation
10	Basic Security Tools
11	Usage Information Protocols
12	Systems Dynamics, Scenarios and Protocol Requirements
13	Conformance and Interoperability
14	Contours: technology domain

DVB (Digital Video Broadcast)

- Standard basé sur la partie audio et vidéo de MPEG-2.
- DVB propose comment transmettre des signaux MPEG-2 par satellite (norme DVB-S), câble (norme DVB-C) et radiodiffusion terrestre (norme DVB-T) ainsi que l'information du guide des programmes et un système de chiffrement.

	DVB
Type de modulation (satellite)	QPSK
Codage de Reed-Solomon	Polynôme DVB
Multiplex	Standard MPEG-2
Information système	DVB
Encodage audio	Musicam (MPEG-1 layer 2)
Encodage vidéo	Standard MPEG-2 4:2:0 (MP@ML)

Compression

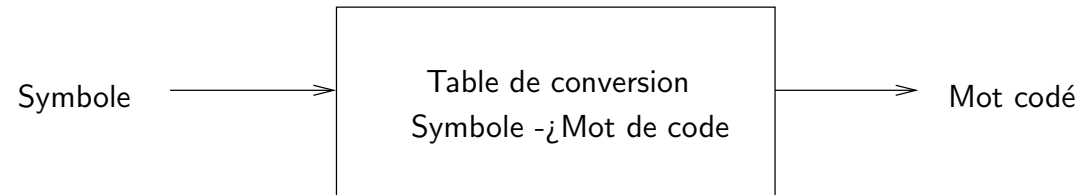
2 classes de technique de compression:

- compression sans perte
- compression avec pertes

Stratégies de compression

- redondance statistique (sans perte)
- redondance spatiale (sans ou avec pertes)
- exploitation des caractéristiques perceptives (avec pertes)
- redondance temporelle pour la vidéo (avec pertes)

Bases de la théorie de l'information



Principe de la théorie de l'information:

- utiliser des mots courts pour représenter des symboles à occurrence élevée. La compression exploite la probabilité d'occurrence

Exemple

<i>La phrase contient des lettres redondantes.</i>	<i>37 lettres</i>
<i>L phrse contient des letres redodantes.</i>	<i>33 lettres</i>
<i>L phrse cotient des letre redodant.</i>	<i>29 lettres</i>

Définition. *Taux de compression*

$$= \frac{\text{Nombre de bits avant compression (PCM)}}{\text{Nombre de bits après compression}}$$

Propositions théoriques importantes

1. La capacité d'un canal de transmission de largeur de bande B , de rapport signal à bruit $\frac{S}{N}$, vaut

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

2. Le nombre de bits minimum pour coder un symbole est toujours supérieur à l'entropie de source

Technique de compression statistique: codage de Huffman

Construction d'un codage à mots de longueur variable

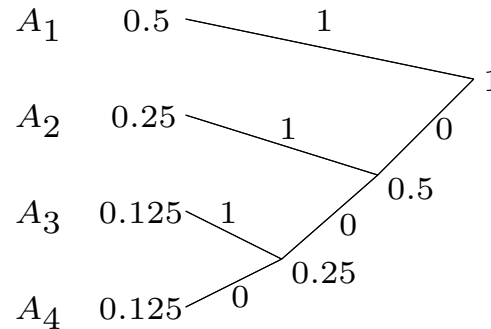


FIG. 7 – *Illustration de la méthode de HUFFMAN.*

Une fois l'arbre construit, on associe à chaque branche de l'arbre un symbole 0 ou 1. Il suffit de redescendre l'arbre jusqu'aux symboles pour déterminer le code correspondant

$A_1 \rightarrow 1$

$A_2 \rightarrow 01$

$A_3 \rightarrow 001$

$A_4 \rightarrow 000$

Autres techniques de compression statistique

- Compression toujours sans perte
- Exploitation des probabilités d'occurrence
- Exemples:
 - Fax
 - Run Length Coding (codage en rafale); il s'agit d'une technique de codage d'image
 - Techniques à base de dictionnaires
 - HUFFMAN
 - LEMPEL, ZIV, WELCH (fichier d'extension ".zip")
 - Codage arithmétique

Technique de compression par exploitation de la redondance spatiale: codage différentiel et codage prédictif

Soit à coder les valeurs d'une ligne d'une image

120 121 122 124 124 126 125 126

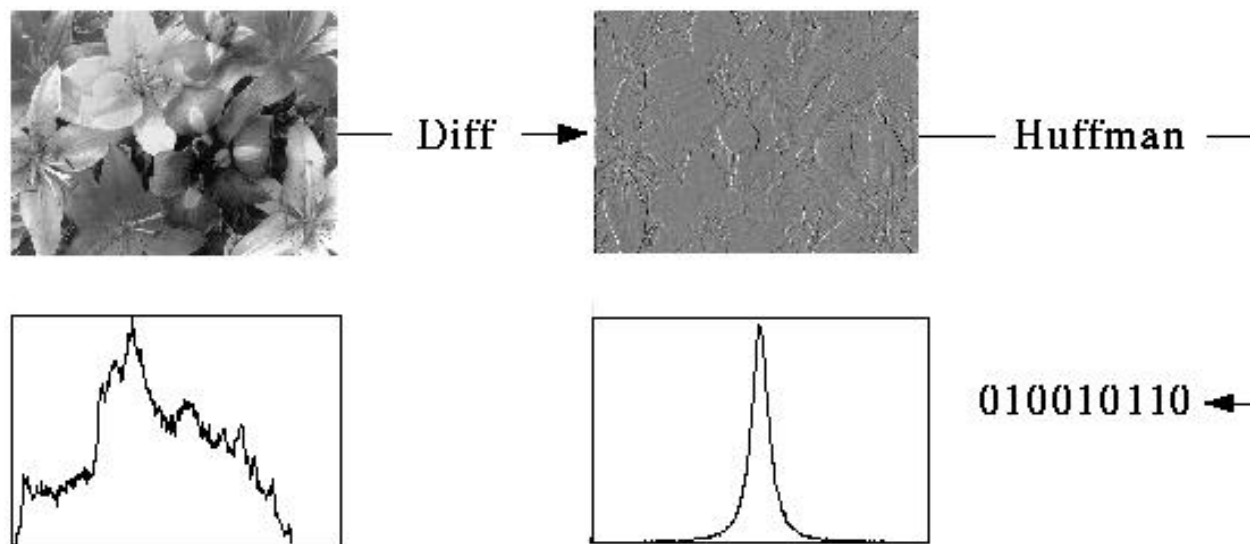
Codage différentiel

120	121	122	124	124	126	125	126
120	+1	+1	+2	+0	+2	-1	+1

Codage prédictif

Ligne	120	121	122	124	124	126	125	126
Prédiction	120	121	122	123	124	125	126	127
(de type +1)								
Correction	120	+0	+0	-1	+0	-1	+1	+1

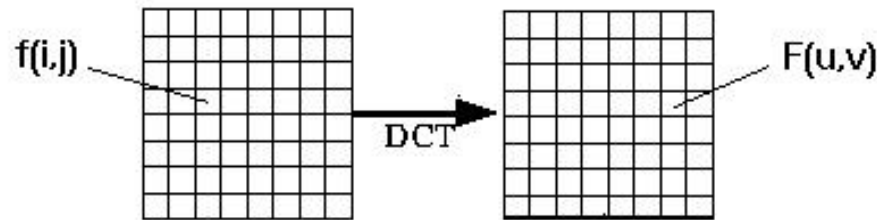
Image représentée par codage différentiel



Voisinages possibles pour une prédiction

<table><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td></td></tr></table> P1	0	1	0		<table><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td></td></tr></table> P2	0	0	1		<table><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td></td></tr></table> P3	1	0	0		<table><tr><td>-1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td></td></tr></table> P4	-1	1	1	
0	1																		
0																			
0	0																		
1																			
1	0																		
0																			
-1	1																		
1																			
<table><tr><td>-1/2</td><td>1/2</td></tr><tr><td>1</td><td></td></tr></table> P5	-1/2	1/2	1		<table><tr><td>-1/2</td><td>1</td></tr><tr><td>1/2</td><td></td></tr></table> P6	-1/2	1	1/2		<table><tr><td>0</td><td>1/2</td></tr><tr><td>1/2</td><td></td></tr></table> P7	0	1/2	1/2						
-1/2	1/2																		
1																			
-1/2	1																		
1/2																			
0	1/2																		
1/2																			

Technique de compression par exploitation de la redondance spatiale: transformées décorrélatives



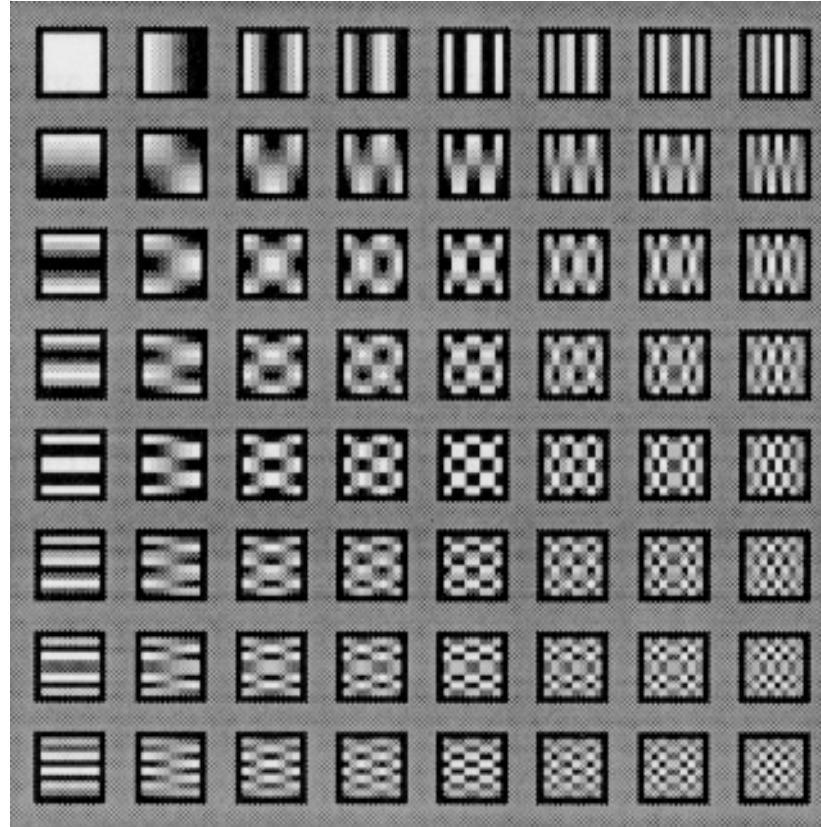
Transformée en cosinus discrète (Discrete Cosine Transform)

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

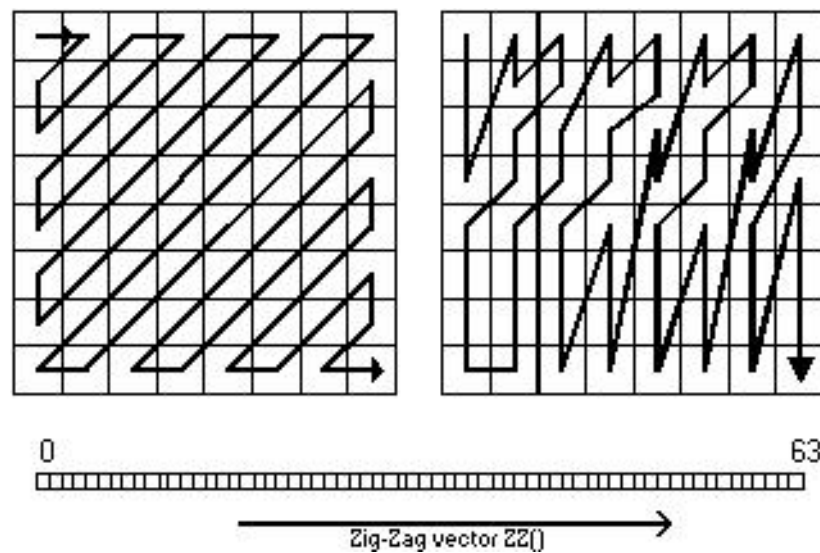
avec $C(u) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ pour $u = 0$ et $C(u) = 1$ pour $u = 1, 2, \dots, 7$

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

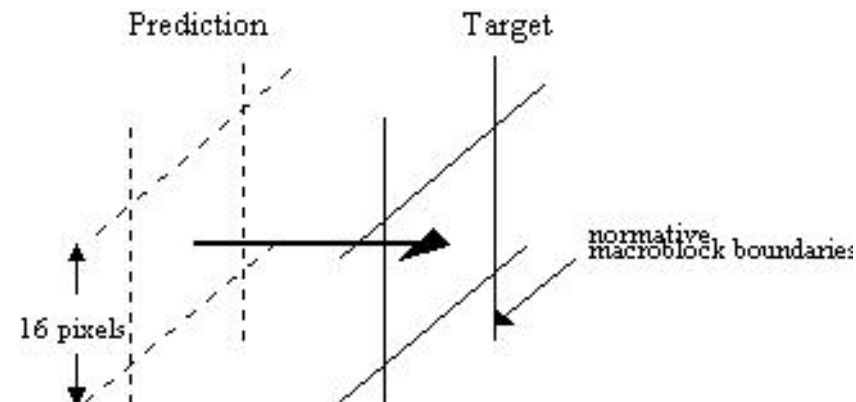
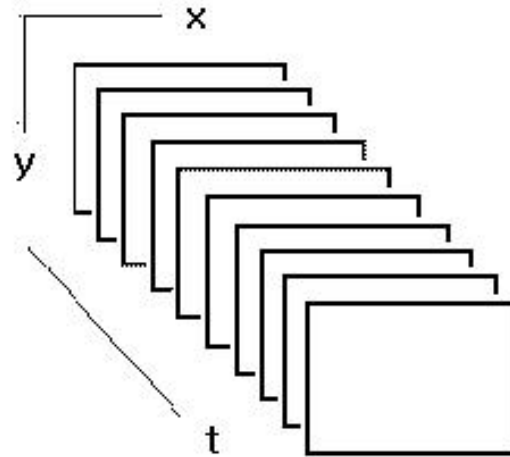
Fonctions de base



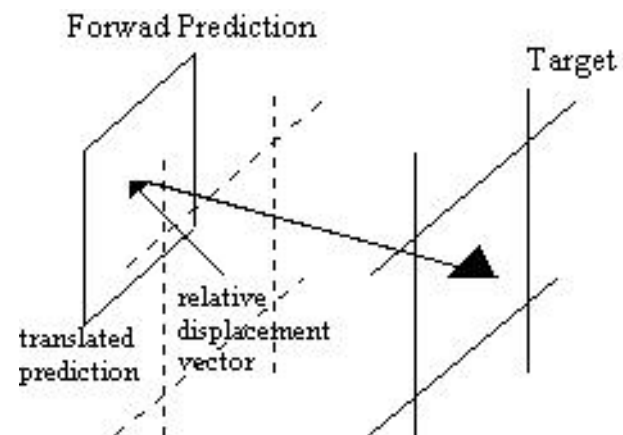
Codage des coefficients par zig-zag



Exploitation de la redondance temporelle: prédiction temporelle

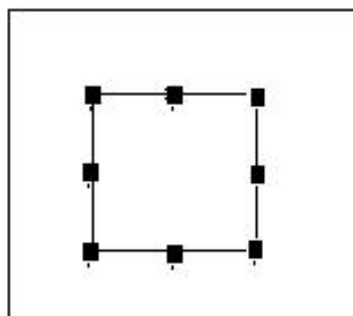


Exploitation de la redondance temporelle: compensation de mouvement

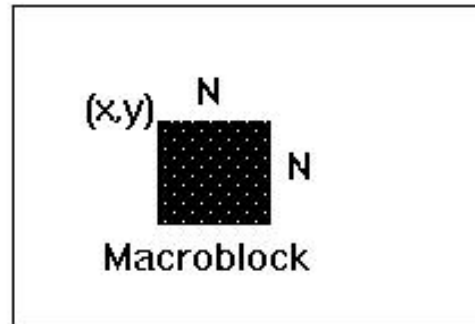


Recherche du bloc de prédiction

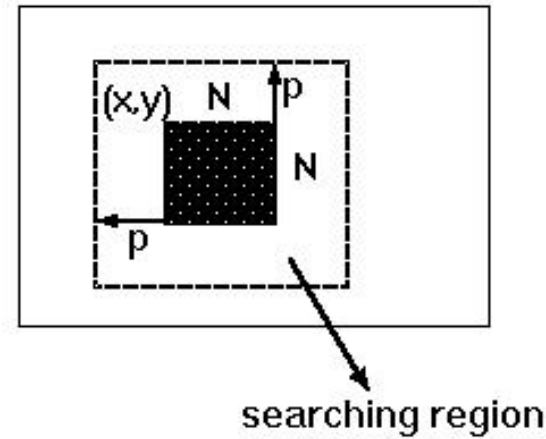
Searching Region



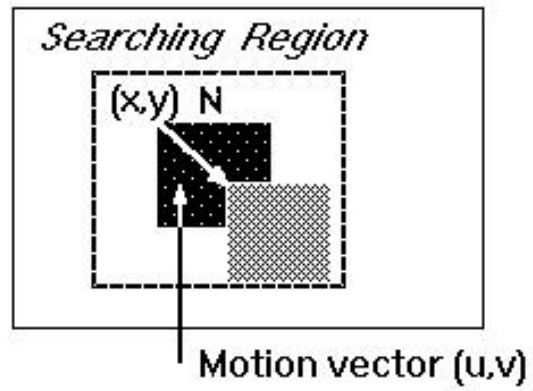
Target



Reference

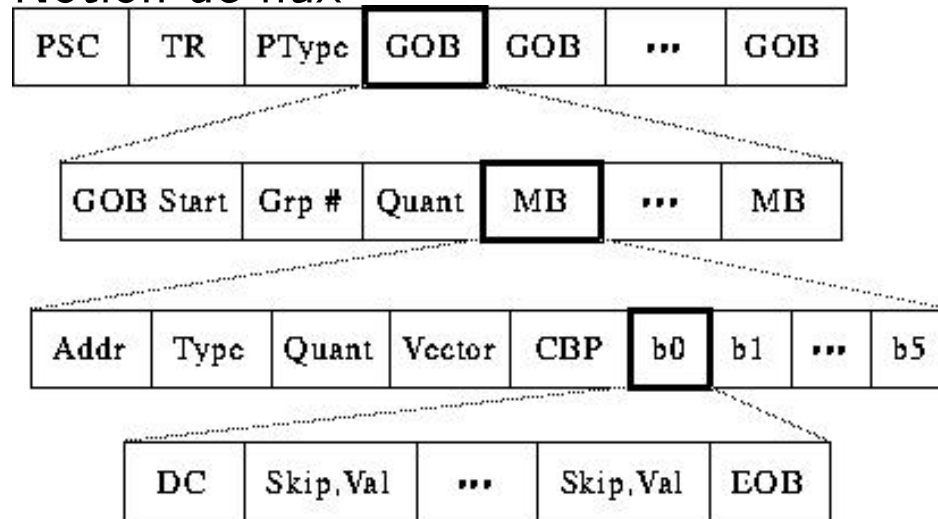


Reference



Fonctionnalités

– Notion de flux



– Fonctionnalités:

- progressivité
- résistance aux erreurs (error resilience)
- décodeur dynamique
- temps réel
- → notion de profils et de niveaux

Progressivité



Image originale (65 kb)



1,6 kb



2,8 kb



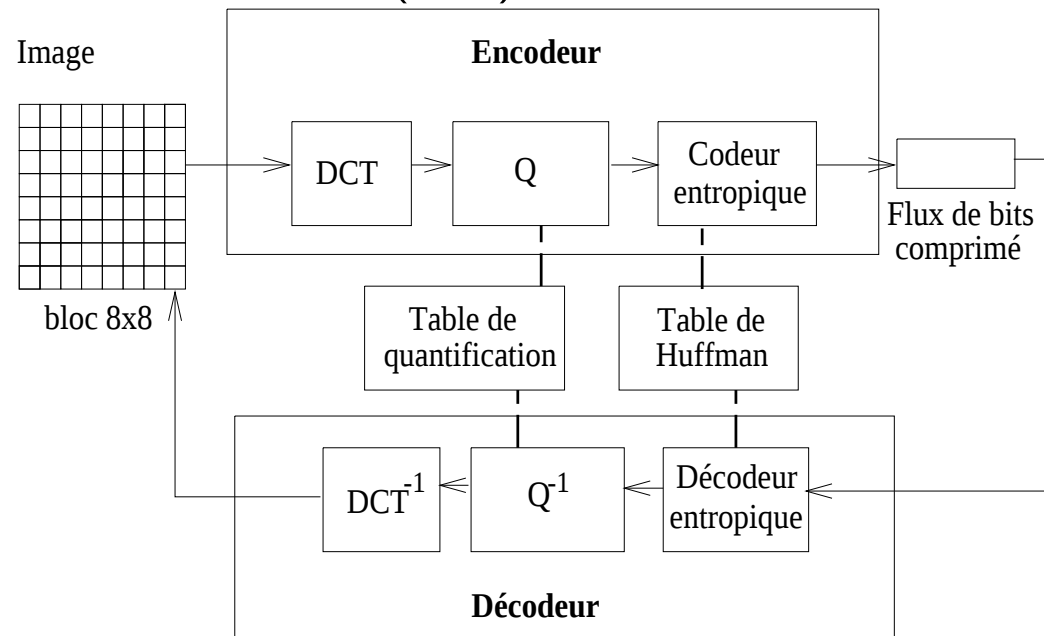
4,7 kb

Table des matières

- Principes de base de la télévision numérique
- Comparaison des standards de compression
 - Normes de compression image
 - JPEG
 - GIF
 - PNG
 - Familles de normes de compression vidéo
 - H26x et H32x
 - MPEG-1
 - MPEG-2
- Norme MPEG-4
- Norme JPEG-2000
- Marquage: stéganographie et watermarking
- Bibliographie

Standards de compression pour image

- ✗ *GIF*: solution propriétaire
- ✗ *PNG*
- ✗ standard *JPEG* (ISO)



DCT = Transformée en Cosinus

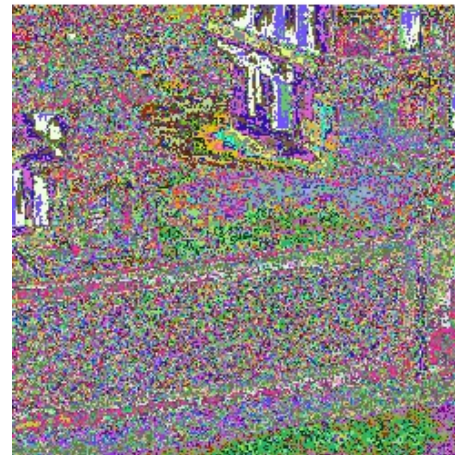
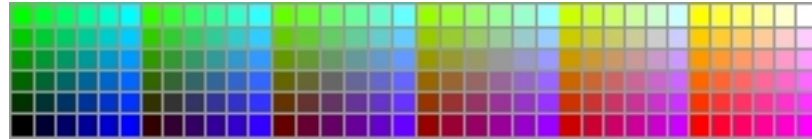
DCT⁻¹ = Transformée inverse

Q = Quantification

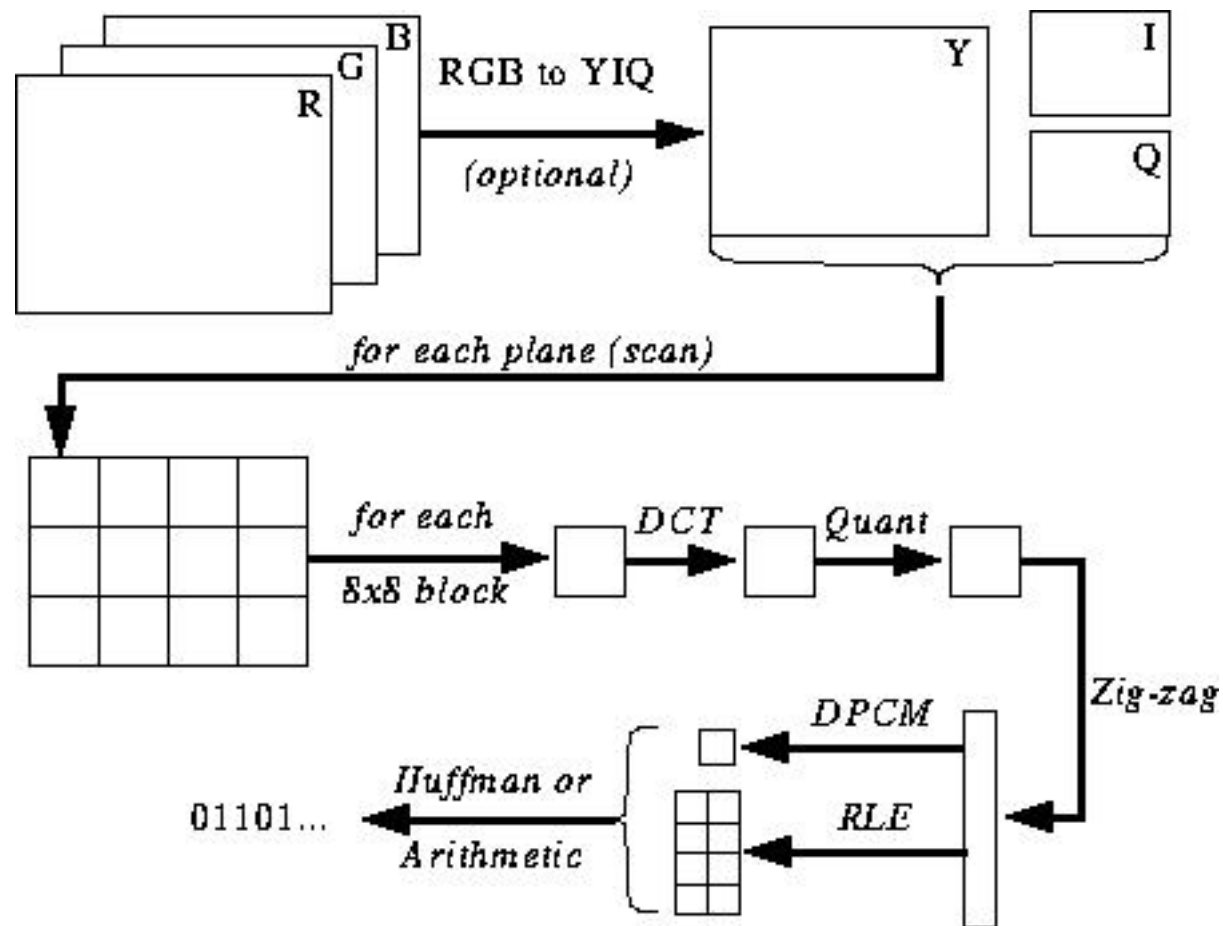
Q⁻¹ = Quantification inverse

- ✗ *JPEG 2000* (ISO): libre de tout droit

GIF et PNG

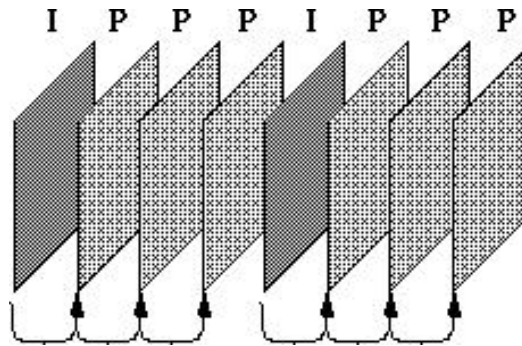


Structure d'un encodeur JPEG



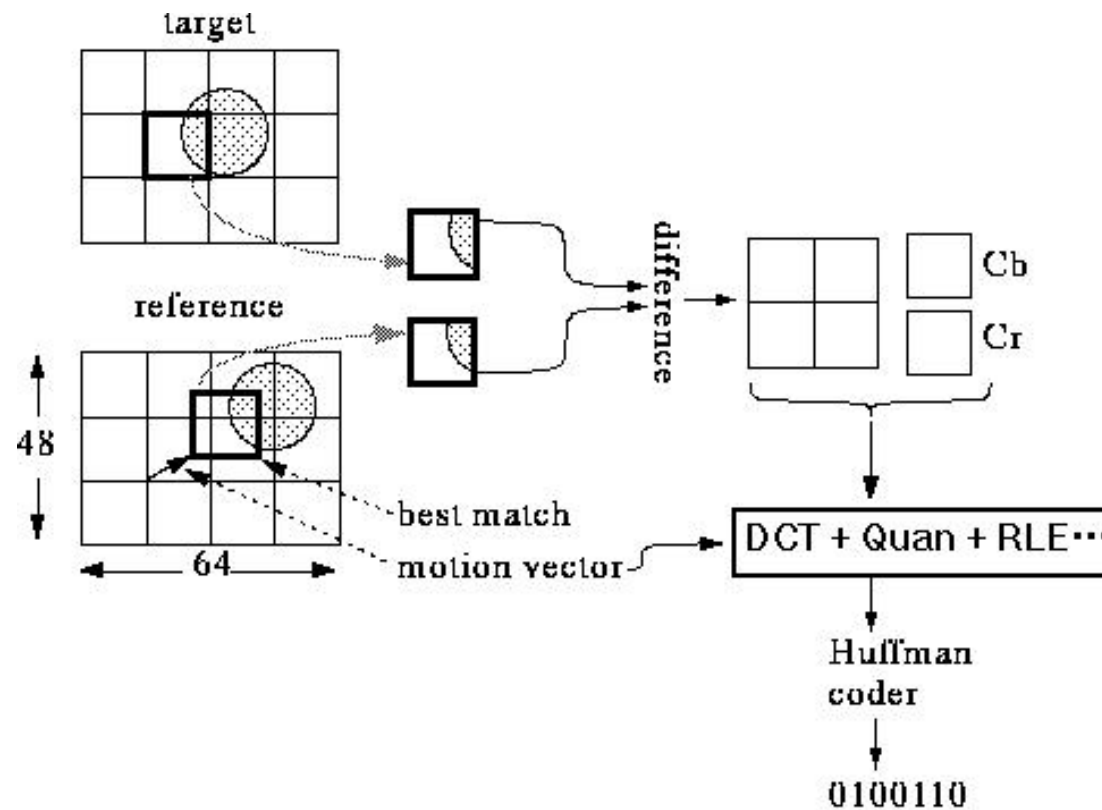
Compression vidéo

- H26x (normes développées pour la vidéoconférence)



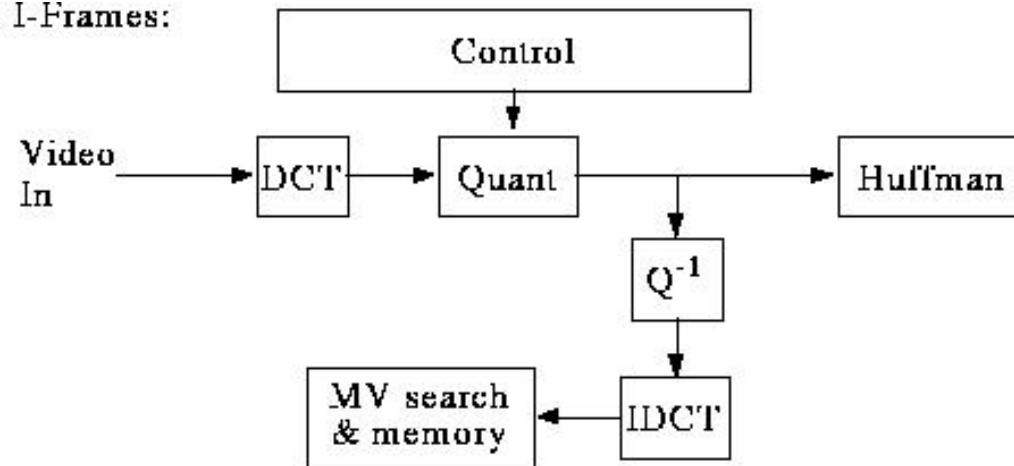
- MPEG-x

Codage de trame P: prédiction d'un macrobloc

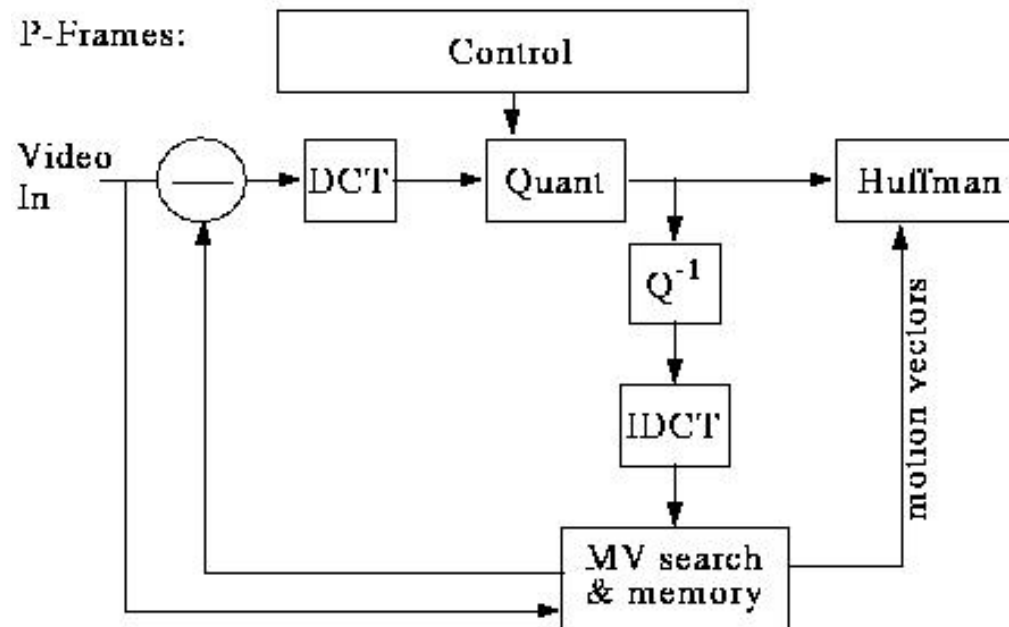


Codec H261

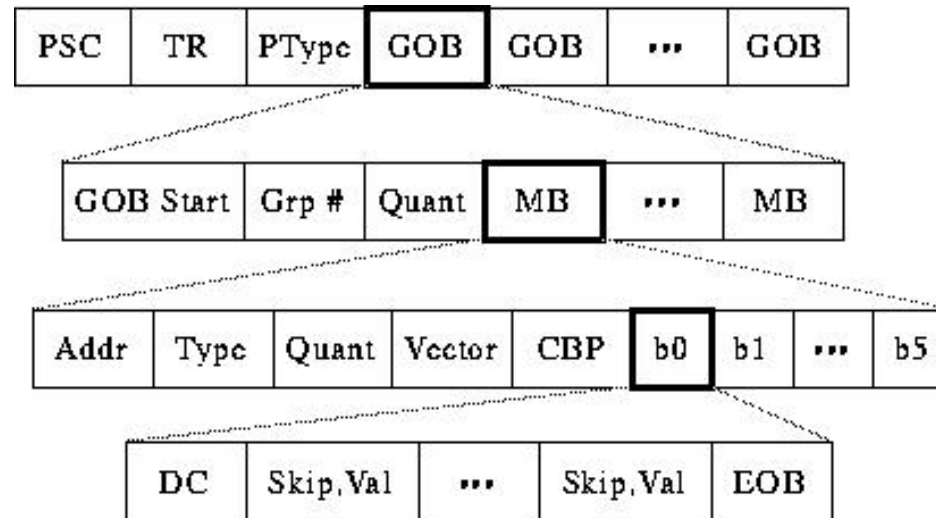
I-Frames:



P-Frames:



Structure du bitstream H261



Vidéotéléphonie: normes H.32x

	H.320	H.323	H.324
Réseau	Numérique à intégration de services (RNIS)	Informatique	Téléphonique analogique
Vidéo	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263
Audio	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728 G.723 G.729	G.723
Multiplexage	H.221	H.225.0	H.223
Contrôle	H.230 H.242	H.245	H.245
Multipoint	H.231	H.323	
Données	T.120	T.120	T.120
Transport	1.400	TCP/IP	V.34

MPEG

11172	Coding of moving pictures and associated audio at up to about 1.5 Mbit/s (MPEG-1)
	Part 1 Systems
	Part 2 Video
	Part 3 Audio
	Part 4 Conformance testing
	Part 5 Software simulation
13818	Generic coding of moving pictures and associated audio (MPEG-2)
	Part 1 Systems
	Part 2 Video
	Part 3 Audio
	Part 4 Conformance testing
	Part 5 Software simulation
	Part 6 System extensions - DSM-CC
	Part 7 Audio extension - NBC mode
	Part 8 VOID - (withdrawn)
	Part 9 System extension RTI
	Part 10 Conformance extension - DSM-CC

Flux MPEG

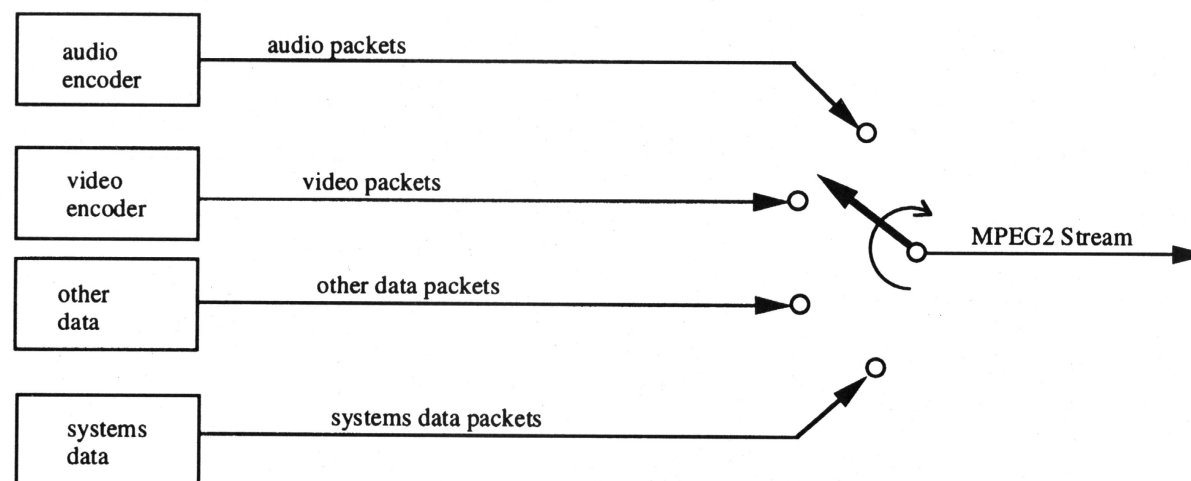
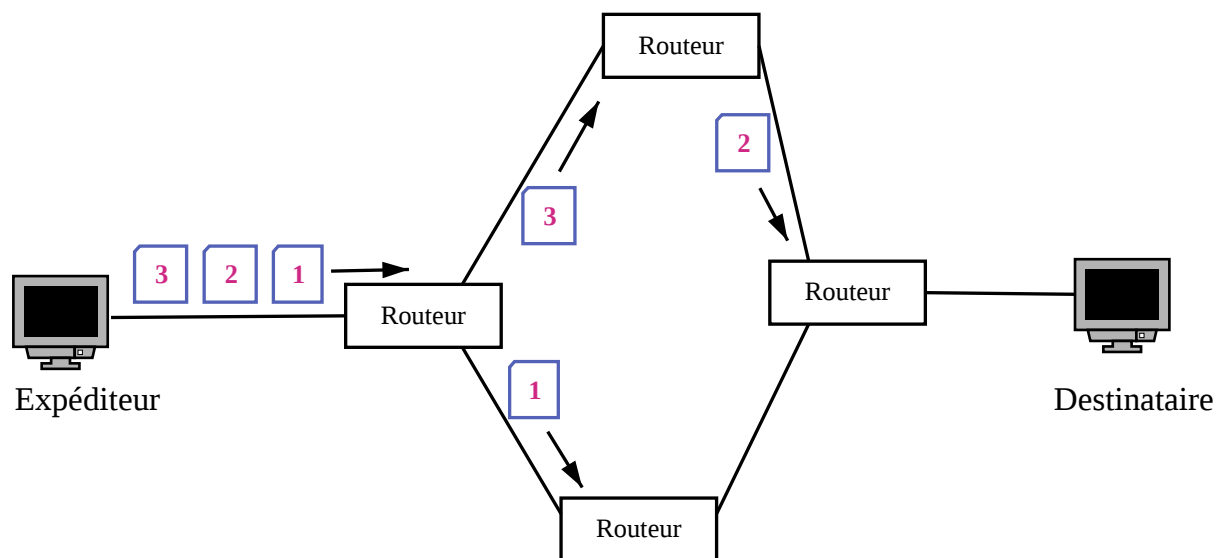


FIG. 8 – *Constitution d'un flux MPEG.*



Program et transport streams

- **Program stream**

- combinaison de 1 ou plusieurs PES (Packetised Elementary Streams) qui ont une même horloge dans un flux unique
- défini pour un environnement sans erreur

- **Transport stream**

- combinaison de 1 ou plusieurs PES (Packetised Elementary Streams) qui peuvent avoir des horloges des horloges différentes dans un flux unique
- les flux ayant une même référence temporelle forment un programme
- défini pour un environnement bruité
- taille fixe de 188 bytes (octets)

Chaîne MPEG

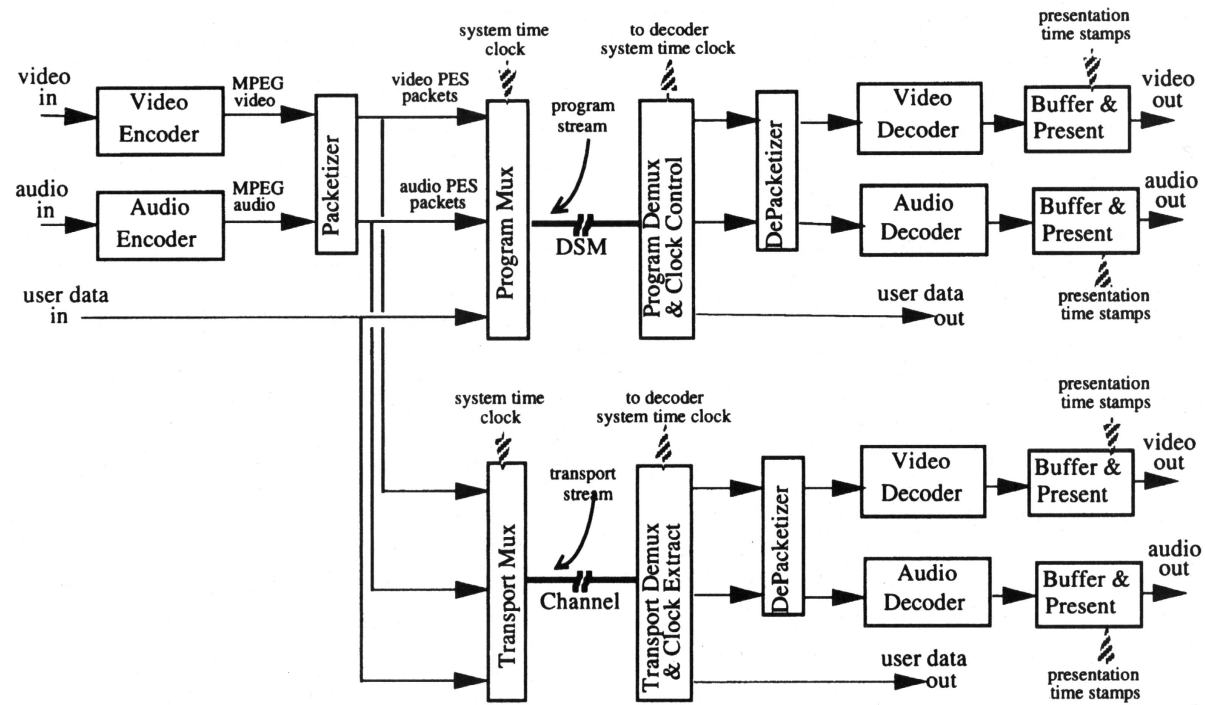
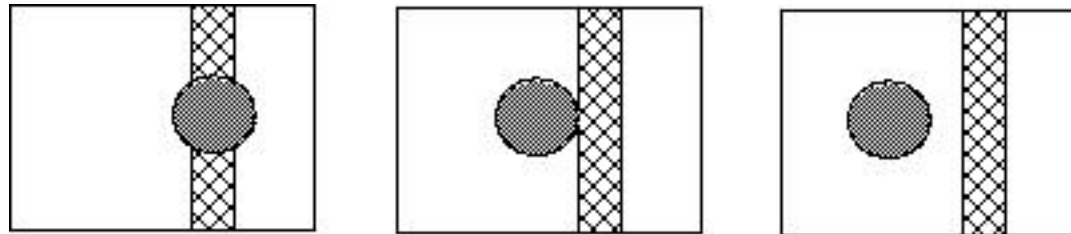


FIG. 9 – Schéma complet d'une chaîne MPEG

Vidéo

- Problème IPP (H26x)



- Schéma d'images IPB (MPEG-x). On parle de GOB (Group Of Pictures)

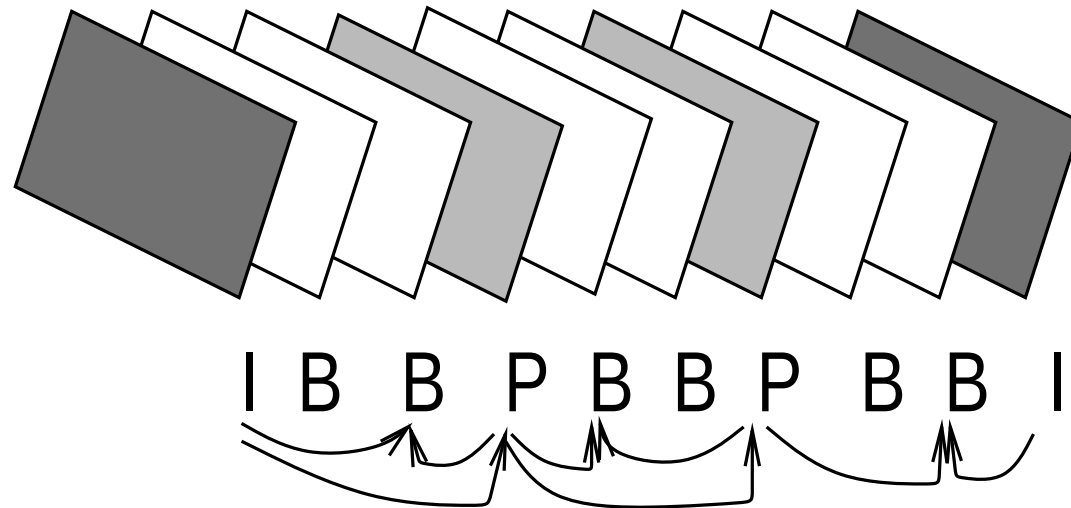
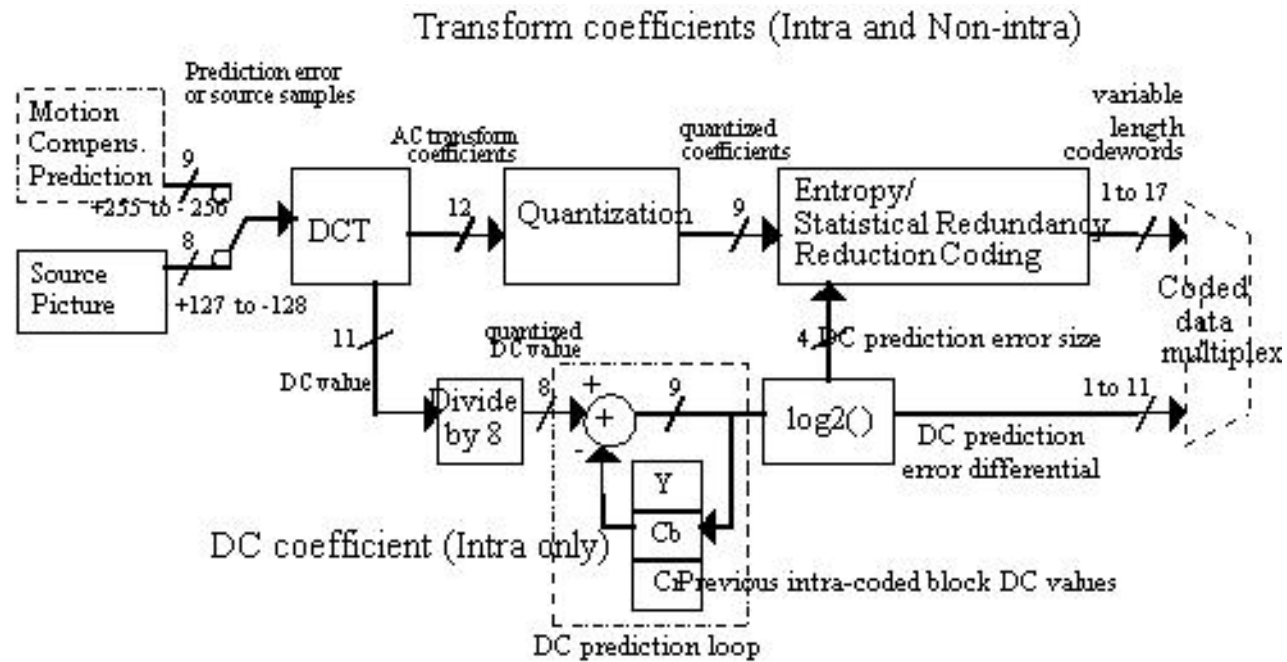
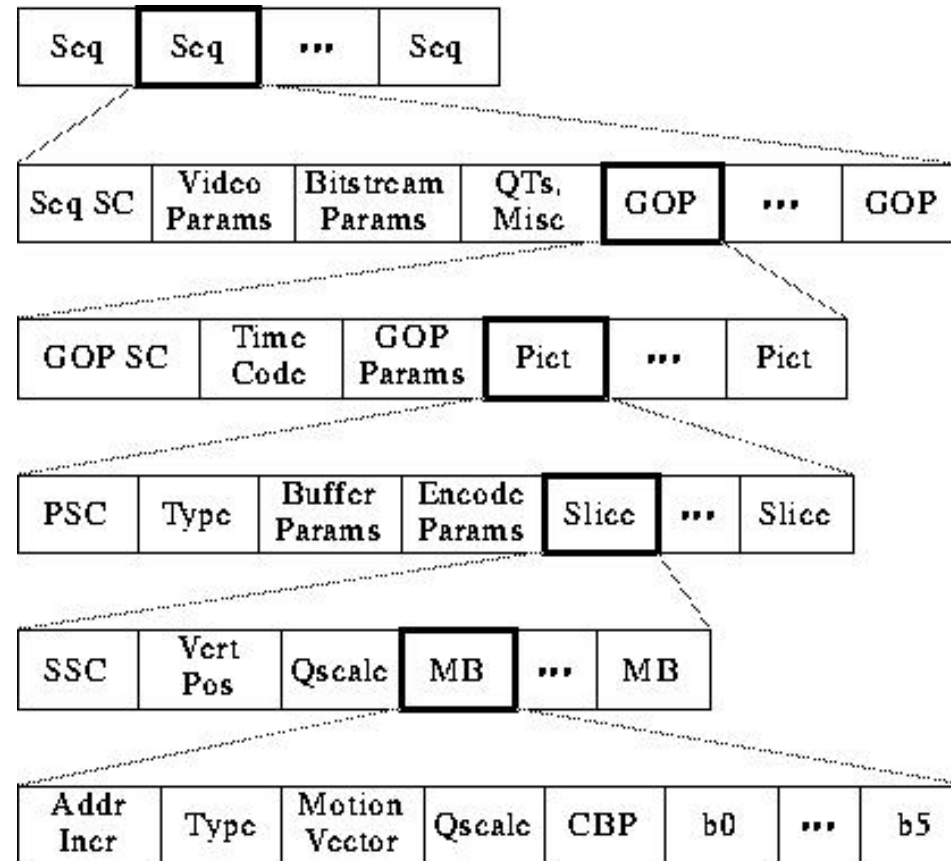


Schéma d'un encodeur MPEG



Structure du bitstream MPEG



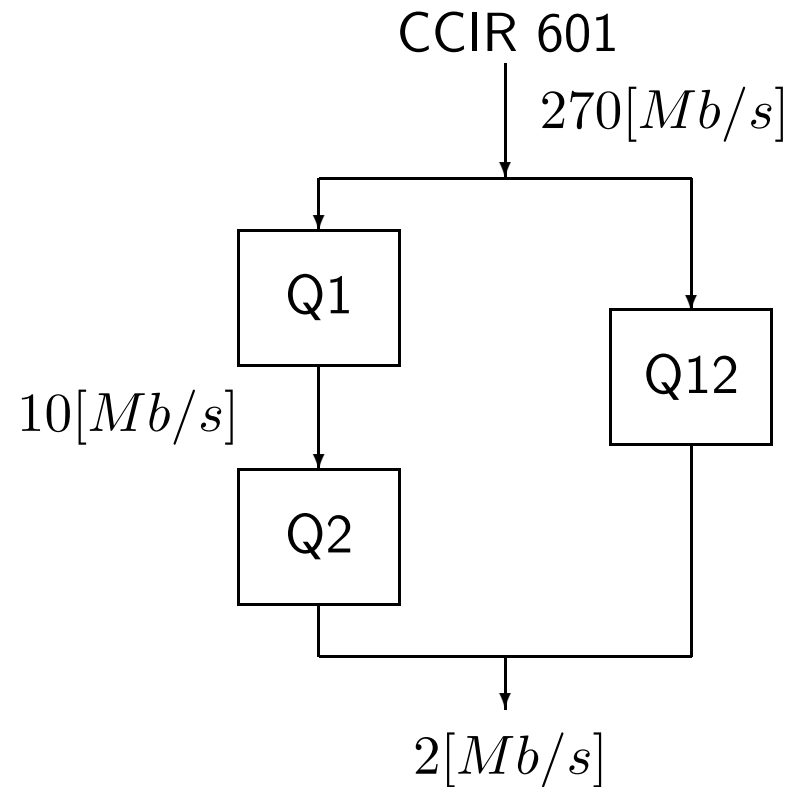
Comparaison H261 et MPEG-1

	H261	MPEG-1
Application	transmission en temps réel	édition
Taille de l'image	352×288 (CIF) ou 176×144 (QCIF)	$\leq 4095 \times 4095$
Débit	multiple de 64 kb/s	+ - 1,5 Mb/s
Types d'images	I,P	I,P,B
Modèle de couleur	YC_bC_r	YC_bC_r
Complexité	moyenne	élevée
Mémoire	une image	jusqu'à plusieurs images

MPEG-2 profiles and levels

Profile	Simple	Main	SNR	Spatial	High
Low level (235 x 288 x 30Hz)		X	X		
Main level (720 x 576 x 30Hz)	X	X	X		X
High-1440 level (1440 x 1152 x 60Hz)		X		X	X
High level (1920 x 1152 x 60Hz)		X			X

Codeurs en cascade et transcodage



Problèmes typiques:

- dégradations successives
- il vaut mieux compresser à partir de l'original

Futur

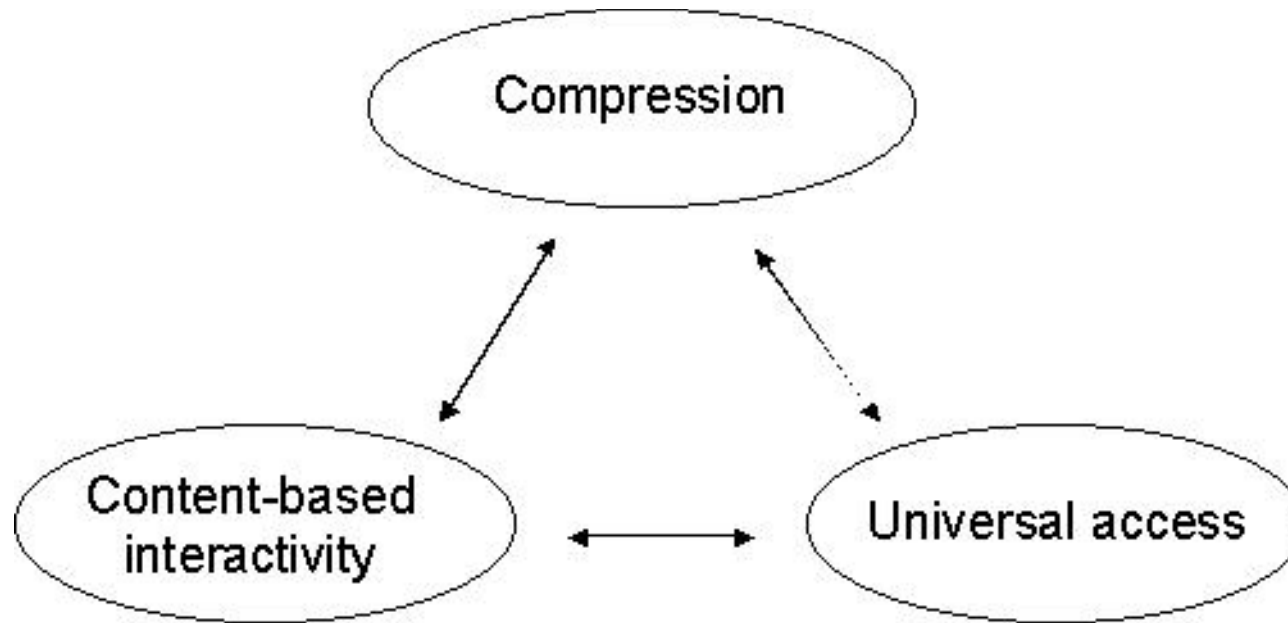


FIG. 10 – *Montre Casio.*

MPEG-4 – Table des matières

- Principes de base de la télévision numérique
- Comparaison des standards de compression
- Norme MPEG-4
 - Contexte
 - Composantes vidéo et système
 - Futures normes
- Norme JPEG-2000
- Marquage: stéganographie et watermarking
- Bibliographie

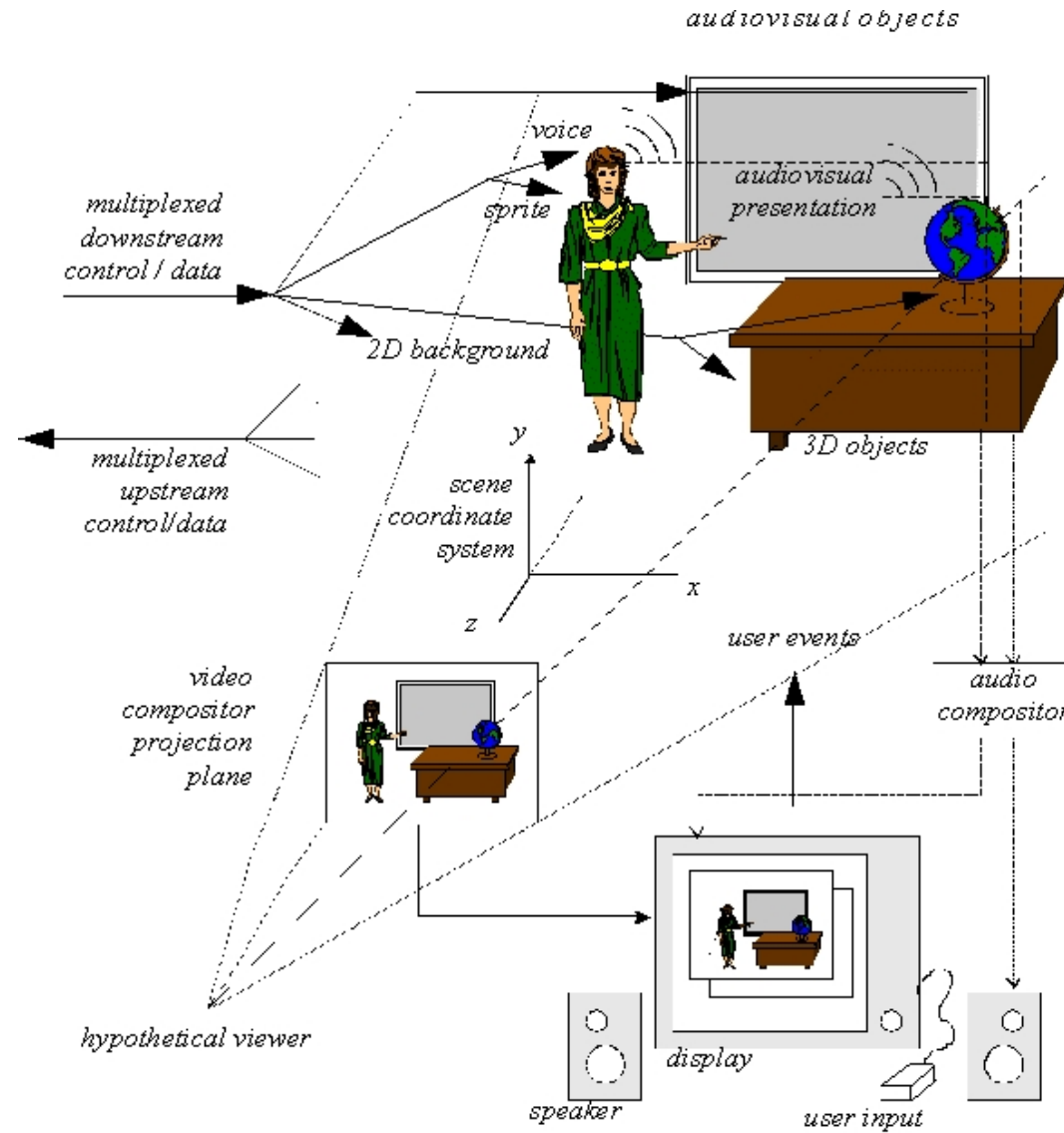
MPEG-4: contexte



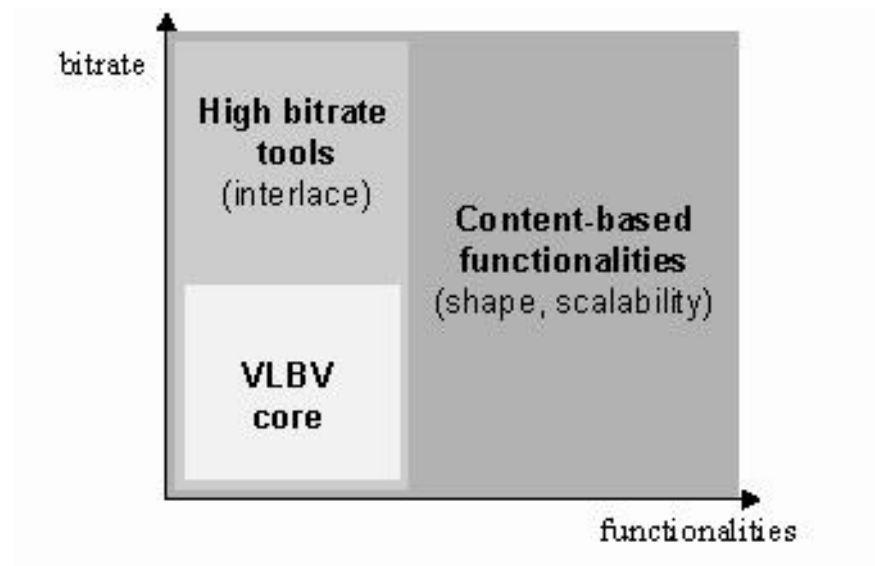
- Basé sur la notion d'objet
- Utilisation de MPEG-4: DivX?

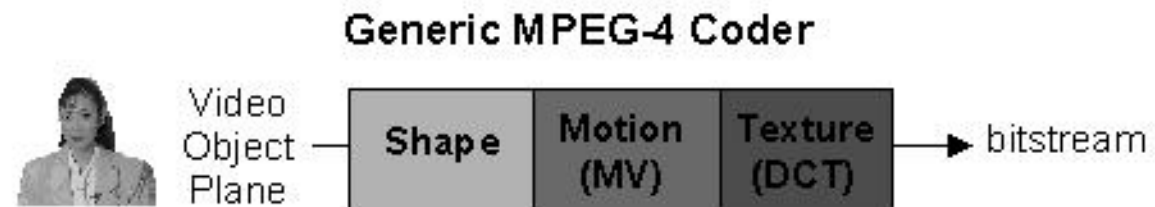
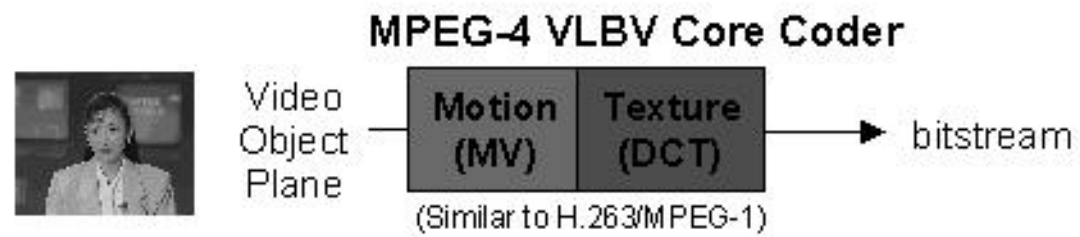
14496	Coding of audio-visual objects (MPEG-4)
	Part 1 Systems
	Part 2 Visual
	Part 3 Audio
	Part 4 Conformance testing
	Part 5 Technical Report
	Part 6 Delivery Multimedia Integration Framework

Notions d'objet et de plan



Partie vidéo (MPEG-4 visual)

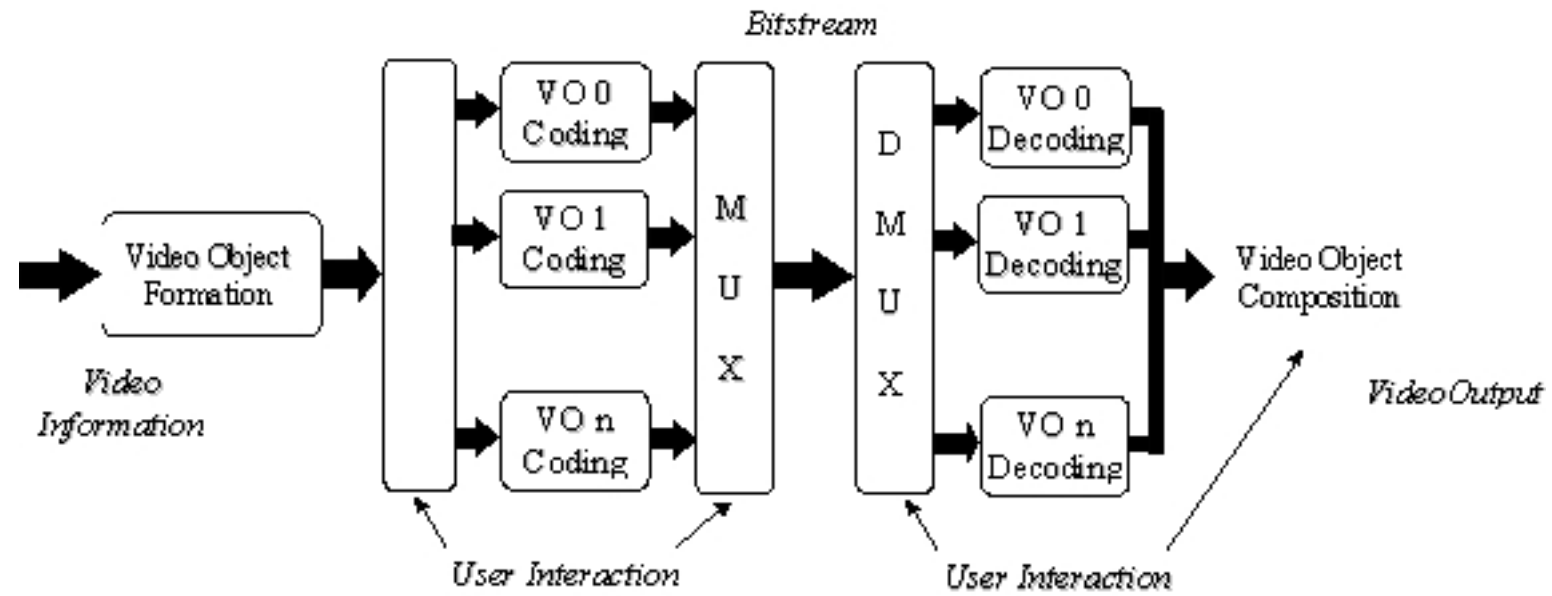




Partie vidéo (MPEG-4 visual)

Images naturelles

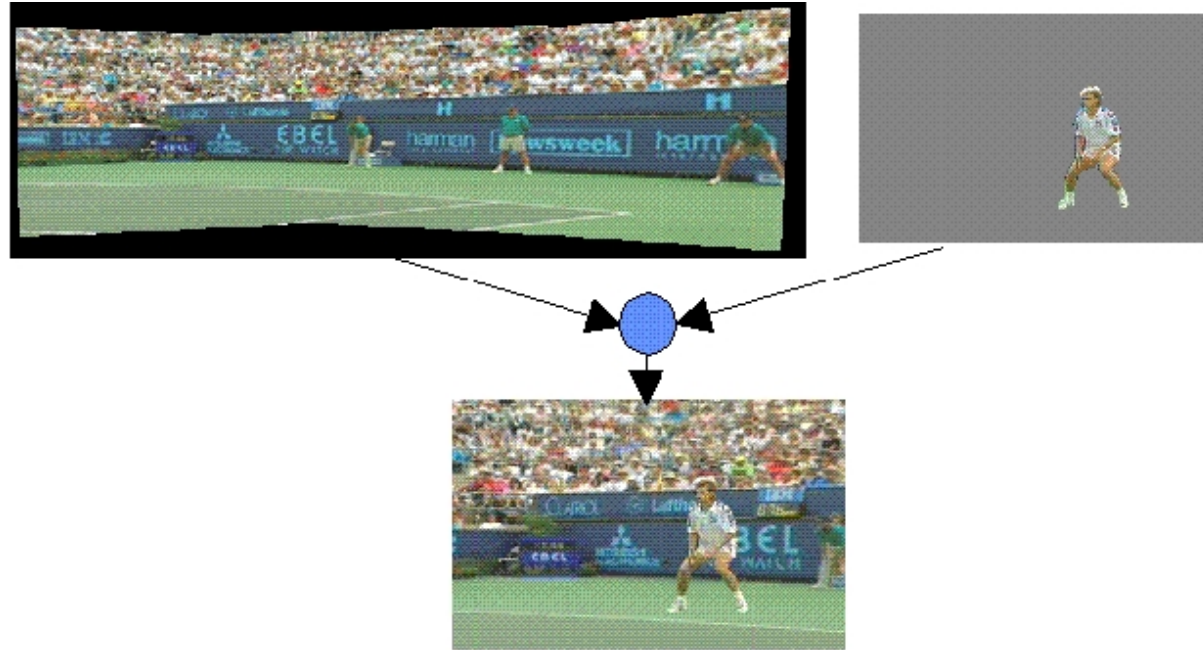
- Optimisation pour 3 classes de débit:
 - en-dessous de 64 kb/s
 - de 64 à 384 kb/s
 - de 384 kb/s à 4 Mb/s
- Support pour les formats entrelacés et progressifs
- Format 4:2:0



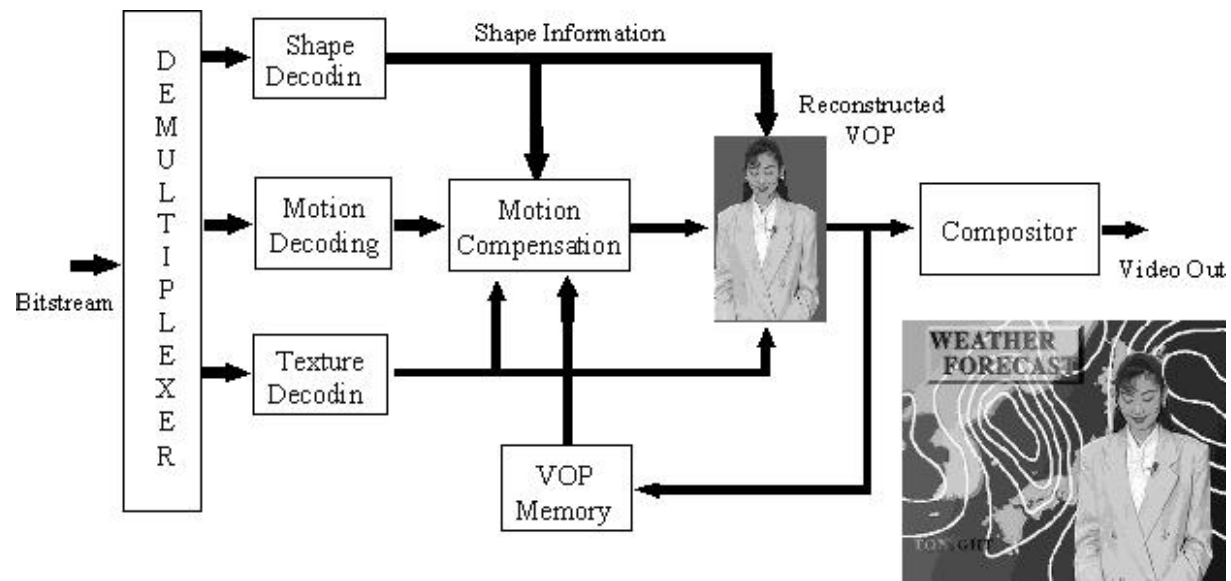
Série d'outils pour

- codage d'une forme
 - sous forme binaire ou par un mode en niveaux de gris pour réduire l'aliasing
- estimation et compensation de mouvements
 - par blocs avec adaptation pour le bord des objets
- codage de texture
 - utilisation de la DCT 8x8 et traitement spécifique pour les bords des objets
 - les textures statiques peuvent être encodées par ondelettes
- résistance aux erreurs
 - par le biais de marqueurs de resynchronisation, découpage des données, code d'extension d'en-tête et codes à longueur variable réversibles
- codage de “sprites”
- progressivité (scalability)

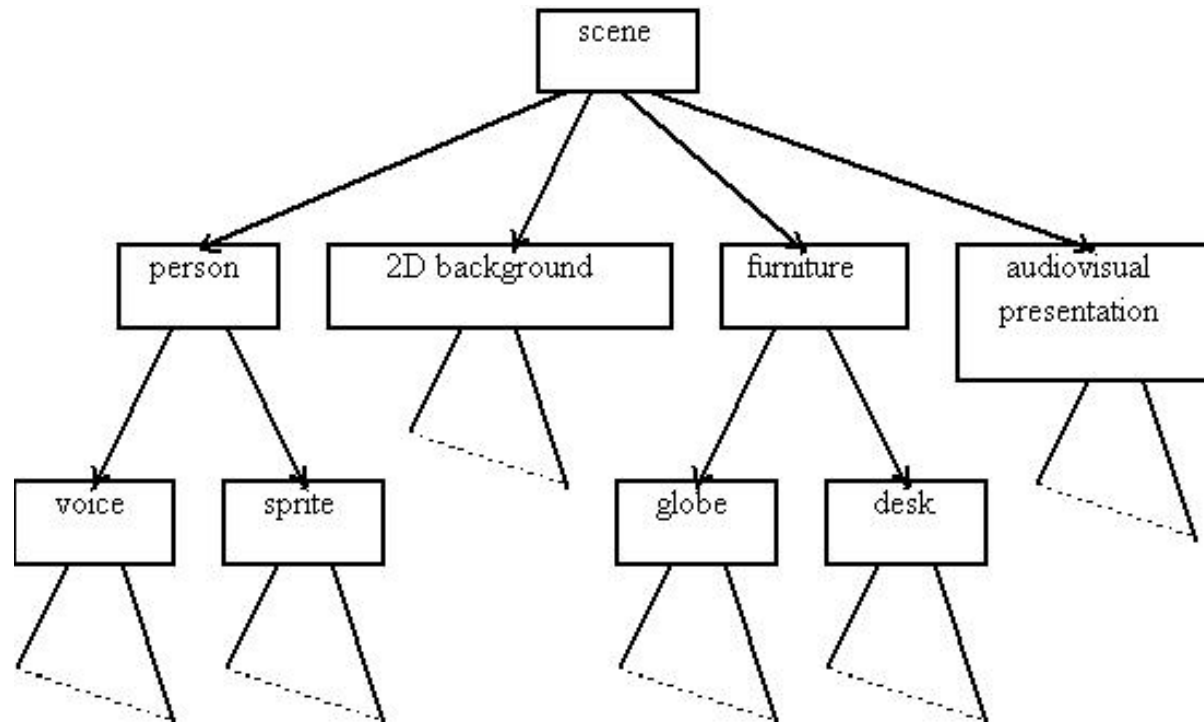
Sprite



Décodeur



MPEG-4 système

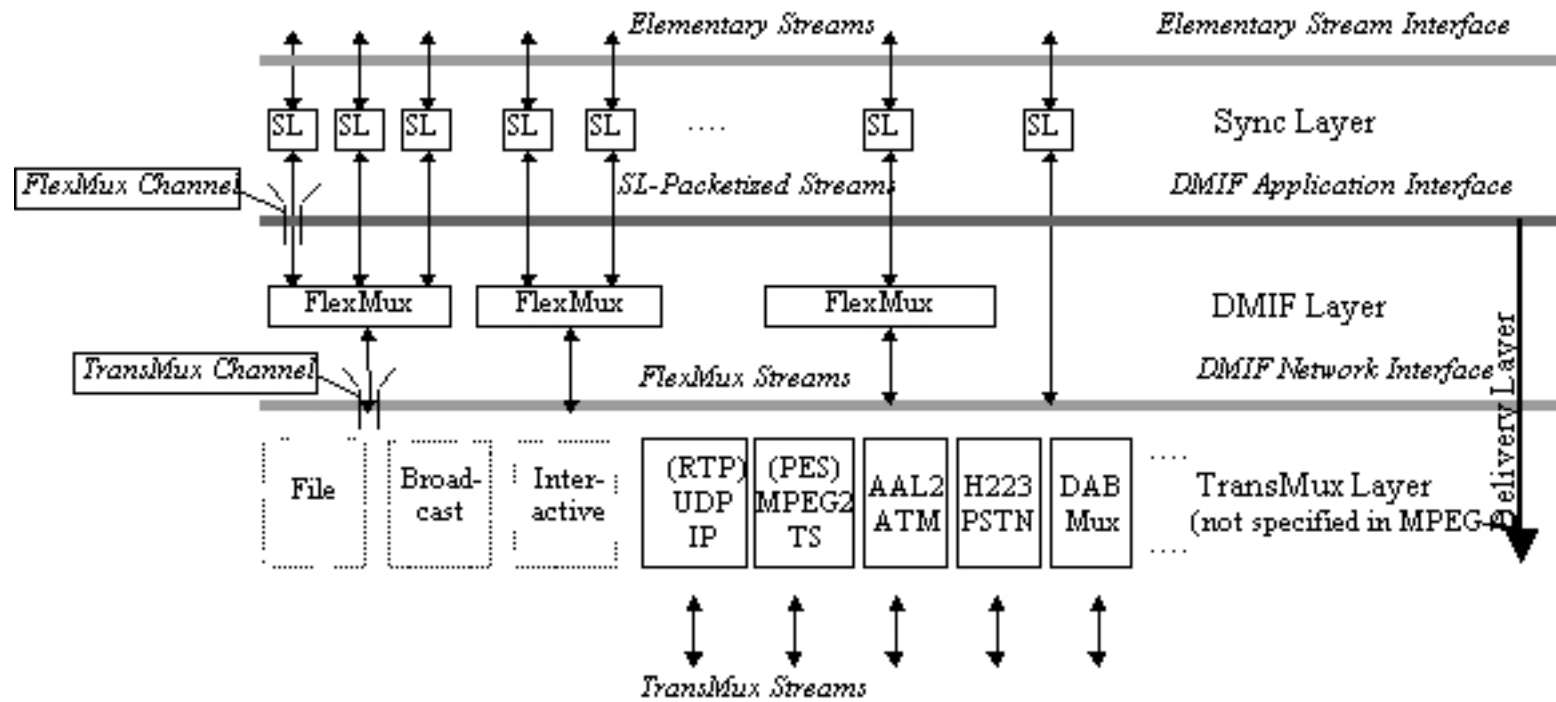


Description

- Une scène audio-visuelle est composée d'objets audio-visuels combinés suivant un descripteur de scène:
 - permet une grande interactivité
 - le schéma de codage peut être adapté aux objets
 - possibilité de ré-utilisation d'objets
- Les objets audio-visuels peuvent être de différentes natures:
 - audio (canal simple ou multiple) ou vidéo (de forme rectangulaire ou quelconque)
 - naturel (audio ou vidéo) ou de synthèse (texte, graphiques, visages de synthèse, musique de synthèse)
 - 2D ou 3D (son ou imagerie virtuelle 3D)
 - “streamed” ou téléchargeable en 1 bloc
- Le descripteur de scène gère:
 - la relation spatiale et temporelle entre les objets

- le comportement interactif
- les moyens pour modifier et animer une scène en fonction du temps
- Ces principes ne dépendent pas du débit
- La totalité de l'information est fournie sous forme comprimée

DMIF



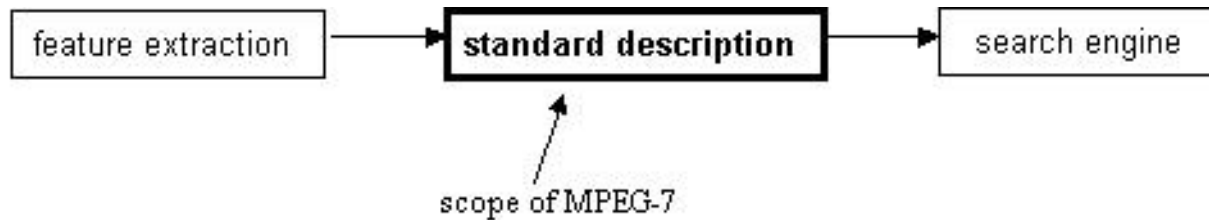
Description de scène BIFS

- Concepts tirés du langage VRML: ensembles de noeuds qui représentent les primitives à assembler, un graphe de construction, des éléments comportementaux et description de l'interactivité
 - Intégration du 2D et du 3D
 - Modèle temporel
 - Efficacité de codage par compression (BIFS = *Binary Format for Scene*)

Transport de contenu MPEG-4

- DMIF permet d'affranchir l'application du mécanisme de transport des données
 - Diffusion, pile TCP/IP
- Format de fichier: permet le streaming et le stockage dans un fichier
- "4on2": transport de MPEG-4 dans un paquet MPEG-2 TS
- "4onIP": transport de MPEG-4 dans un réseau IP au moyen des protocoles RTP/UDP/IP

MPEG-7 et MPEG-21



15938	Multimedia Content Description Interface (MPEG-7)
	Part 1 Systems
	Part 2 Description Definition Language
	Part 3 Visual
	Part 4 Audio
	Part 5 Multimedia Description Schemes
	Part 6 Reference SW
	Part 7 Conformance
18034	Multimedia Framework (MPEG-21)
	Part 1 Multimedia Framework Technical Report
	Part 2 Digital Item Declaration
	Part 3 Digital Item Identification and Description

JPEG 2000 – Table des matières

- Principes de base de la télévision numérique
- Comparaison des standards de compression
- Norme MPEG-4
- Norme JPEG-2000
 - Cahier des charges
 - Modes de codage
 - Méthodes de codage et fonctionnalités
 - Analyse critique de la norme
- Marquage: stéganographie et watermarking
- Bibliographie

JPEG (Joint Photographic Experts Group) "Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images"

- Conjointement ISO et ITU-T
- Composé de 4 parties:
 - ISO/IEC 10918-1 — ITU-T T.81 : Requirements and guidelines
 - ISO/IEC 10918-2 — ITU-T T.83 : Compliance testing
 - ISO/IEC 10918-3 — ITU-T T.84 : Extensions
 - ISO/IEC 10918-4 — ITU-T T.86 : Registration of JPEG Parameters, Profiles, Tags, Color Spaces, APPn Markers Compression Types, and Registration Authorities (REGAUT)

Formats JPEG

- JFIF (JPEG File Interchange Format, `xxxxxx.jpg`)
- JTIP (JPEG Tiled, Pyramid Format) * TIFF (Tagged Image File Format)
- SPIFF (Still Picture Interchange File Format, JPEG partie 3)
- FlashPix
 - développé par Hewlett-Packard, Kodak, Microsoft, Live Picture (1996)
 - transféré à Digital Imaging Group (DIG)

Pourquoi un nouveau standard de compression pour images fixes?

- **Compression à bas débit:** la qualité d'image JPEG n'est pas bonne à bas débit (typiquement en-dessous de 0,25 bit par pixel)
- Possibilité de fournir une compression **avec** ou **sans** perte
- **Imagerie de synthèse:** JPEG a été optimisé pour traiter des images naturelles; les performances sont médiocres pour des images de synthèse
- Transmission dans un **environnement bruité**. Le standard JPEG précédent fait difficilement face aux erreurs
- Possibilités de traiter des **documents composites**, c'à-d. mélangeant images et texte
- Transmission **progressive** et **accès aléatoire** au flux. JPEG ne permet pas une transmission jusqu'à obtenir une image sans perte.

- **Libre de tout droit**

Le standard JPEG2000

- Partie I: A set of tools covering a good proportion of application requirements (20-80 rules). Statut de standard depuis décembre 2000.
- Partie II: Extension tools to cover specific applications
- Partie III: Motion JPEG2000
- Partie IV: Conformance
- Partie V: Reference software
- Partie VI: Compound images file format
- Partie VII: Technical report on specific implementations parameters
- Partie VIII: ?

Fonctionnalités prévues dans la partie I de JPEG2000

- Efficacité de codage élevée
- Possibilité de compression sans perte d'images en couleurs
- Codage avec et sans perte dans un même algorithme
- Codage intégré d'un schéma avec perte jusqu'à un schéma sans perte
- Progressivité en terme de résolution, de qualité, ...
- Codage et décodage de régions d'intérêt
- Résistance aux erreurs
- Compression perceptive
- Codage multi-spectral

- Découpage d'une région rectangulaire à l'intérieur d'une autre ("tiling")
- Possibilité de coder une image fournie par une palette de couleurs
- ...

JPEG à 0,125 bpp



JPEG2000 à 0,125 bpp



JPEG à 0,25 bpp



JPEG2000 à 0,25 bpp



Document composite: JPEG2000 à 1,0 bpp

Dear Pam,

I was delighted to hear from you last week. Patti and I had a wonderful time during our week-long summer vacation. The weather was excellent, and the food was absolutely exquisite. I hope that we can repeat this next year and that you will join us too.

We came back with a lot of fantastic memories, which we would like to share with you through some snapshots that we took.



Our favorite is this picture of us aboard the "Top Hat", which I have posted into this letter using some really neat advanced digital imaging technology on my home computer. We will ship the rest to you on a CD-ROM soon. Making you the best.

Love,
Susan

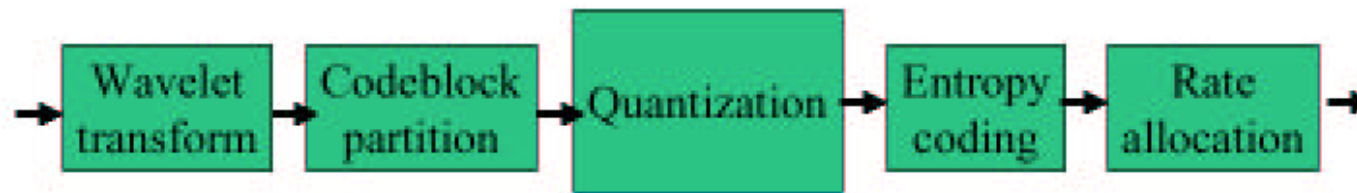
We came back with a lot of f
like to share with you throu



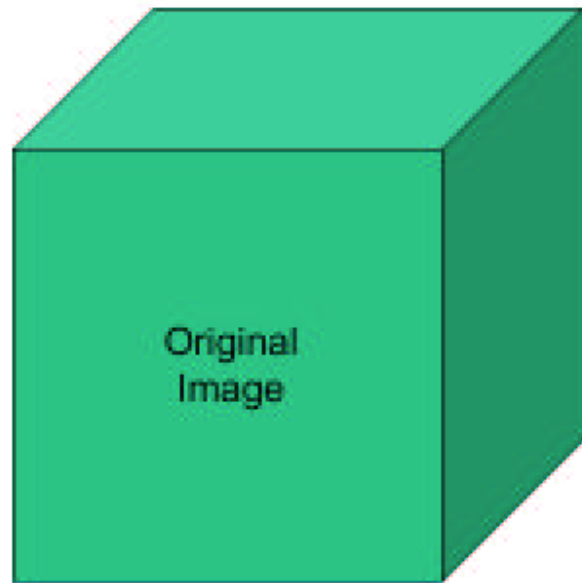
Comparaison de différents standards de compression en termes de fonctionnalités

	JPEG 2000	JPEG LS	JPEG	MPEG-4 VTC
Performance de compression sans perte	+++	++++	+	-
Performance de compression avec pertes	+++++	+	+++	++++
Progressivité du flux binaire	++++	-	+	++
Codage par régions d'intérêt (ROI)	+++	-	-	+
Codage d'objets de forme quelconque	-	-	-	++
Accès aléatoire	++	-	-	-
Complexité faible	++	+++++	+++++	+
Résistance aux erreurs	+++	+	+	+++
Contrôle du débit non itératif	+++	-	-	+
Généricité	+++	+++	++	++

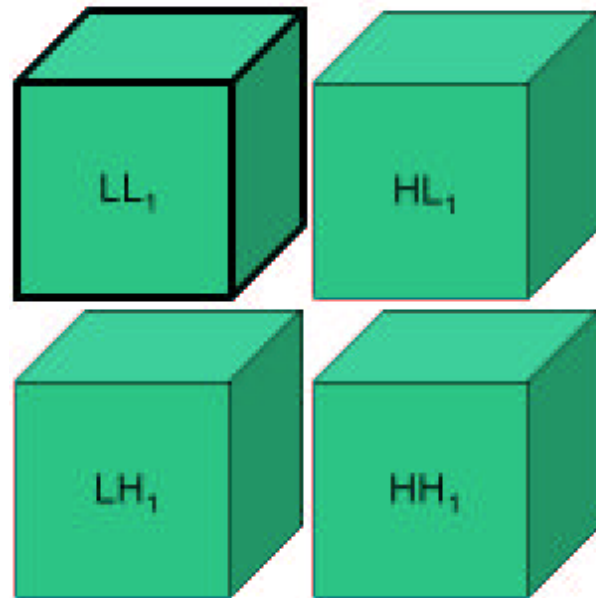
Description de l'algorithme



Décomposition multirésolution par ondelettes (wavelet)

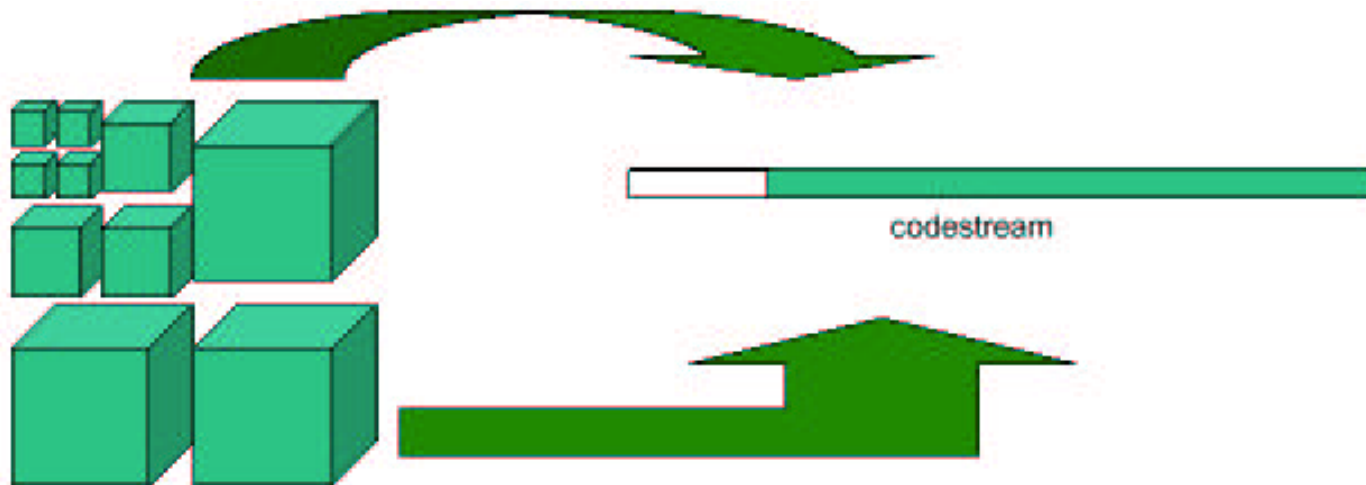


Décomposition multirésolution par ondelettes (wavelet)

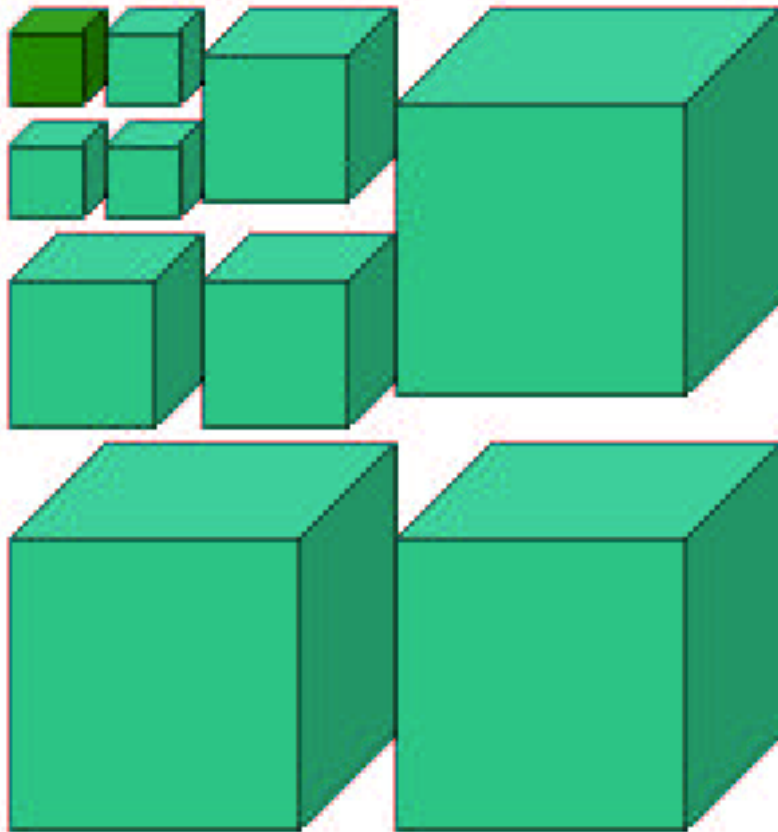


Scalability

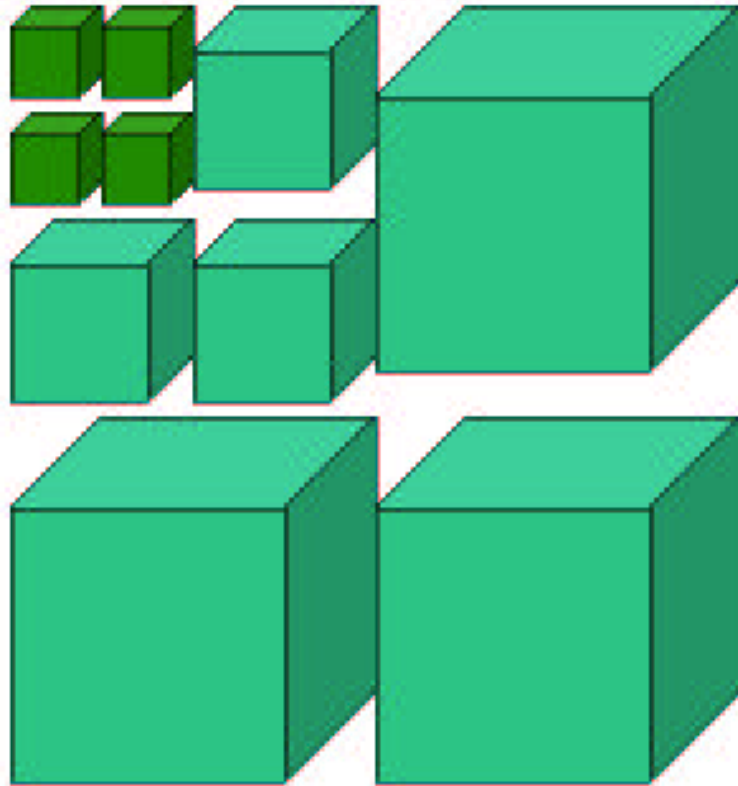
On réalise différentes formes de progressivité en fonction de la manière dont on écrit l'information dans le flux binaire à partir des mêmes données



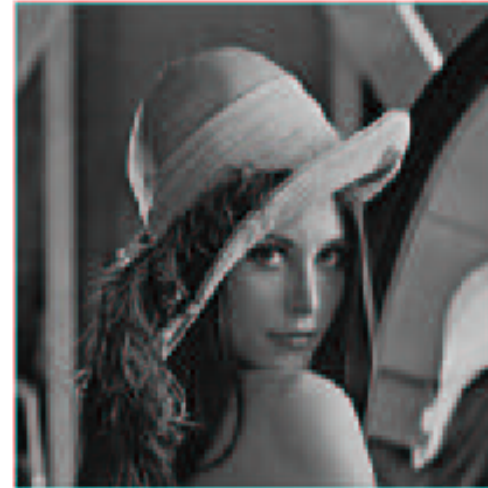
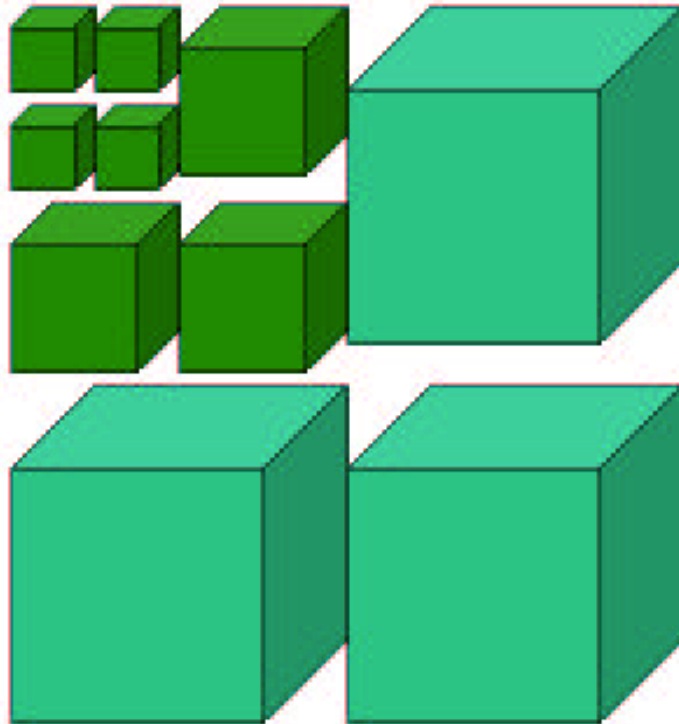
Scalability: progressivité par résolution



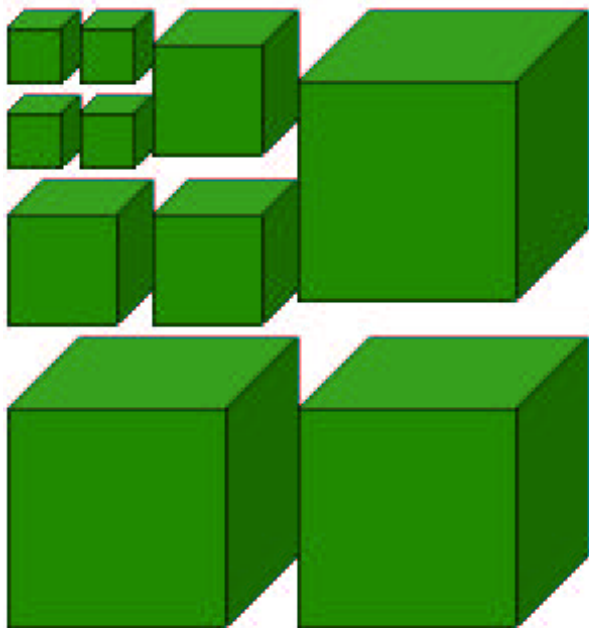
Scalability: progressivité par résolution



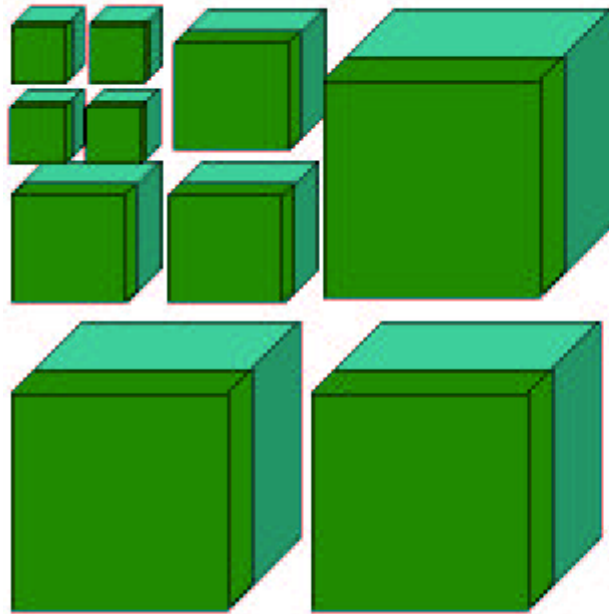
Scalability: progressivité par résolution



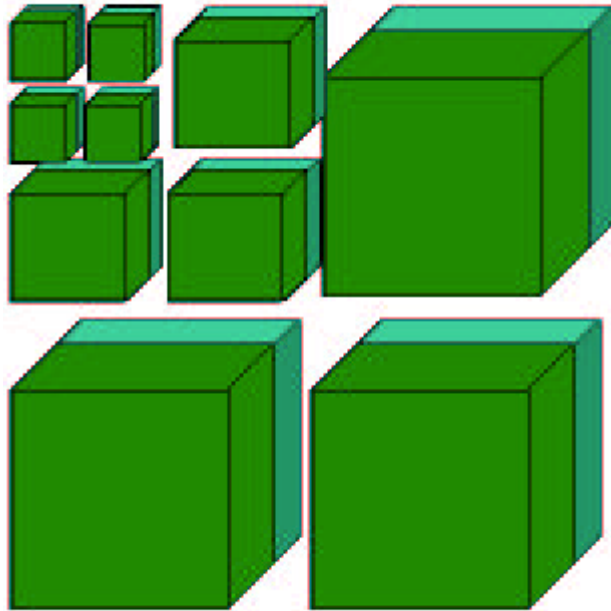
Scalability: progressivité par résolution



Scalability: progressivité par précision



Scalability: progressivité par précision



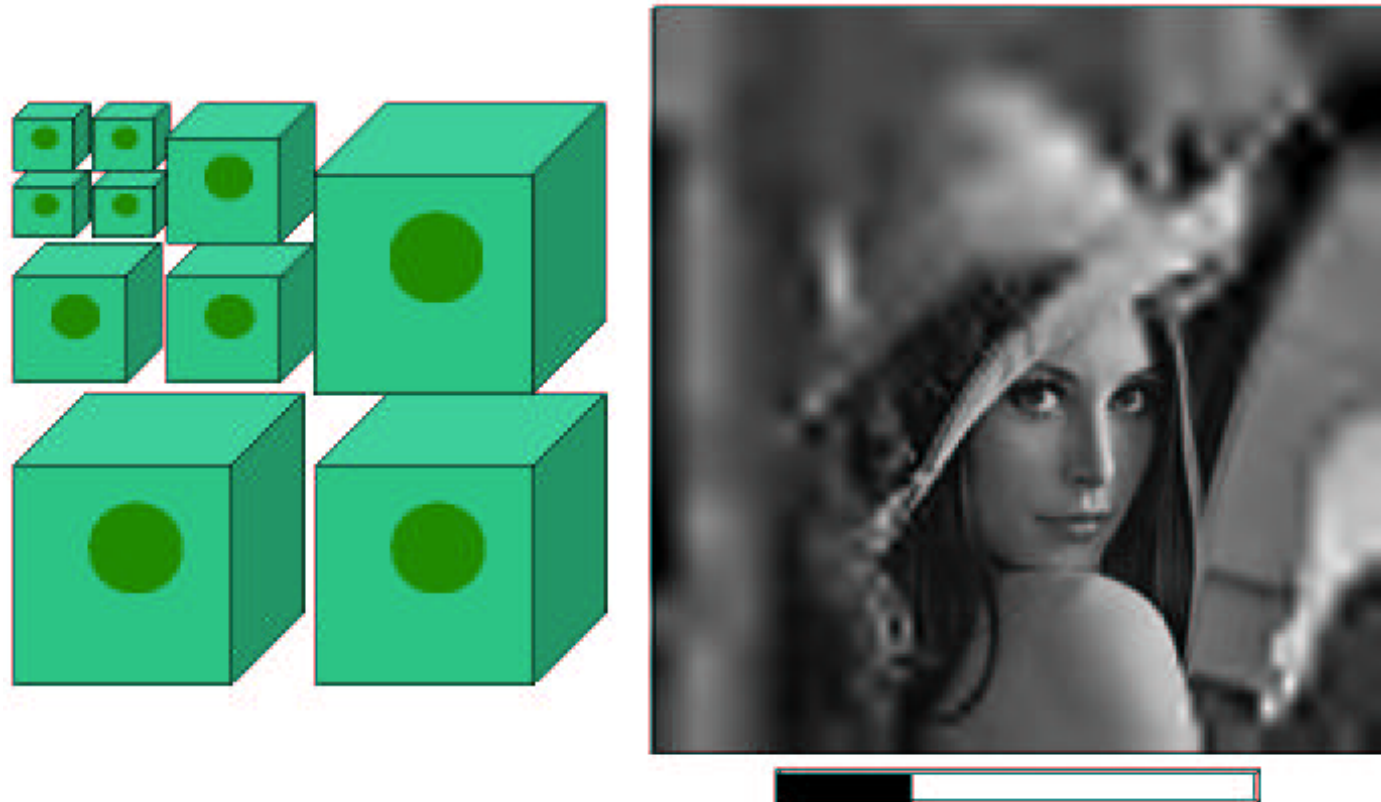
Codage des régions d'intérêt (ROI)

Objectif: permettre de mieux représenter certaines portions d'une image

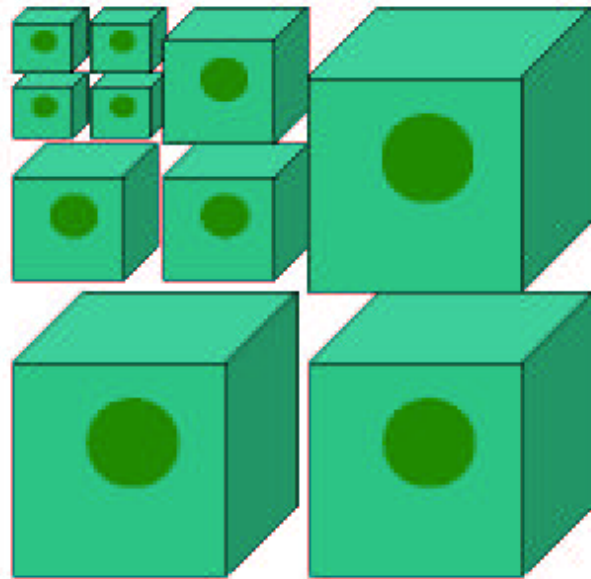
- Deux types de définitions:
 - **statique** des régions d'intérêt. Les régions sont définies de manière statique lors de l'encodage.
 - **dynamique** des régions d'intérêt. A partir d'un même flux, on décide des régions à la réception.



Exemple de région d'intérêt



Exemple de région d'intérêt



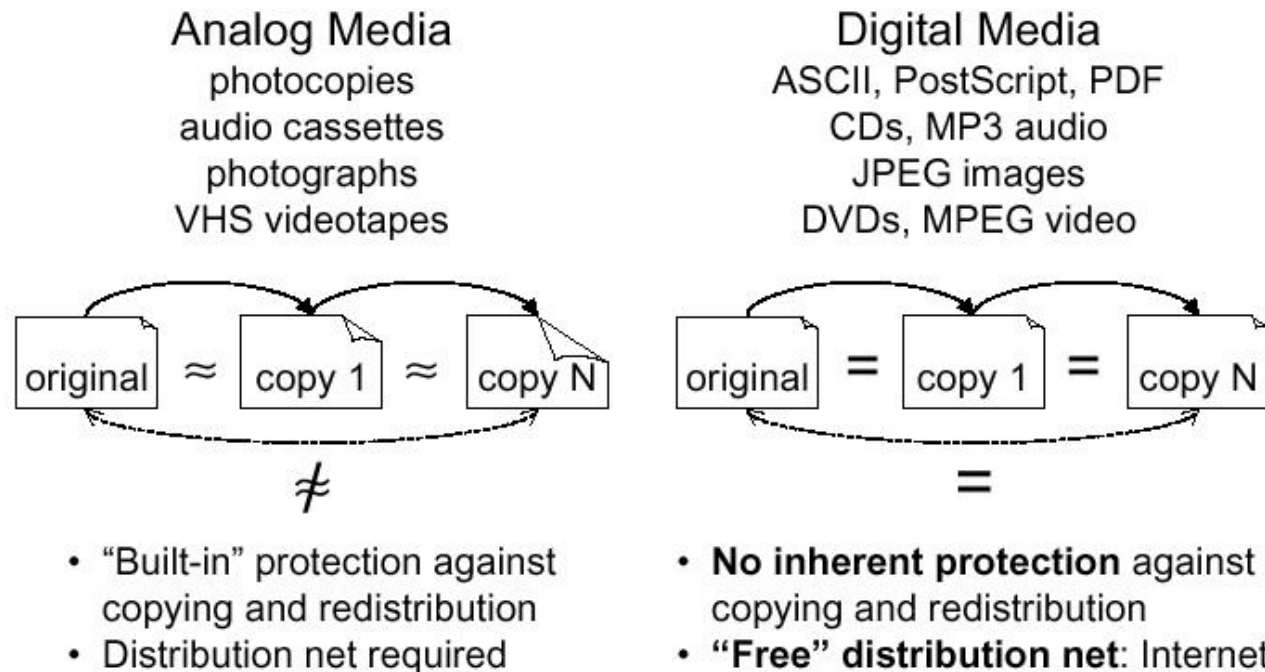
Marquage – Table des matières

- Principes de base de la télévision numérique
- Comparaison des standards de compression
- Norme MPEG-4
- Norme JPEG-2000
- Marquage:
 - Contexte de la stéganographie et du watermarking
- Bibliographie

Contexte du marquage d'images

- Problématique générale de la gestion des droits “numériques” (Digital Right Management)
 - Gestion du copiage
 - Maintien du copyright
- Solution optimale = chiffrement
 - Lourdeur de la mise en oeuvre
 - Recours à des solutions plus souples mais moins robustes
- 2 stratégies pour cacher de l'information dans un signal
 - *Stéganographie*: le message est caché mais facilement décelable
 - *Watermarking*: le message est caché et indélébile

Comparaison des contenus multimédia analogique et numérique



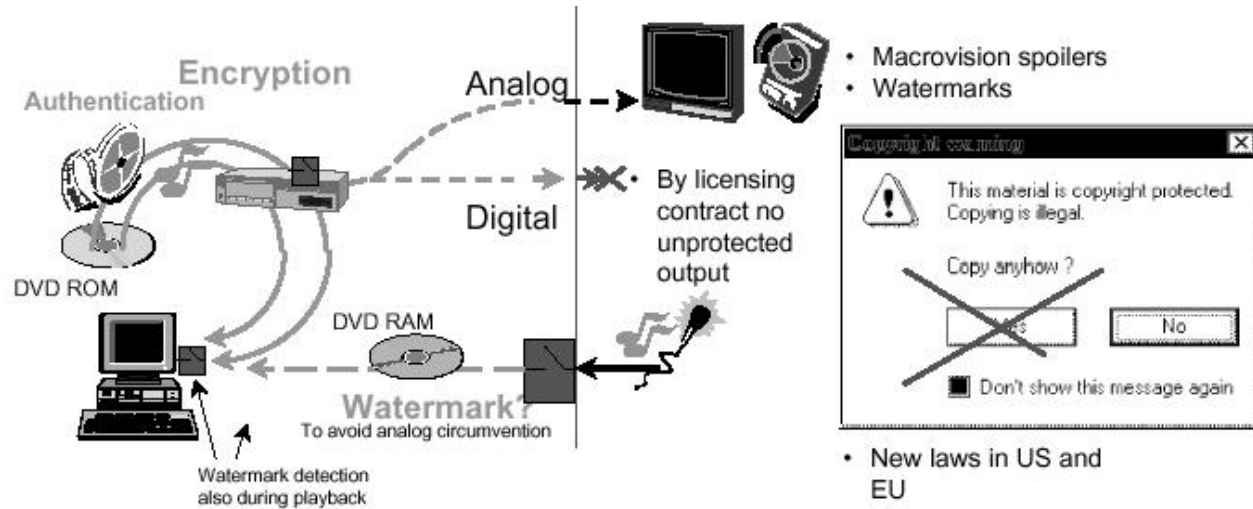
Watermarking numérique

Principe:

- l'information accompagne le signal utile, même après distribution et copiage

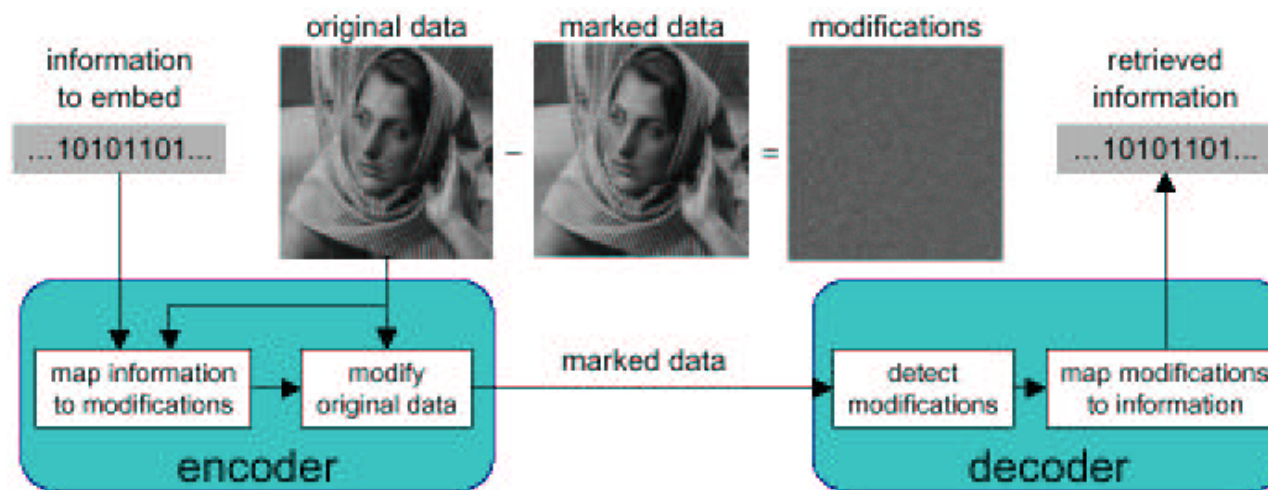


Protection du DVD



Questions de base

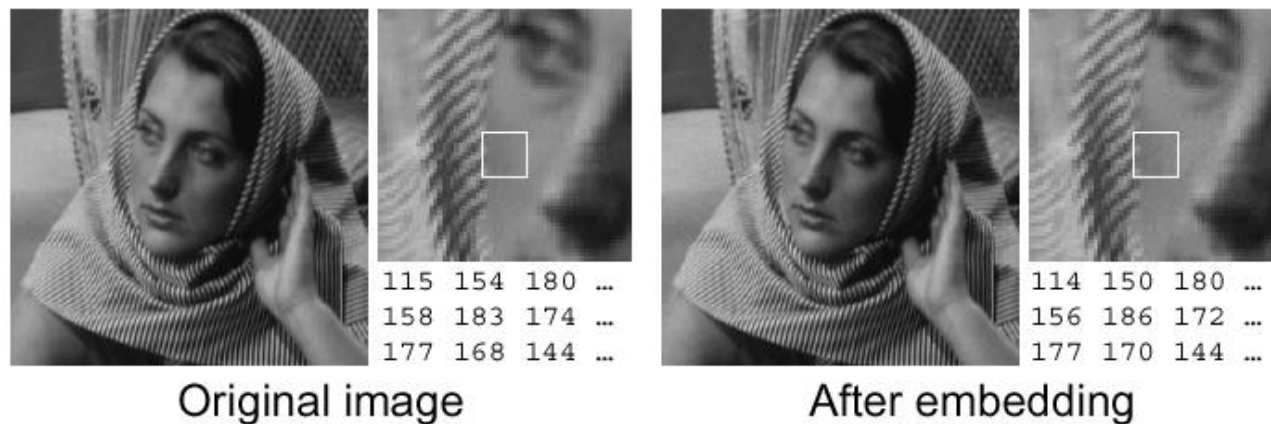
- Comment peut-on cacher de l'information?
- Comment retrouver le filigrane?



Propriétés?

Indécelable. D'où

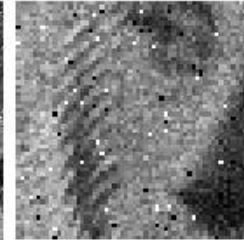
- Perceptivement, il n'y a aucune différence entre l'original et l'image tatouée
- Utilisation des modèles perceptifs



Robuste



JPEG compression

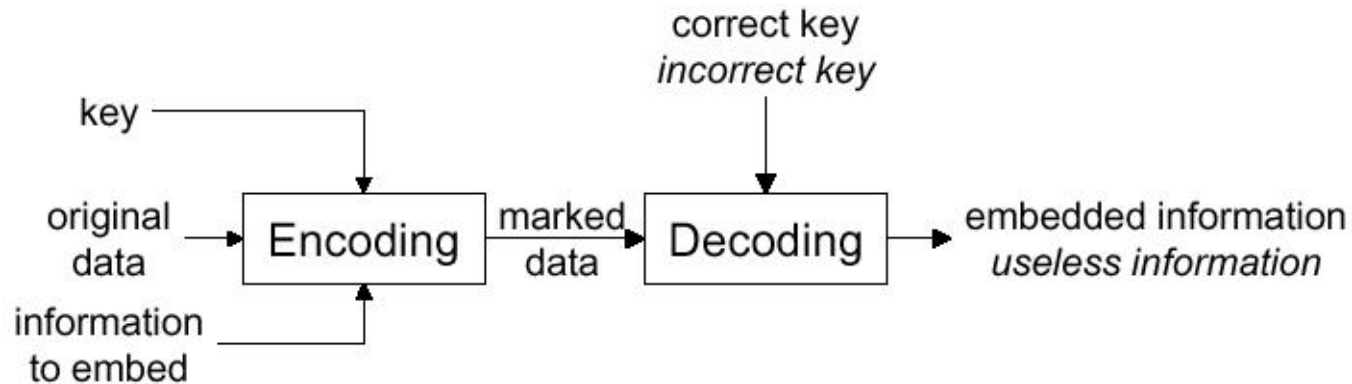


Additive noise & clipping

Propriétés? suite

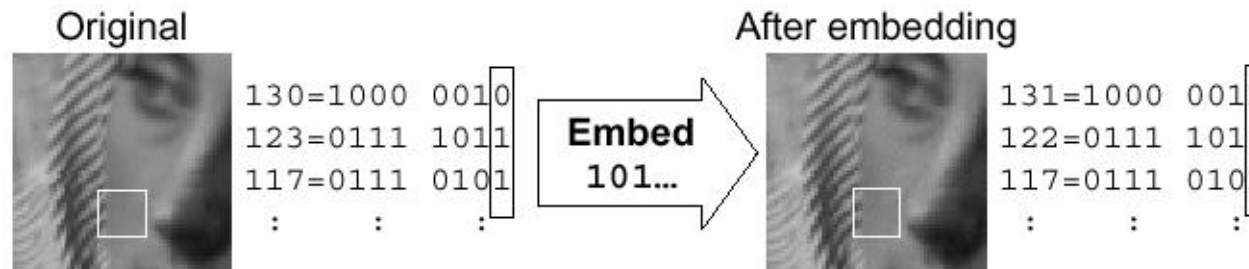
Sécurité

- Le message doit être indétectable et non modifiable
- La sécurité repose sur une clé et non sur l'algorithme (principe de KERCKHOFF)



Mécanisme de stéganographie

Exemple: modification du LSB



Méthodes plus robustes:

- basées sur l'étalement de spectre

Méthode de Watermarking dite du Patchwork

- On sélectionne deux ensembles disjoints, A et B , composés chacun de $N/2$ pixels
 - les éléments sont choisis aléatoirement
 - hypothèse

$$S = \sum_i A_i - \sum_i B_i \approx 0$$

- insertion d'un bit $b = \{-1, +1\}$: $A'_i \leftarrow A_i + b * 1$, $B'_i \leftarrow B_i - b * 1$

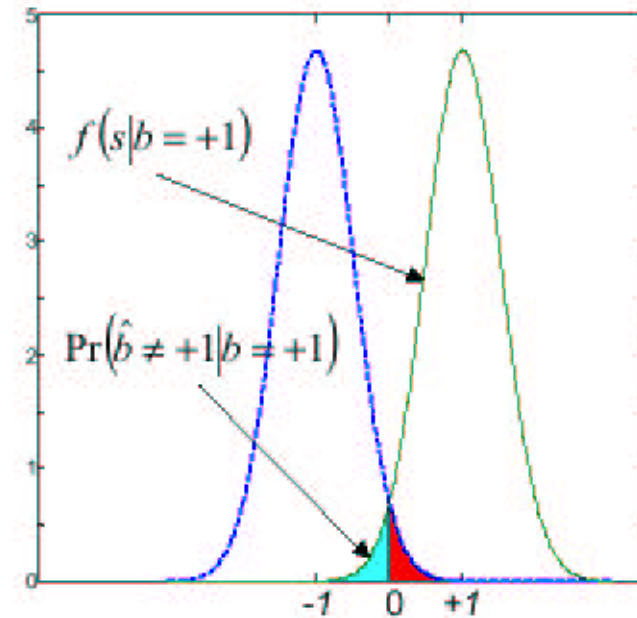
$$S' = \sum_i A'_i - \sum_i B'_i \approx bN$$

- détection: présence d'un watermark si $|S'| \approx N$

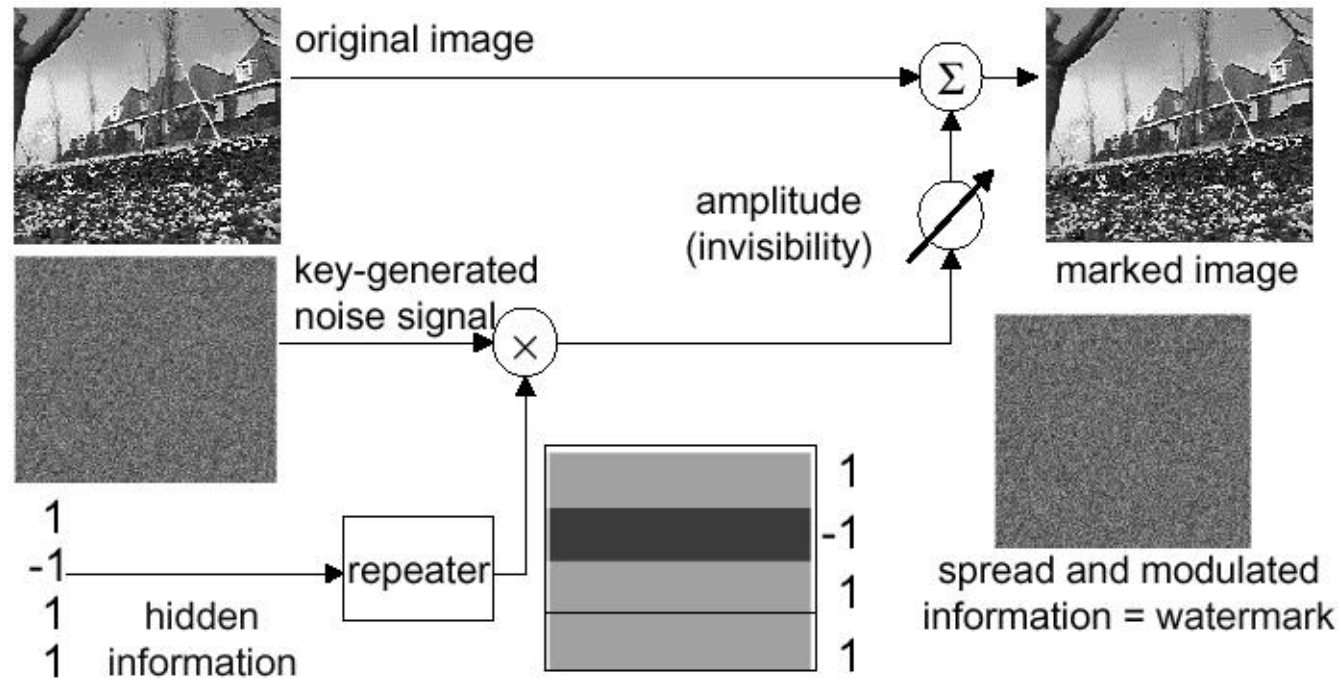
La détection est un processus de décision statistique

- Correlation sum S
 - assumed Gaussian
 - mean $-1, +1$
 - variance $\sigma^2/(N)$
- Decision rule becomes
$$\hat{b} = \begin{cases} +1, & \text{if } s > 0; \\ -1 & \text{if } s < 0. \end{cases}$$
- Probability of error
 - Q function

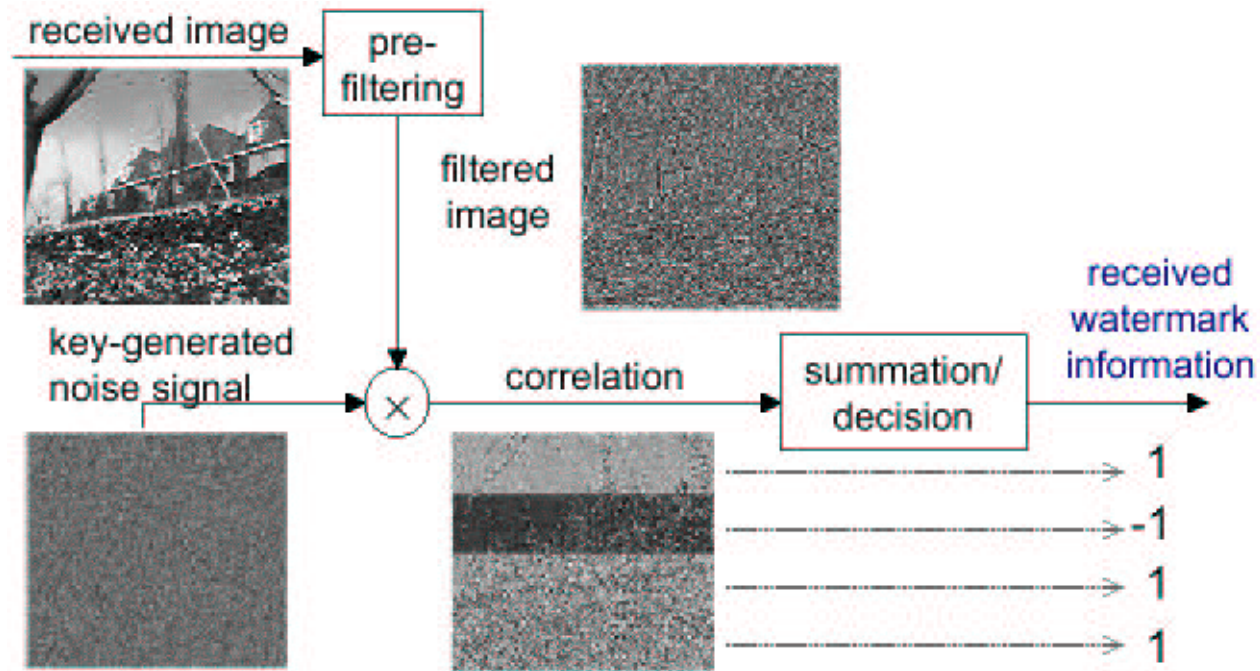
$$Q\left(\frac{\sqrt{N}}{\sigma}\right)$$



Autre technique de watermarking: étalement de spectre



Détection



Watermarking: conclusions

- Le watermarking est intéressant pour des applications pour lesquelles une information doit circuler avec le message.
- Le watermarking est une technique *passive*. Il est dès lors difficile de prévoir et de contrecarrer certaines attaques.
- Le watermarking est moins robuste que la cryptographie.
- La technologie est en constante évolution.