

Normes de Compression audio-vidéo

OSI MPEG-1

Définition:

- norme de compression d'images animées et du son proposée en 1991 par OSI.
- Suppose un système de communication fiable (bus PC)
- n'accepte que la vidéo progressive (non compatible avec format TV)

Regroupe 3 normes :

- IS-11172-1 (Système)
- IS-11172-2 (Vidéo)
- IS-11172-3 (Audio)

Application :

- Dédié au stockage sur CD-Rom, Vidéo-CD, CD Interactif (Philips)
- Qualité VHS avec débit constant jusqu'à 1.8 Mbps (nx150 Ko/s)

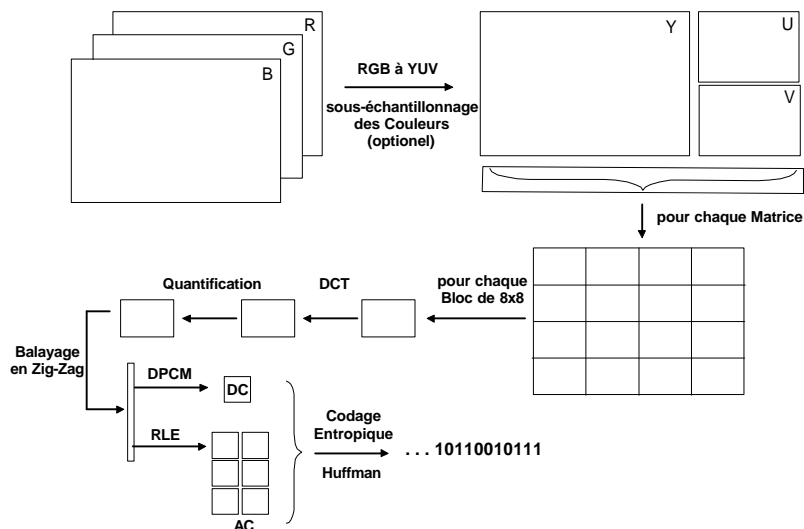
OSI MPEG-1

La compression définit 3 type d'images :

- Image Intra (I) (codage JPEG)
 - Image Predictive (P) (codage H.261)
 - Image Bidirectionnelle (B) (codage temporel amélioré)
- Ces images sont entrelacées pour former un groupe d'images
 - Formats vidéo acceptés en entrée :
 - SIF 352x288 jusqu'à 25 fps

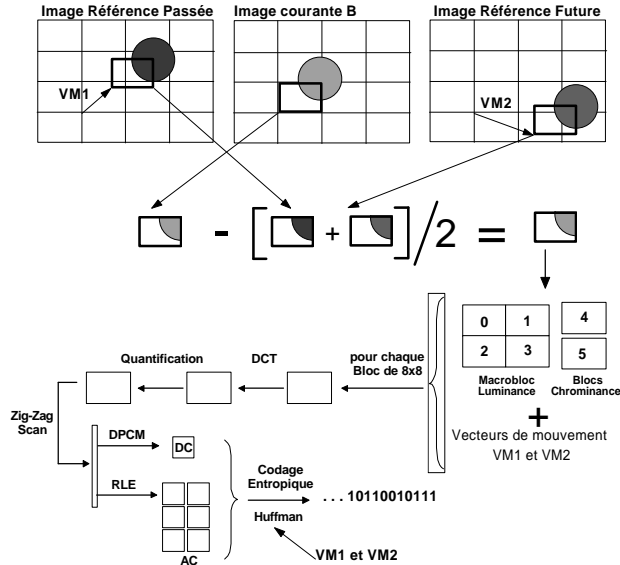


MPEG-1



OSI MPEG-1

Codage Bidirectionnel (Image B)



MPEG-1

VCD / SVCD

Développé en 1993 pour le support de la vidéo de qualité VHS.

Parameter	Video CD v 2.0	Video CD v 3.0 (Super VCD)
Durée:	74 minutes (650 Mo)	35 à 70 mins+ (650 Mo)
Débit binaire total:	150 kbps (1200 Kbit/s)	300 kbps (2400 Kbit/s)
Video:	MPEG-1 1.15 Mbps CBR	MPEG-2 2.6 Mbps VBR Moyen
Resolution:	352 x 240 (NTSC) 352 x 280 (PAL/SECAM)	480 x 480 (NTSC) 480 x 576 (PAL/SECAM)
Audio:	MPEG-1 stereo CBR optional : CD audio tracks	2 streams MPEG-1 stereo VBR optional : 5.1 channel
Image fixes:	MPEG-1	MPEG-2
Interaction:	Menus, Liste de lecture, Fast forward/reverse	Plus d'interactivité
Sous_titres:	Closed captions	Overlay graphics (4 selectable channels)
Points d'entrées:	Jusque 98 par piste (500 au total par disc).	



OSI MPEG-2/H.262

Définition:

- norme de compression d'images animées et du son proposée en 1994 par OSI et UIT (H.262).
- Regroupe 4 normes :
 - **IS-13818-1 (Système)**
 - **IS-13818-2 (Vidéo)**
 - **IS-13818-3 (Audio)**
 - **IS-13818-7 (DSM-CC) Digital Storage Media-Command and Control**
- Norme universelle pour le stockage et les communications vidéo
- Qualité TVHD avec débits variables ou constants jusqu'à 100Mbps
- Accepte la vidéo entrelacée (TV) et progressive (Informatique)
- Compatible avec MPEG1 et bien adapté au réseau B-ISDN/ATM
- Robuste aux erreurs de communications



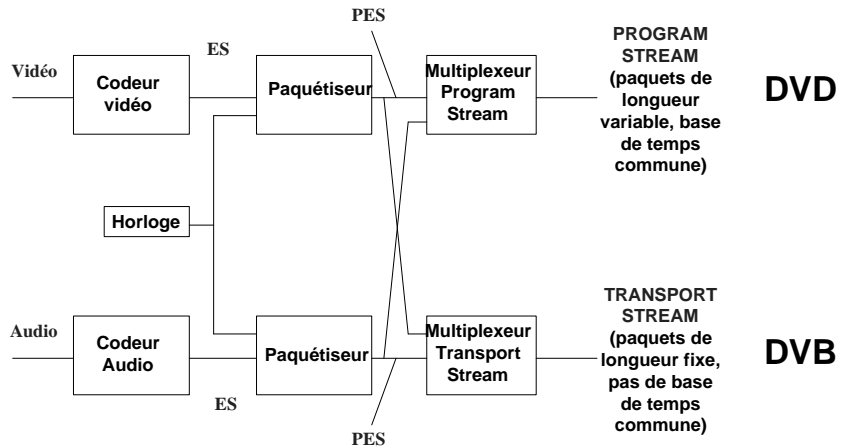
OSI MPEG-2 - Compression -

- 3 type d'images (I, P, B) avec compression images B améliorée
- + 6 canaux audio (multilingues)
- Formats vidéo acceptés en entrée :
 - CIF et SIF 352x288 jusqu'à 25 fps
 - CCIR 601 720x574 avec 25 fps
 - TVHD 1920 x 1152 avec 50 fps
- Définition de profils (outils) et de niveaux (qualité)
- Codage Hiérarchique



OSI MPEG-2

- Multiplexage Audio/Vidéo -



OSI MPEG-2

- Applications -

- norme universelle pour le stockage et les communications vidéo numérique
- Haute qualité avec débits variables ou constants jusqu'à 150Mbps
- accepte la vidéo entrelacée (TV) et progressive (Informatique)
 - DVD (Digital Video Disk) : stockage vidéo numérique
 - DVB (Digital Video Broadcast) : vidéo numérique par câble / satellite / Herzien
 - VOD (Video On Demand) sur réseau B-ISDN/ATM ou IP/ADSL
 - TVHD (USA)
 - D-VHS (JVC)



- DVD -

Digital Video Disk (Codage MPEG-2 Video).

- Développé en septembre 1995 par 10 companies (Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson, Time Warner, et Toshiba) pour le support de la vidéo qualité cinéma.
- Renommé Digital Versatil Disk (vidéo, données, audio, jeux, ...)
- Il y avait à l'origine deux standards concurrents pour le DVD :
 - le format MMCD de Sony et Philips,
 - et le format SD de Toshiba et Time Warner
- Un consortium mené par IBM a permis la convergence vers un standard unique, le DVD.

Fonctionnalités :

- 6 canaux stéréo (PCM CD-Audio, Dolby Surround, DTS, ...)
- 8 pistes audio (multilingues)
- 32 pistes de sous-titres
- 9 angles de vues
- Zoom numérique X2 ou X4 d'une zone



DVD – Vidéo -

Format	DV PAL	DV NTSC	DVD PAL	DVD NTSC	VCD PAL	VCD NTSC	SVCD PAL	SVCD NTSC
Désignation	Digital vidéo		Digital Versatil Disk		Video Compact Disk		Super Video Compact Disk	
Année	1993		1995		1993		1998	
Support	MiniDV, digital 8, DVCam		DVD, CD (mini-DVD)		CD		CD	
Vidéo								
Débit vidéo	CBR : 25 Mbps		VBR : 9,8 Mbps		CBR : 1,152 Mbps		VBR : 2,6 Mbps	
Compression	Motion-JPEG		MPEG-2 MP@ML		MPEG-1		MPEG-2	
Résolution(pixels)	720x576	720x480	720x576	720x480	352x288	352x240	480x576	480x480
Echantillonnage	4:2:0	4:1:1	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0
Fréquence (fps)	25	29,97	25	29,97	25	29,97	25	29,97
Profondeur(bits)	8		8		8		8	
Aspect Ratio	4:3		4:3 ou 19:9		4:3		4:3	



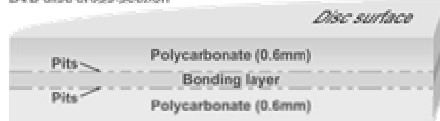
DVD – Audio -

Format	DV PAL	DV NTSC	DVD PAL	DVD NTSC	VCD PAL	VCD NTSC	SVCD PAL	SVCD NTSC
Désignation	Digital vidéo		Digital Versatil Disk		Video Compact Disk		Super Video Compact Disk	
Audio								
	1 format		3 formats standards + options		1 format		1 format	
Compression	PCM		LPCM		MPEG-1 Layer 2		MPEG-1 Layer 2	
Débit Audio	1,536 Mbit/s		6,144 Mbit/s		224 Kbit/s		224 Kbit/s	
Canaux et échantillonnage	2 @ 48 kHz 4 @ 32 kHz		8 @ 48 kHz 8 @ 96 kHz		2 @ 44.1 kHz		2 @ 44.1 kHz	
Résolution (bits)	12 et 16		16, 20 et 24		16		16	
			Dolby AC3					
			VBR : 128-384 Kbit/s					
			Stéréo/5.1 @ 48 kHz					
			16					
			MPEG-2 Audio					
			VBR : 640 Kbit/s					
			7.1 @ 48 kHz					
			16					



DVD - Formats -

DVD disc cross-section



ROOT DIRECTORY



	Nom	Capacité (GB)	Couches	Faces	Commentaires
DVD Vidéo	DVD-5	4.7	1	1	Lecture d'une seule face
	DVD-9	8.54	2	1	Lecture d'une seule face
	DVD-10	9.4	1	2	Lecture des 2 faces
	DVD-18	17.08	2	2	4 couches, Lecture des 2 faces
	DVD-RAM	2.6/5.2	1	1 or 2	DVD enregistrable (100 000 x)
	DVD-/+R	4.7/9.4	1	1 or 2	DVD enregistrable (1 x)
	DVD-/+RW	4.7	1	1 or 2	DVD enregistrable (1000 x)



MPEG-2 DVB

- Digital Video Broadcast -

Consortium de 220 membres de 30 pays établi en
Sept. 1993 sous l'égide de l'ETSI/ISO pour normaliser
la diffusion de la vidéo MPEG-2 numérique :

- par câble DVB-C
- par voix hertzienne DVB-T
- par satellite DVB-S
- Interactive DVB-I
- Multipoint (MMDS - < 10Ghz) DVB-MS

Avec préservation des fonctions des systèmes analogiques
existants (Teletexte, brouillage, accès conditionnel, ...)



DVB

Codage Source / Codage Canal

Codage source : Compression et Multiplexage

- MPEG-2 Video : main level@main profile (720x574@25fps, YCbCr 4:2:0 – 15 Mbp/s)
- MPEG Audio Layer II (44.1 KHz - 192-256 Kbp/s stéréo)
- Multiple program TRANSPORT STREAM Multiplex (MPTS)

Codage Canal : Modulation

- **DVB-S (ETSI 300 421)** : QPSK Quadrature Phase Shift Keying
 - porteuse de 36 Mhz - 39 Mbps
 - Contrôle d'erreurs par Code Viterbi au niveau binaire (2/3 : 33 % d'overhead)
 - Code Reed Solomon au niveau octets (204/188 avec 16 octets de FEC : 8% overhead)
 - Entrelacement des octets avant transmission
- **DVB-C (ETSI 300 429)** : QAM Quadrature Amplitude Modulation
- **DVB-T (ETSI 300 744)** : COFDM Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
 - robuste aux échos multichemins provoqué par les immeubles



US ATSC DTV

ATSC : Advanced Television Systems Committee fondée en 1987 et regroupant 200 membres internationaux (Canada, Corée du Sud, Taiwan et l'Argentine) pour la définition des normes de Diffusion terrestre de la TV Digitale (DTV) :

- basse définition : SDTV
- Haute definition : HDTV (A/53)

Norme concurrente de DVB basée sur :

- MPEG-2 Video : MPTS
- Dolby AC.3 pour le Son (384 kbp/s)
- Canal de 6 Mhz : 38 Mbps par voie hertzienne (5x la TV classique) et 19 Mbps par Câble
- Fréquence d'échantillonnage vidéo: 27 Mhz
- Résolutions : (HDTV = 1080x1920 @ 60 Hz (Entrelacée))



VOD - Réseaux -

Solution proposée par l'ATM Forum :

- **protocole ATM**
- **protocole AAL5**
- **Codage MPEG-2 CBR**
- **Service ATM - CBR**

Solutions proposées par IETF (Internet) :

- **sans serveur de streaming (avec HTTP)**
- **avec serveur de streaming (avec RTP/RSTP)**
- **compression H.263, MPEG-4 ou codeurs propriétaires**

Problème de limitation de la boucle locale :

- **ADSL/ATM**
- **UMTS/WLAN**
- **Câble ou HFC (Hybrid Coax-Fiber)**
- **Hertzien (MMDS)**



MPEG-4

Introduction

Norme multimédia développée par l'ISO (14496) et intégrant les technologies de 3 secteurs :

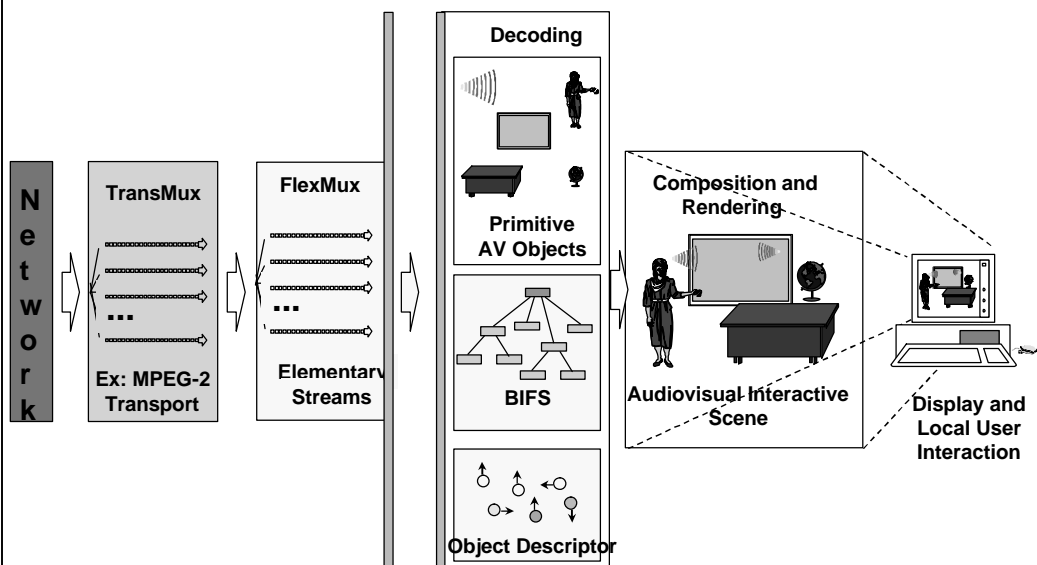
1. La TV numérique (compression audio/vidéo naturelle)
2. Les applications graphiques 2D/3D (synthèse d'images)
3. Le Web (interactivité, accès, transmission)

Objectif et Historique :

- En 1993 : norme de codage audiovidéo à très bas débits
- En 1994 : norme multimédia pour codage audio/vidéo par objet
- MPEG4 Version 1 - disponible depuis fin 1999



MPEG-4 - Architecture Recepteur -



MPEG-4

- Codage Vidéo -

1. Débit vidéo : 10 Kbp/s à 1 Gbp/s
2. Objets vidéo rectangulaires ou à forme variable
3. Résolution spatiale max 4096x4096 (min 8x8)
4. Résolution chromatique max 12 bits par composant : 4:2:2, 4:2:0, 4:0:0
5. Résolution temporelle : pas de limite
6. Vidéo naturelle (progressive, entrelacée, scalable)
7. Vidéo de synthèse (2D/3D, animation de visage/corps)

Différences avec MPEG1/2 :

1. Codage d'objets de différente nature et de forme (naturel/synthèse, 2D/3D, text, ...)
2. Plus grande interactivité avec la vidéo



MPEG-4 - Codage Audio -

1. Débit Audio de 4 Kbp/s à 64 Kbp/s par canal
 - Codage MPEG-2 AAC amélioré SBR (Advanced Audio Coding - Spectral Band Replication)
 - Qualité Stéréo CD : 48 kbps
 - Qualité multicanal 5.1 : 128 kbps
 - Codage TwinVQ (Transform-Domain Weighted Interleave Vector Quantization)
2. Débit Voix de 2 Kbp/s à 24 Kbp/s
 - HVXC 2-4 Kbp/s (8 Khz) (Harmonic Vector eXcitation Coding)
 - CELP 4-24 Kbp/s (8-16 Khz) (Code Excited Linear Predictive)
 - Bit rate/Complexity scalability
3. SAOL (Structured Audio Orchestra Language) de 0.1 à 10 Kbp/s
4. Text-To-Speech dans différentes langues
 - Code sur 8 bits identifiant le pays (25 pays ont déjà réservés)



MPEG-4 - Système -

1. Représentation/description des objets
 - Les "Object Descriptors" (OD) en C++ (requis pour décompresser)
 - Les "Object Content Information" (OCI) (en relation avec MPEG7)
 - Ces informations forment un flux distinct des autres flux
2. Composition/description de scènes : BIFS et XMT (XML)
 - Organisation spatio-temporelle des objets - Interaction
 - Ces informations forment un flux distinct des autres flux
 - Formats Binaire (BIFS) pour stockage et transmission
 - Format Textuel : XMT (XML) pour la création de contenu
3. Multiplexage des flux élémentaires : FlexMux
4. Synchronisation des flux : SL et FlexTime
5. Gestion des tampons mémoires du système terminal.
6. Format de fichier MP4 (issue de QuickTime, adopté pour JPEG2000, 3GPP)
7. Interface de programmation en JAVA : MPEG-J



MPEG-4 partie 2 : les implémentations

- | | |
|--|--|
| 1. Microsoft MPEG-4 Windows Media Format 7 | 8. Envivio (BIFS) |
| 2. Divx 3.11 | 9. Packet Video (Mobile solutions) |
| 3. OpenDivX | 10. Sigma Designs et iVast (DSP Cable - STB) |
| 4. DivX 4/5 | 11. Dicas |
| 5. Xvid (open source) | 12. Sorenson (meilleure implémentation logicielle à ce jour) |
| 6. 3ivX (mobile solutions) | 13. Philips & TI (Soft & Hard) |
| 7. Apple MPEG-4 - QuickTime 6 | 14. STMicroelectronics (Chip Nomadik codec H.263/MPEG4 ASP pour Telephone portable - Janv. 2003) |
-
- | | |
|--------------------|------------|
| 1. Windows Media 9 | 3. On2 VP6 |
| 2. Real Media 10 | 4. ACT-L2 |

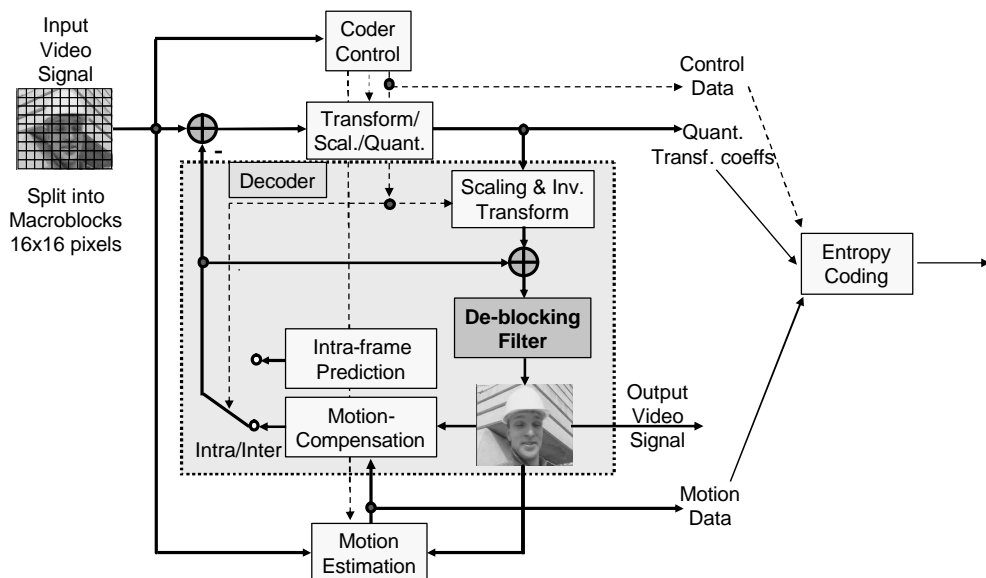


H.264 – Le projet JVT

- Travaux ont démarré à l'ITU-T dans le groupe Q.6/SG16 (VCEG - Video Coding Experts Group) sous le terme de "H.26L" (successeur de H.263)
- Août 1999: 1st version de test (TML-1)
- Juillet 2001: MPEG fait un appel pour une technologie "AVC": H.26L gagne
- Décembre 2001: Formation du Joint Video Team (JVT) entre VCEG et MPEG pour finaliser H.26L comme pour le projet MPEG-2/H.262)
- Printemps '03 : Adoption finale du standard par les 2 organismes :
 - MPEG-4 Part 10 (ISO/IEC 14496-10 AVC)
 - H.264 (UIT)
- Fin 2003 : H.264 Adopté par le 3GPP et HD-DVD Forum, en cours DVB, SMPTE, Opérateurs du Cable
- 3/4x plus de ressources CPU requis pour le codage / MPEG4 ASP
- 2/3x plus de ressources CPU requis pour le décodage /MPEG4 ASP
- 50% de gain de compression / MPEG4 ASP



H.264 – Codec de base



H.264 – Quantification/Filtrage

1. Echelle de quantification logarithmique (linéaire/exponentielle ailleurs)
2. H.264 ajoute une étape de deblocking après la quantification



1) Sans Filtre

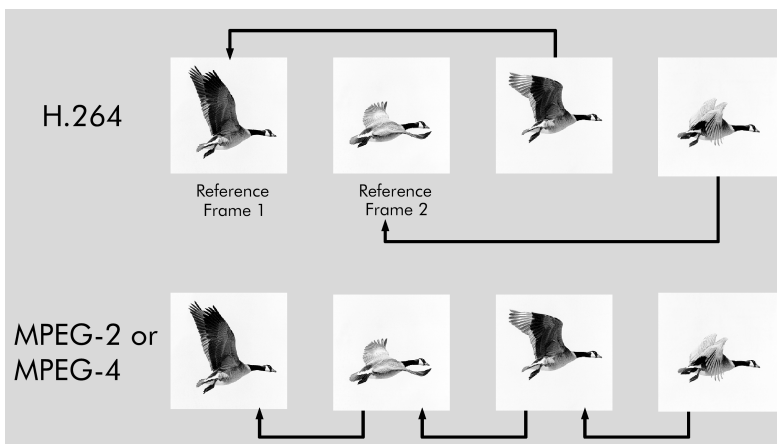


2) avec Filtre H264/AVC Deblocking



H.264 – Codage Temporel

1. Identification des cycles / périodicités des mouvements
2. Mémoire d'images plus importante



Qualité Vidéo Analogique vs Numérique



Université de Paris 5
UFR de Mathématiques & Informatique

© Ahmed Mehaoua - 29

Mesure de la Qualité Vidéo : PSNR

Soit une séquence vidéo de K images et de résolution spatiale MxN

- PSNR : Peak To Signal Noise Ratio
- RMSE : Root Mean Square Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N \cdot M \cdot K} \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M [x(i, j, k) - \hat{x}(i, j, k)]^2}$$

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10} \frac{255}{RMSE}$$



Université de Paris 5
UFR de Mathématiques & Informatique

© Ahmed Mehaoua - 30

Mesure PSNR : inconvéniént



$PSNR_A = 37 \text{ dB}$

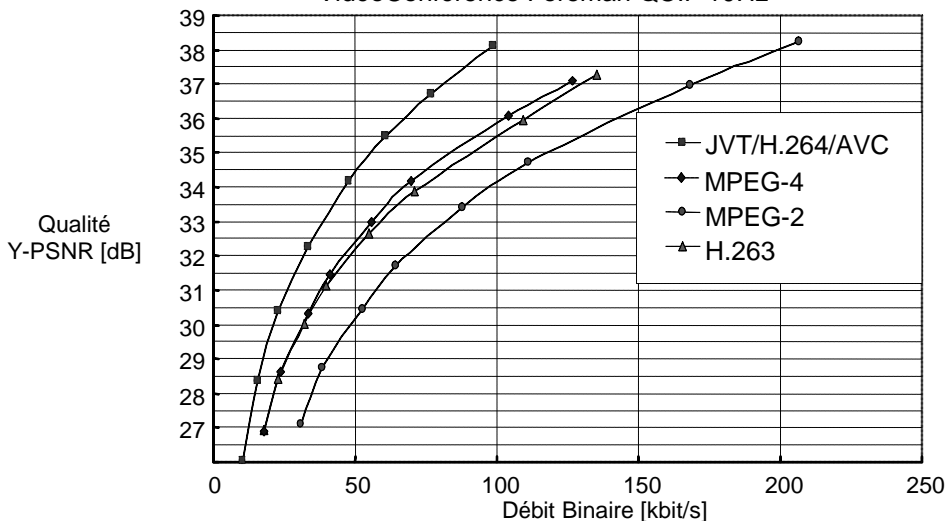


$PSNR_B = 37 \text{ dB}$



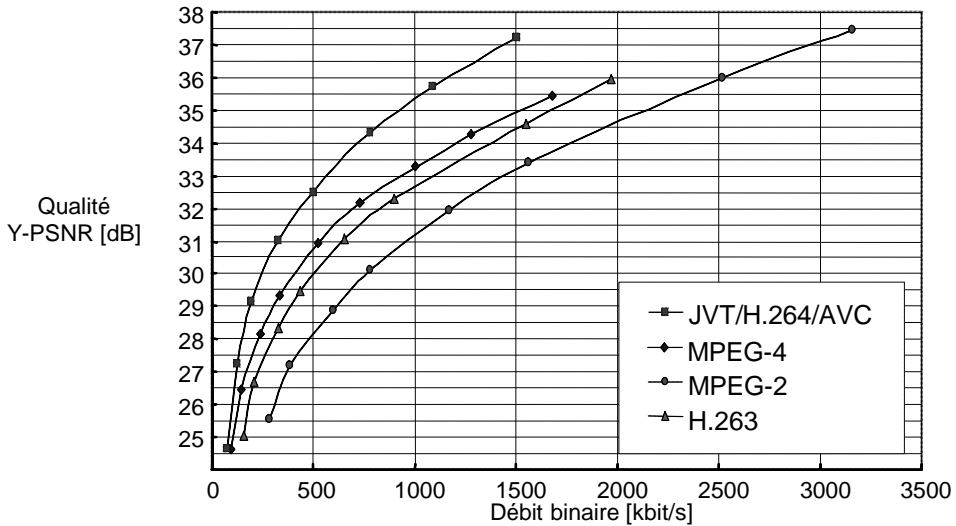
Comparaison MPEG2 / MPEG-4 / H.263 / H.264

VidéoConférence Foreman QCIF 10Hz



Comparaison MPEG2 / MPEG-4 / H.263 / H.264

Séquence Tempête CIF 30Hz



Université de Paris 5
UFR de Mathématiques & Informatique

© Ahmed Mehaoua - 33

Comparaison MJPEG / MPEG-2 / H.263

	Video size: 320 x 240 pixels			Video size: 640 x 480 pixels			
	Compression Ratio	Encoding Time		Compression Ratio		Encoding Time	
		Visually Lossless	m-secs	Frames/sec	Visually Lossless	Max Compression	m-secs
MJPEG	15.3	1.4	157.3	22.4	83.4	4.8	49.2
MJP2000	16.9	10.8	21.8	32.9	244.4	34	6.9
MPEG-2	40.0	12.8	18.4	54.6	149.3	63	3.8
H.263	41.0	10.5	22.5	60.3	570.6	55	4.3



Université de Paris 5
UFR de Mathématiques & Informatique

© Ahmed Mehaoua - 34

Technologies Propriétaires

Formats très répandus pour les PC / MAC et sur Internet :

- Sorenson QuickTime (Apple) -> QT 5.0 compatible vidéo MPEG-4
- Indéo (Intel)
- CinéPack (Cinépack)
- RealVideo (Real Networks) -> RealVideo G2 compat. H.263
- Windows Media (Microsoft)
- VP (On2 Technologie)

Problème : non compatibles entre eux - besoin de pré-télécharger chacun des décodeurs/player – évolutivité - interfaçage.

