

MASTER

Transmission Vidéo dans les Réseaux Sans Fils et Mobiles

Challenges et Solutions

Ahmed Mehaoua

Professeur

Université de Paris 5

Centre de Recherche en Informatique de Paris 5

Email : mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

Web : www.math-info.univ-paris5.fr/~mea

Plan

1. Transmission vidéo sur les réseaux WiFi
 1. Introduction et Challenges
 2. Normes de codage vidéo avancées
 3. Protocoles pour le Temps réel sur IP
 4. Approches pour le Contrôle du débit (Rate adaptation)
 5. Approches pour le Contrôle des erreurs (Error Control)
 6. Approches pour le Contrôle du délai/Gigue
 7. Conclusion

Vidéo sur WLAN

Contexte et Motivations

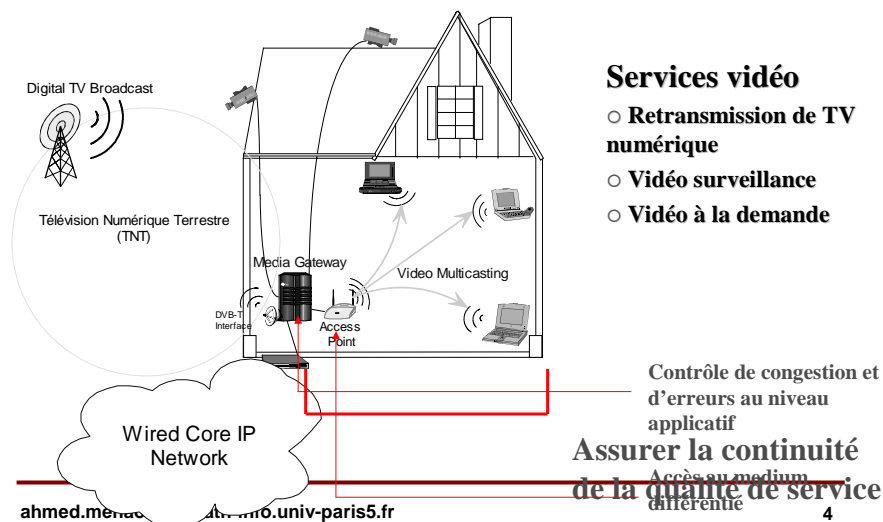
- **Acceptation de la technologie WiFi sur la BLR**
 - Évolution incessante de la couche physique (802.11n, 802.11i)
 - Apparition d'opérateurs de réseaux WLAN.
 - Convergence avec les réseaux Télécoms et Broadcast
- **Développement de normes de codage vidéo avancées**
 - Meilleur rapport qualité/débit (< 256 Kbp/s)
 - Codage vidéo hiérarchique
 - Amélioration des outils de résistance aux pertes/erreurs
- **Déploiement de services vidéo dans les réseaux WLAN**
 - **Applications:** VoD, diffusion TV, Multimedia Wireless Home Networking, vidéosurveillance (CCTV), etc.
 - **Motivations:** réductions des coûts/délais de déploiement, transparence de l'accès, mobilité, etc.

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

3

Contexte et Motivations

Architecture de transmission vidéo multicast sur réseaux d'accès sans fils



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

4

Contraintes Spécifiques

Problématique de la bande passante

- **Ressources spectrales limitées**
 - Optimisation du codage source (H.264, etc.)
 - Optimisation de la pile des protocoles
- **Fluctuation de la bande passante**
 - Adaptation du débit au niveau du serveur
 - Changement de résolution/quantification, etc.
 - Adaptation du débit au niveau du client
 - Scalabilité et Multicast, Simulcast, etc.
- **Partage de la bande passante**
 - Contrôle de l'accès au medium sans-fil

Partage de la ressource spectrale

	Gamme de fréquence	Type d'utilisation
	10 kHz - 150 kHz	Communications radiotélégraphiques
	150 kHz - 300 kHz	Radiodiffusion (grandes ondes)
	510 kHz - 1605 kHz	Radiodiffusion (petites ondes)
	6 MHz - 20 MHz	Radiodiffusion (ondes courtes)
	29,7 MHz - 41 MHz	Radiotéléphonie
VHF	47 MHz - 68 MHz	Télévision
	68 MHz - 87,5 MHz	Liaisons radio en modulation de fréquences
	87,5 MHz - 108 MHz	Radiodiffusion
	108 MHz - 162 MHz	Radiotéléphonie
VHF	162 MHz - 216 MHz	Télévision
	216 MHz - 470 MHz	Radiotéléphonie
UHF	470 MHz - 860 MHz	Télévision et radar
	860 MHz - 960 MHz	Radiotéléphonie
	Autour de 1800 MHz	Radiotéléphonie
SHF Ka, Ku	Entre 6 et 30 GHz	Services satellites en fixe

Contraintes Spécifiques

Problématique des erreurs

- **Propagation des erreurs dans les flux vidéo**
 - Codage spatial et temporel
- **Distribution non uniforme des erreurs**¹
 - Erreurs intrinsèques au support sans fils
 - Problème de perte de paquets
- **Limites des techniques au niveau MAC**
 - Efficacité à une échelle de temps réduite et problèmes du Multicast
 - Besoin de contrôle d'erreurs au niveau applicatif

¹ Y. J. Liang, "Analysis of packet loss for compressed video: does burst-length matter?" in Proc. of IEEE ICASSP-2003, Hong Kong, April 2003.

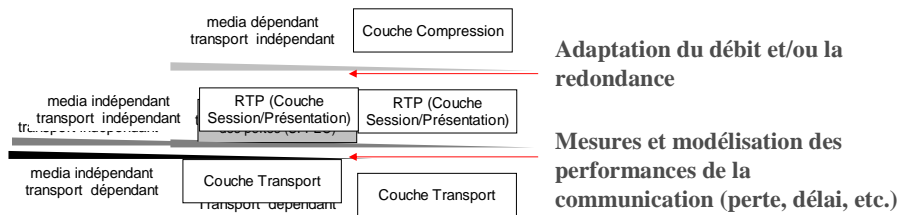
Contraintes Spécifiques

Problématique des délais de transmission

- **Respect des délais de décodage et d'affichage des paquets vidéo**
 - Dégradation de qualité vidéo, etc.
- **Contrôle des délais d'accès**
 - Surdimensionnement des ressources
- **Techniques de différenciation d'accès au support**
 - Borner les délais d'accès pour les flux vidéo
 - Supporter davantage de flux vidéo dans un environnement multi classes de service

Caractérisation et contrôle des pertes de paquets

- **Caractérisation et adaptation aux conditions réseau au niveau applicatif**
 - Contrôle de flux
 - Contrôle d'erreurs

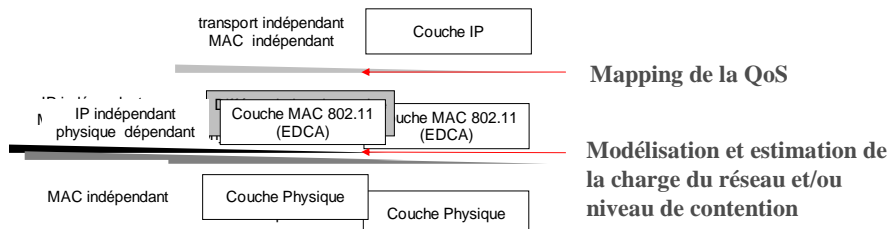


ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

9

Différenciation de Services au Niveau MAC 802.11

- *Mapping* de la qualité de service au niveau de la couche MAC pour une continuité de la QoS
- Adaptation de certains paramètres MAC en fonction des mesures réseau



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

10

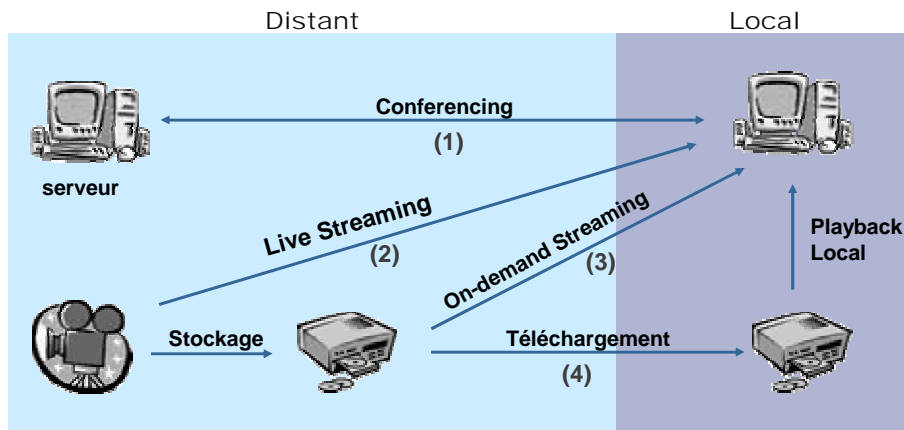
Solutions issues de différents secteurs techniques

ATM QoS Bandwidth
Standards RSVP DCT
MPEG-2 H.323 H.320
Lossless Motion JPEG Wavelet
H.261 Latency T.120 Lossy
ISDN Multicast Ethernet

Chaîne d'exploitation

1. Capture ou saisie
2. Numérisation
3. Codage (JPEG, MPEG, H.26x, ...)
4. Stockage (Serveur, DVD, format fichier, ...)
5. Transmission (IP, ATM, LAN, sans-fil, ...)
6. Chaîne de restitution

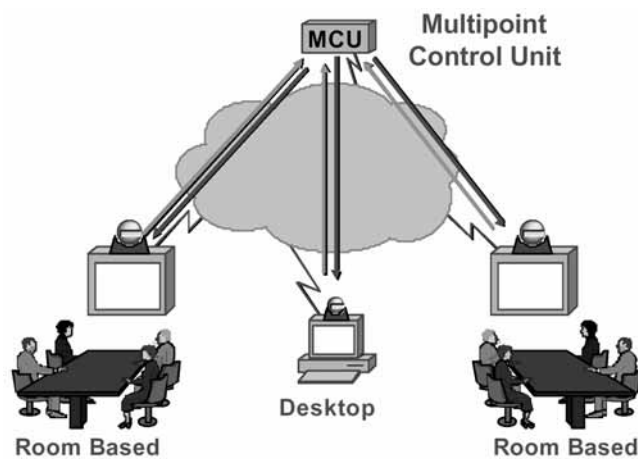
Type d'accès aux contenus Multimédia sur IP



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

13

Type de Communications Multimédia sur IP Conferencing

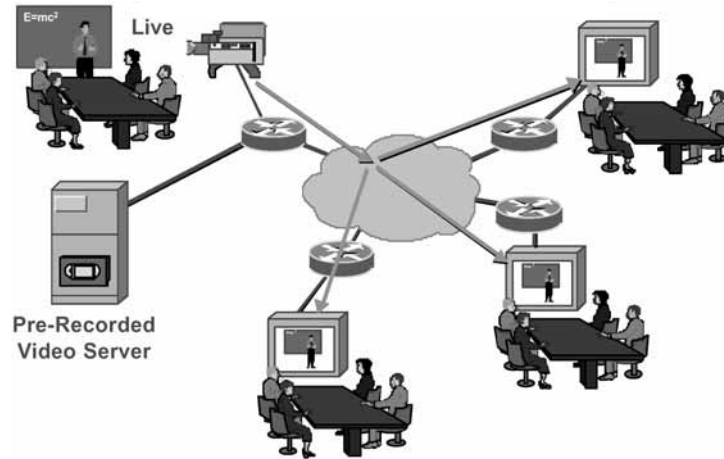


ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

14

Type de Communications Multimédia sur IP

Broadcasting

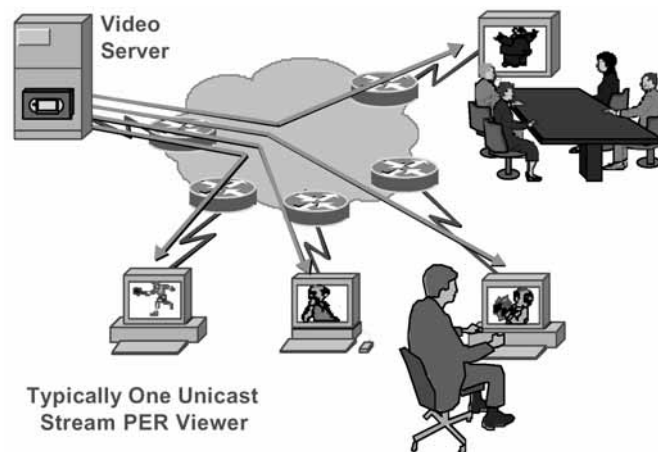


ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

15

Type de Communications Multimédia sur IP

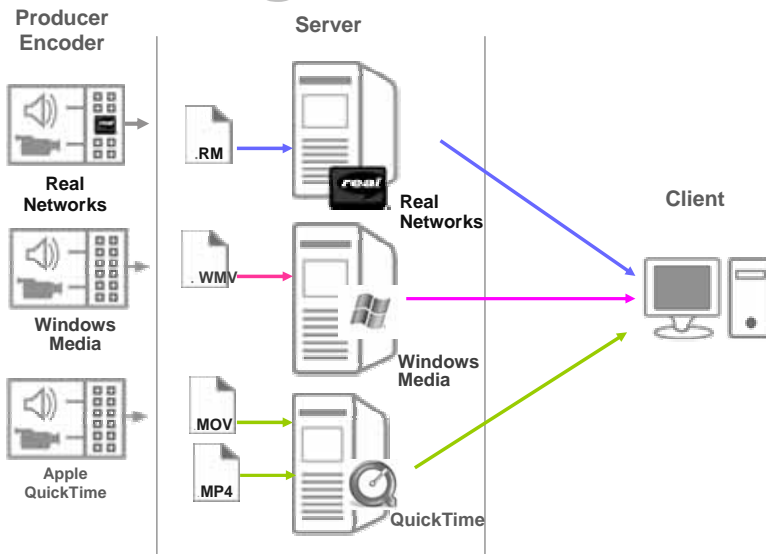
Video on Demand



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

16

Streaming Vidéo sur IP



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

17

Multimédia Distant



- **Problèmes :**

- Synchronisation des médias / des systèmes
- Ressources de communication partagées chères
- Congestion : Contrôle des erreurs et des pertes

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

18

Optimisation des communications Multimédia

1. Numériser
2. Compresser
3. Multiplexer
 - Coder à débit variable (qualité audio et vidéo)
 - Transmettre à débits binaires variables (VBR)
 - Utiliser un réseau à commutation de paquets
4. Routage multicast (Comm. de groupe)
5. Contrôle de débits et erreurs

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

19

Les formats vidéo numériques

VideoConférence

Video Disc

PARAMETER	SQCIF	QCIF	CIF	4CIF	16CIF	SIF NTSC	SIF PAL/SECAM
Active Pixels/Ligne (L)	128	176	352	704	1408	352	352
Active Lines/Image (L)	96	144	288	576	1152	240	288
Color Format	YCbCr					YCbCr	
Color subsampling	4:1:1					4:2:0	4:2:0
Color Resolution (bits per pixel)	8					8	8
Temporal Resolution	30					30	25
Raw bit rate (Mbit/s)	4.4	9.115	36.45	146.0	583.9	36.45	36.45

CIF : Common Intermediate Format
SIF : Standard Image Format

© Ahmed Mehaoua - 20

Les formats vidéo numériques (2)

HDTV TV numérique SDTV

PARAMETER	SHD	SMPTE 240M	ITU-R BT.601 NTSC	ITU-R BT.601 PAL/SECAM
Pixels/Line (L)	>2048	1920	720	720
Lines/Image (L)	>2048	1152 / 1080	484	576
Color Subsampling	4:4:4	4:2:0	4:2:2	4:2:2
Color Format	RGB	YCbCr		
Color Resolution (bpp)	24	24	16	16
Temporal resolution (fps)	>60	30/60	30	25
Raw bit rate (Mbit/s)	> 5700	506	166	166

DVD NTSC

DVD PAL

© Ahmed Mehaoua - 21

Codage Vidéo

Normes de l'OSI MPEG et UIT

- Normes Video de 1ère génération
 - JPEG et Motion JPEG
 - H.261
 - MPEG-1
- Normes Video de 2ème Génération
 - H.263 (H.263+)
 - MPEG-2/H.262
- Normes Video de 3ème Génération
 - MPEG-4/H.264
 - MPEG-7
 - MPEG-21

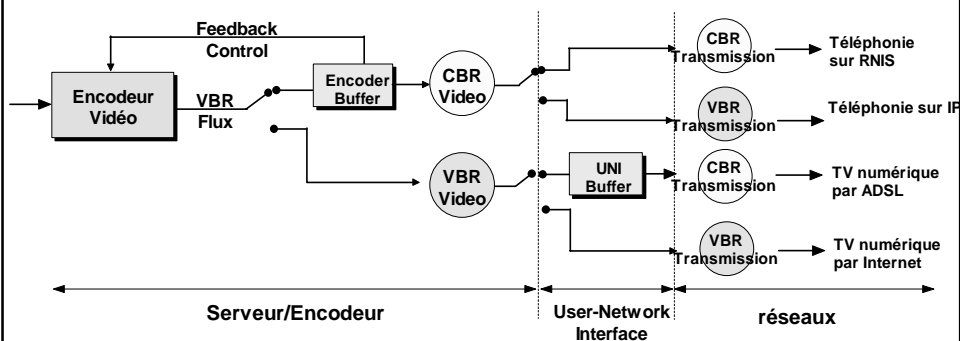
ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

22

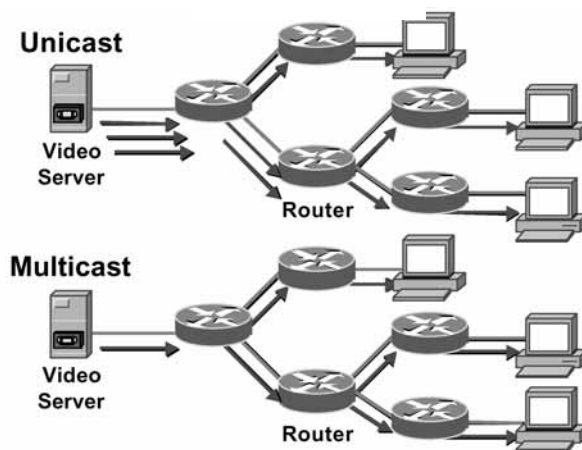
Débits Vidéo

	Video Quality	Bandwidth (bits/sec)
Motion JPEG	Broadcast	10 – 26 M
MPEG-2	Broadcast/HDTV	3 – 16 M
MPEG-1	VCR/Business	.5 – 1.5 M
H.261/H.263	Video Conf	64 K – 2 M
MPEG-4	Internet/Business	< 64 K – 4 M

Multiplexage des flux Vidéo Codage/transmission en mode CBR ou VBR ?



Multicast Vidéo sur IP

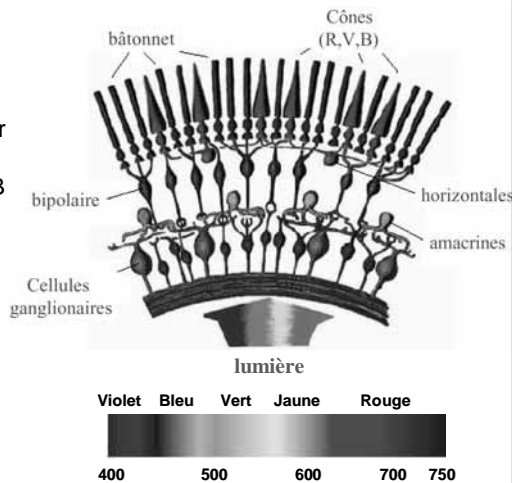
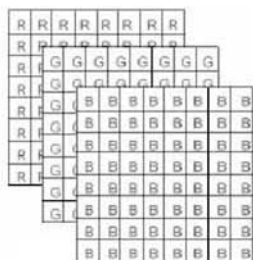


Multicast IP

- Pour offrir un service de distribution multicast sur IP il faut :
 1. Un adressage multipoint
 - 224.0.0.0 à 239.255.255.255 (IPv4)
 - ffxy::/64 (IPv6)
 2. Un protocole d'annonce des sessions multicast
 - SAP : Session announcement Protocol
 3. Un protocole de gestion de groupes d'utilisateurs :
 - MLD (Multicast Listener Discovery) pour IPv6
 - IGMP (Internet Group Management Protocol) pour IPv4
 4. Un protocole de routage multicast
 - M-OSPF, PIM

Systeme visuel humain

- Les longueurs d'onde de la lumière visible par l'œil sont comprises entre 400 (violet) et 750 (rouge) nm.
- Une image peut être représentée par la superposition de 3 matrices de valeurs d'intensité des couleurs RGB

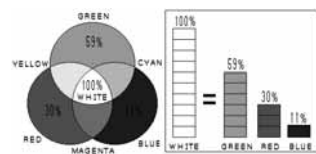
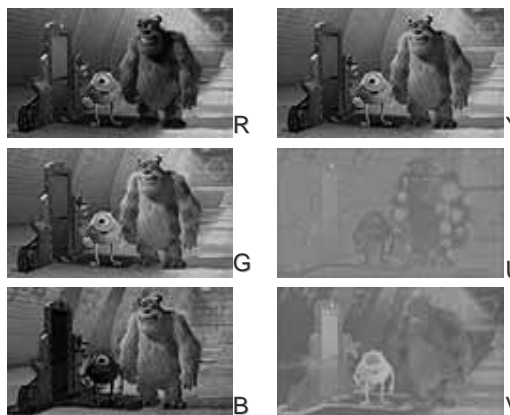


© Ahmed Mehaoua - 27

Représentation des couleurs formats RGB vs YUV



Originale



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

28

Particularité du SAH

- Le système audio visuel humain (SAH) :
 1. est plus sensible aux variation de luminosité qu'aux couleurs,
 1. Choisir un format de représentation des couleurs optimisé (YUV)
 2. ne peut distinguer que 4 millions de nuances de couleurs,
 1. Sous échantillonner les signaux de couleurs
 3. Requière un rafraichissement des images > 40 Hz
 1. Utiliser la technique de l'entrelacement des images
 2. Ou la technique du doublement de frequences
 4. Ne perçoit pas les détails dans les zones peu lumineuse
 5. Sensible aux basses fréquences et peu aux hautes fréquences
 1. Représenter les pixels par des coefficients de fréquences (transformé de Fourier)
 2. Appliquer ensuite un filtre numérique (La quantification)

© Ahmed Mehaoua - 29

Compression Vidéo Pourquoi et Comment ?

Taille des fichiers vidéo numérique très important excède les capacités de stockage et de communication :

Exemple pour 2 heures de TV numérique CCIR 601 :

- 149 Go de stockage requis
- 166 Mbp/s de bande passante

La solution est la compression des images par la :

1. Réduction de la résolution chromatique
2. Réduction de la taille de l'image
3. Réduction de la fréquence d'image
4. Eliminer les informations inutiles et/ou redondantes

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

30

Les algorithmes de Compression

- Redondances Spatiales (codage intra-image) :
 - **codages prédictifs (DPCM, ADPCM)**
- Redondances temporelles (codage inter-image)
 - **estimation et compensation de mouvement**
 - **codages prédictifs (DPCM, ADPCM)**
- Redondances statistiques
 - **codage en entropie (Huffman, arithmétique)**
- Redondances psycho-visuelle
 - **Sous échantillonnage des couleurs**
 - **transformation (DCT, FFT)**
 - **quantification**

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

31

Technologies Propriétaires

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

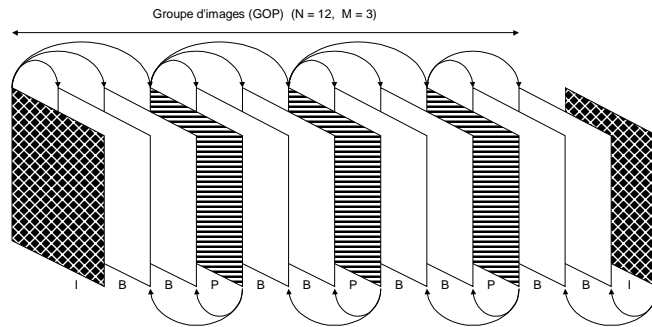
- Sorenson QuickTime (Apple) -> QT 5.0 compatible vidéo MPEG-4
- Indéo (Intel)
- CinéPack (Cinépack)
- RealVideo (Real Networks) -> RealVideo G2 compat. H.263
- Windows Media (Microsoft)
- VP (On2 Technologie)

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

© Ahmed Mehaoua - 32

3 modes de compression d'image - Groupe d'Images MPEG -

1. I : Image codée Intra
2. P : Image codée Prédicativement par rapport à une autre image
3. B : Image Codée prédictivement en fonction de 2 autres images

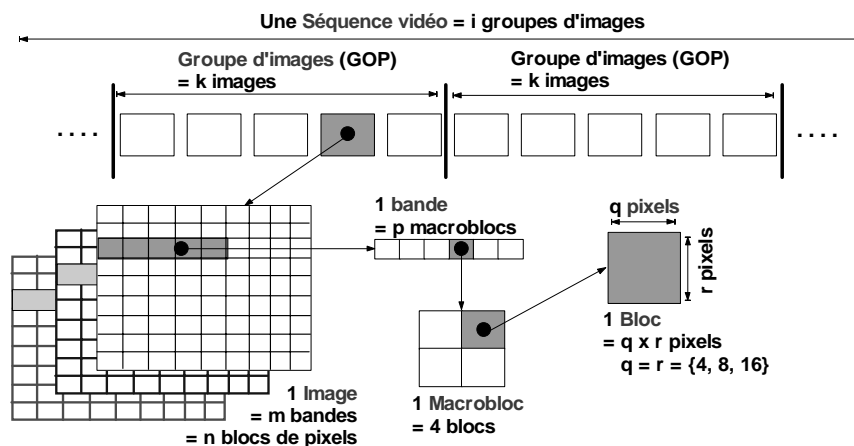


Motion JPEG	<45ms
MPEG-2: I Frame	200ms to 400ms
MPEG-2: I, P Frames	200ms to 500ms
MPEG-2: I, B, P Frames	400ms to 850ms

ahmed.mehaoua@m

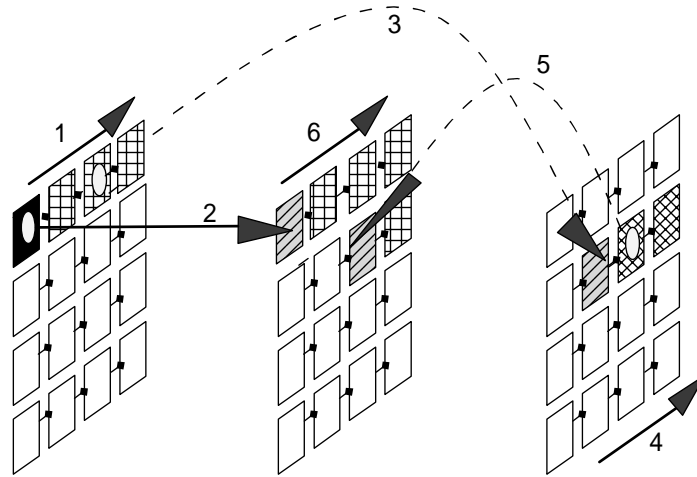
33

Structure des flux vidéo numérique



© Ahmed Mehaoua - 34

Propagation des Erreurs entre IMAGES



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

35

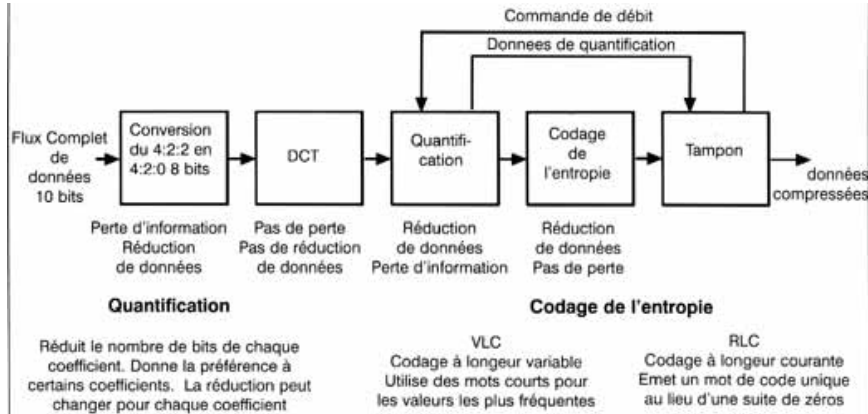
Propagation des Erreurs dans une image



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

36

Image I : codage spatial Type JPEG

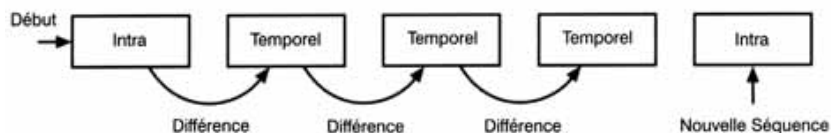


ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

37

Image P : codage temporel Type MPEG/H.26x

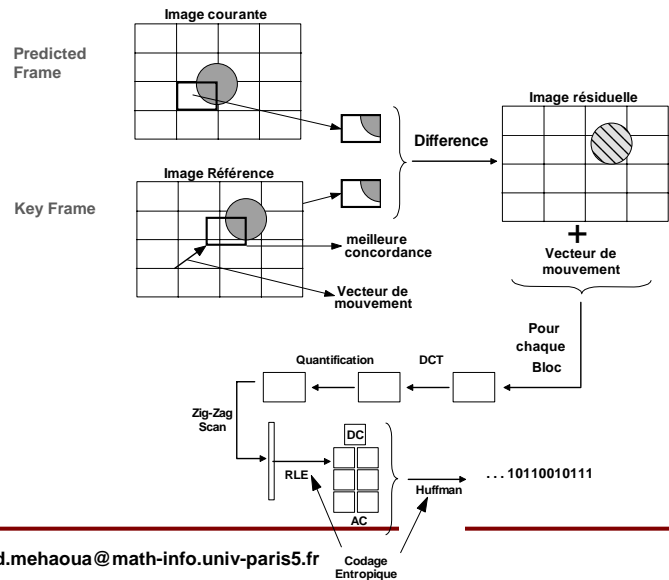
- La redondance temporelle peut être exploitée par inter-codage, en transmettant uniquement les différences entre images successives.
- La figure suivante montre que des images complètes sont transmises périodiquement. Elles sont appelées images de références ou « intra-codées » (images I), et elles sont uniquement obtenues par compression spatiale.
 - S'il se produit une erreur ou si un changement de scène intervient, on retrouve un décodage correct à l'image I suivante.



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

38

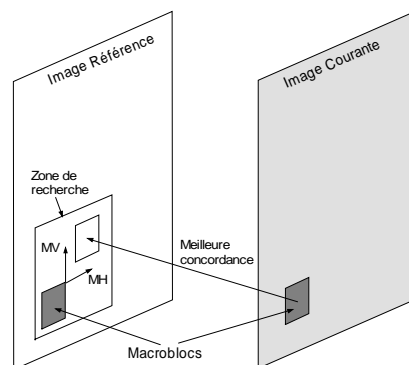
Image P : Codage Predictif + codage spatial



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

39

Estimation de Mouvement



Mean Squared Error (MSE) :

$$M_1(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (X_{m,n} - X_{m+i,n+j}^R)^2 \quad \text{avec } |i| \leq m_2, |j| \leq n_1$$

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

40

Erreur de l'estimation de mouvement



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

41

Transformation DCT

132	136	138	140	144	145	147	155
136	140	140	147	140	148	155	156
140	143	144	148	150	152	154	155
144	144	146	145	149	150	153	160
150	152	155	156	150	145	144	140
144	145	146	148	143	158	150	140
150	156	157	156	140	146	156	145
148	145	146	148	156	160	140	145

DCT →

172	-18	15	-8	23	-9	-14	19
21	-34	24	-8	-10	11	14	7
-9	-8	-4	6	-5	4	3	-1
-10	6	-5	4	-4	4	2	1
-8	-2	-3	5	-3	3	4	6
4	-2	-4	6	-4	4	2	-1
4	-3	-4	5	6	3	1	1
0	-8	-4	3	2	1	4	0

- Basses Fréquences
- Moyennes Fréquences
- Hautes Fréquences

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

42

DCT



1 coef. DCT
par bloc
(AC)



3 coef. DCT
par bloc
(AC + 2 DC)



6 coef. DCT
par bloc
(AC + 5 DC)



64 coef. DCT
par bloc
(AC + 63 DC)

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

43

Quantification (suite)

7842	199	448	362	342	112	31	22
198	151	181	264	59	37	14	3
142	291	218	87	27	88	27	12
111	133	159	119	58	65	36	2
49	85	217	50	8	3	14	12
58	120	60	40	41	11	2	1
30	121	61	22	30	1	0	1
22	28	2	33	24	51	44	81

Coefficients d'entrée de la DCT
(un bloc très complexe)

980	12	23	16	13	4	1	0
12	9	8	11	2	0	0	0
7	13	8	3	0	2	0	1
5	6	6	4	2	1	0	0
2	3	8	1	0	0	0	0
2	4	2	1	1	0	0	0
1	4	2	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0

Coefficients de sortie de la DCT
valeurs indicatives pour l'affichage
et non les résultats réels

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	48	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

Valeurs de la matrice de quantification
Les valeurs utilisées correspondent
à la location du coefficient

Code	Linéaire	Non-Linéaire
1	2	1
8	16	8
16	32	24
20	40	40
24	48	56
28	56	88
31	62	112

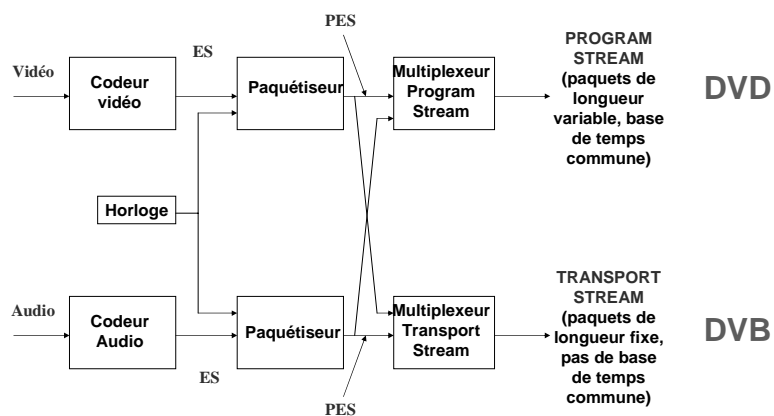
Valeurs de l'échelle de quantification
Toutes les valeurs de code ne sont pas montrées
Une valeur est utilisée pour l'ensemble du block 8 X 8

44

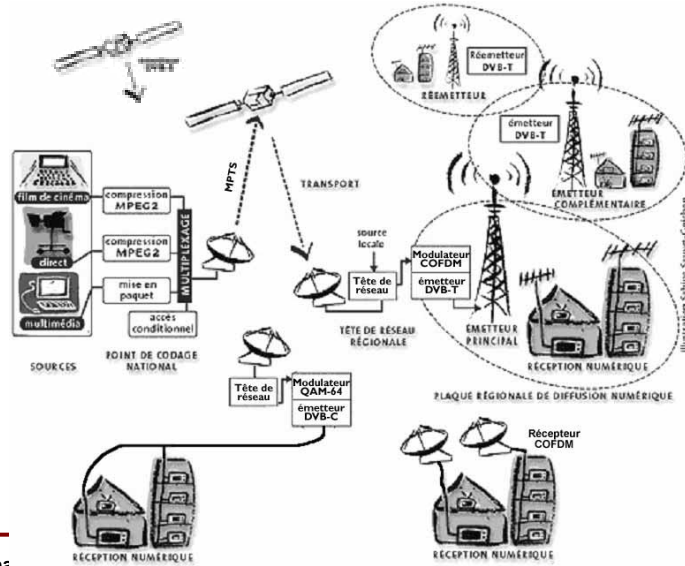
Run Length Encoding

- Les flux vidéo contiennent très souvent des groupes ou blocs de pixels qui possèdent la même valeur, par exemple dans des zones uniformes de l'image. RLE se propose de remplacer chacun de ces blocs par une valeur unique de pixel (jeton) associée au nombre de fois que cette valeur apparaît (*run-length*).
- Ce couple de nombres (valeur, nombre de répétitions) ou (*jeton, run-length*) est séparé par un drapeau qui ne fait pas partie intégrante du flux vidéo. Par exemple le codage de la séquence de pixels '55555599922222220000077711' pourra être remplacé par la paire de valeurs '(5,6) (9,3) (2,8) (0,5) (7,3) 11' qui ne requière plus que 12 nombres plutôt que 27 et le flux binaire sera alors représenté par '5!6 999 2!8 0!5 777 11' soit 17 mots au lieu de 27.
- On constate avec cet exemple que le codage ne s'applique qu'aux valeurs apparaissant **plus de trois fois** consécutivement.

OSI MPEG-2 - Multiplexage Audio/Vidéo -



Les Architectures DVB



ahmed.meha

47

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 :

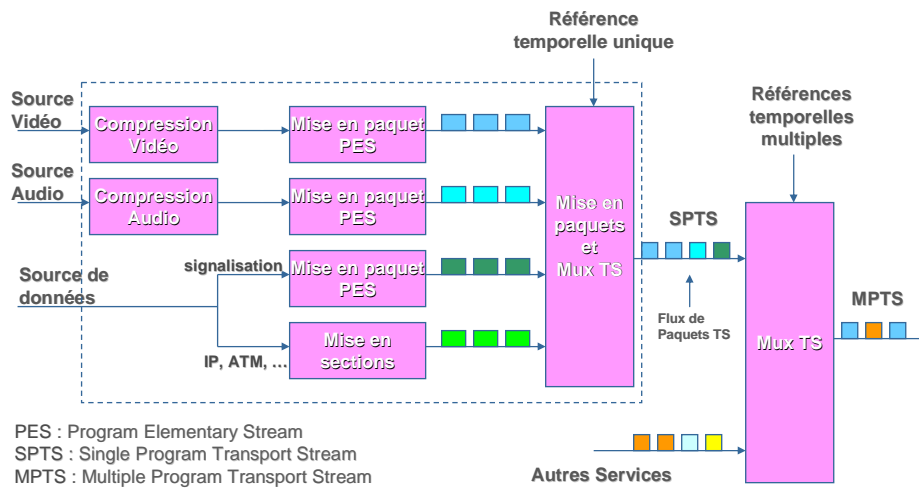
- par câble **DVB-C**
- par voix hertzienne **DVB-T**
- par satellite **DVB-S**
- Interactive **DVB-I**
- Multipoint (MMDS - < 10Ghz) **DVB-MS**

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

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

48

DVB : Source Coding, Synchronization & Data multiplexing



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

49

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)

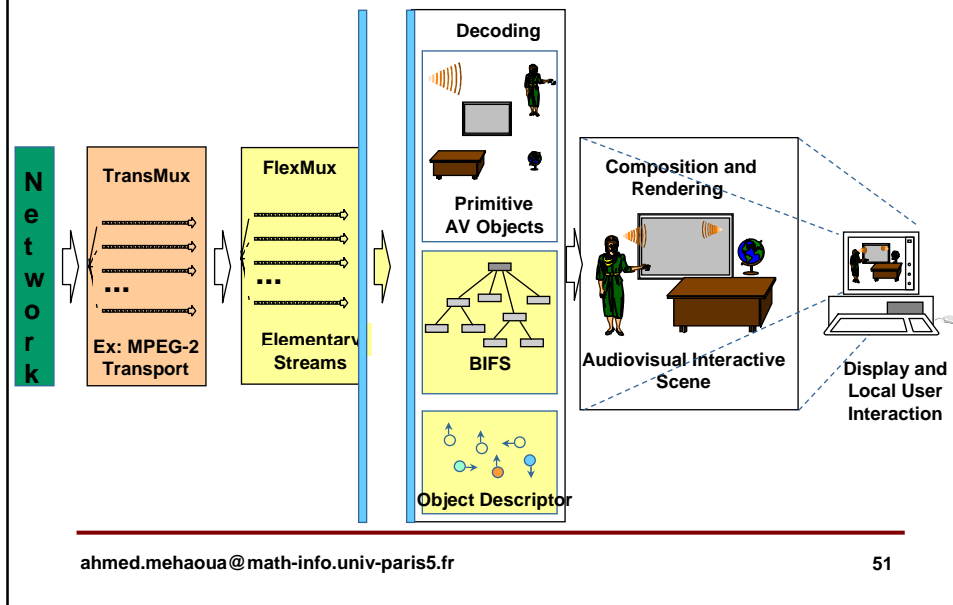
Objectif et Historique :

- 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

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

50

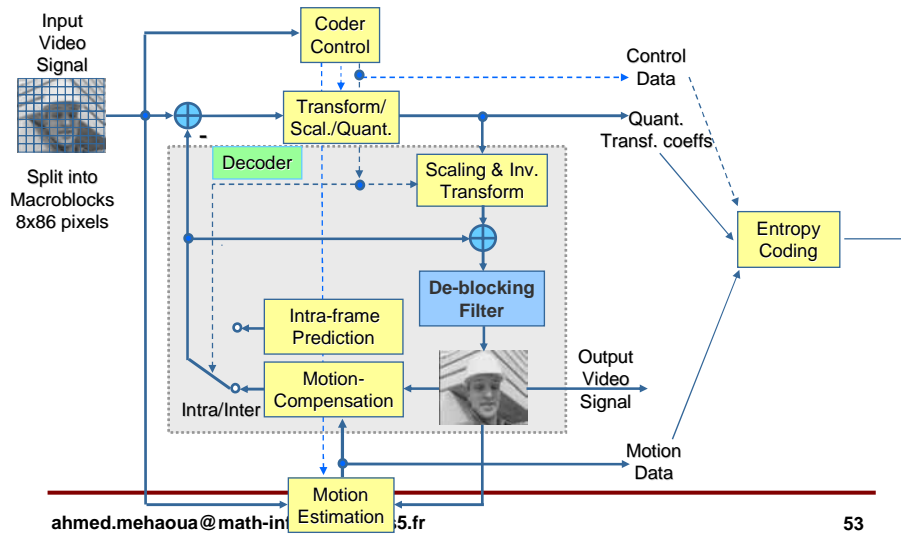
MPEG-4 - Architecture Recepteur -



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 Architecture



H.264 – Quantification/Filtrage

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



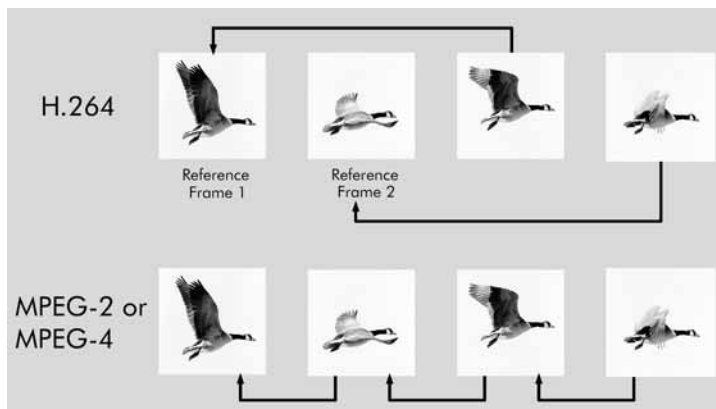
1) Sans Filtre



2) avec Filtre H264/AVC Deblocking

H.264 – Codage Temporel

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



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

55

Qualité Vidéo Analogique vs Numérique



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

56

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

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

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

Mesure PSNR : inconvenient



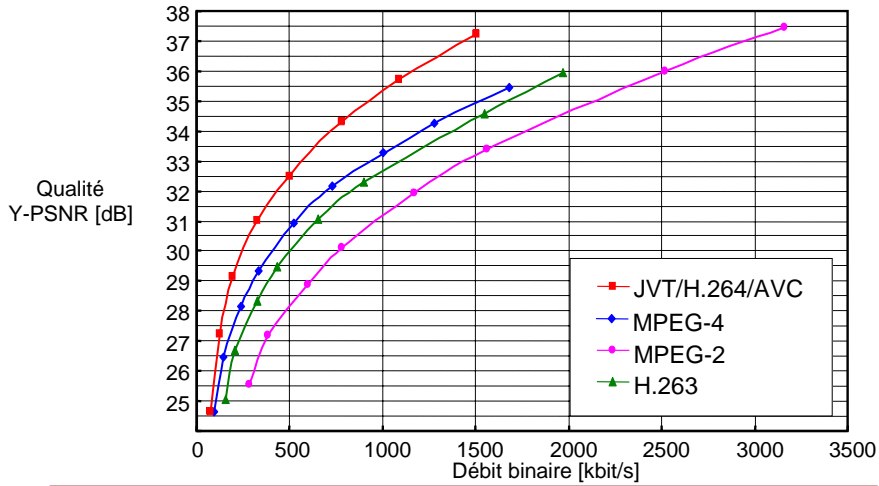
$PSNR_A = 37 \text{ dB}$



$PSNR_B = 37 \text{ dB}$

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

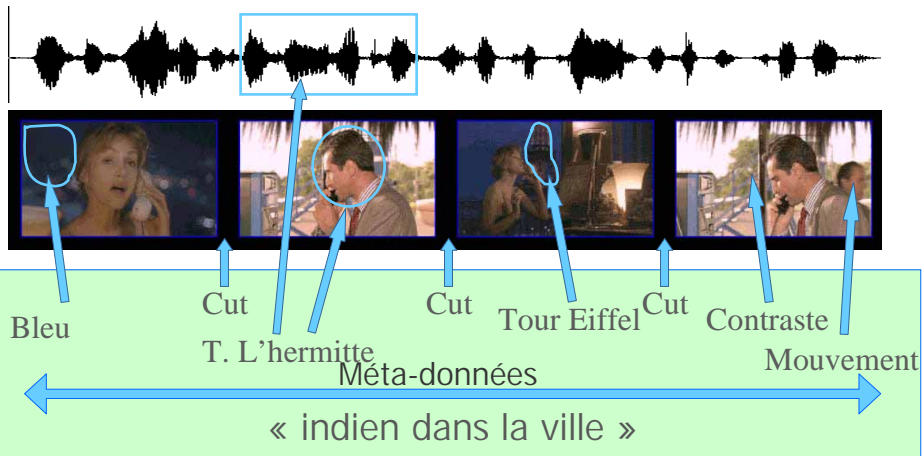
Séquence Tempête CIF 30Hz



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

59

MPEG-7 Audiovisual Meta-data



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

60

MPEG-7 Audiovisual Meta-data



Motion

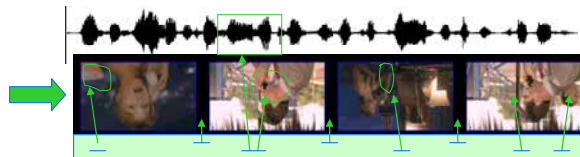
```
<Segment xsi:type="MovingRegionType">
  <TextAnnotation>
    <FreeTextAnnotation xml:lang="en">Person</FreeTextAnnotation>
  </TextAnnotation>

  <MediaTime>
    <MediaTimePoint> 00:00:15 </MediaTimePoint>
    <MediaDuration> 00:00:30 </MediaDuration>
  </MediaTime>

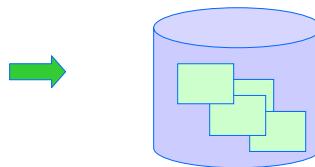
  <ParametricObjectMotion model="Translational">
    ...
  </ParametricObjectMotion>
</Segment>
```

Localisation des métadonnées

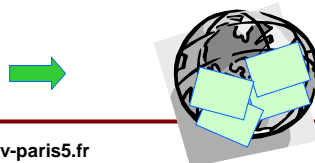
Directement
dans le flux



Dans des bases
de données



Sur le Web



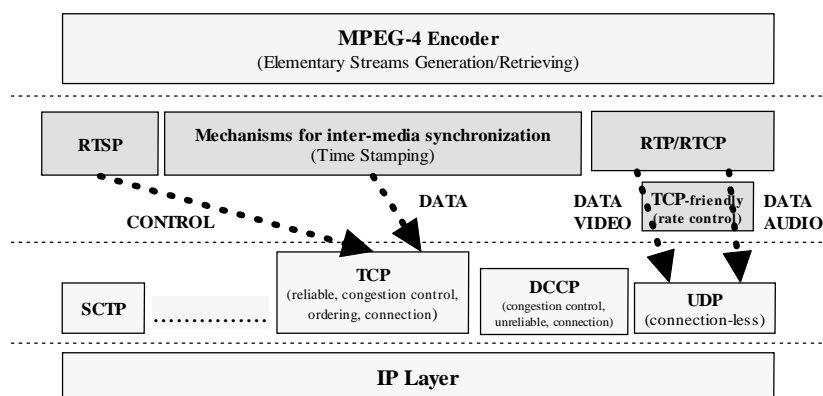
Synchronisation Multimédia

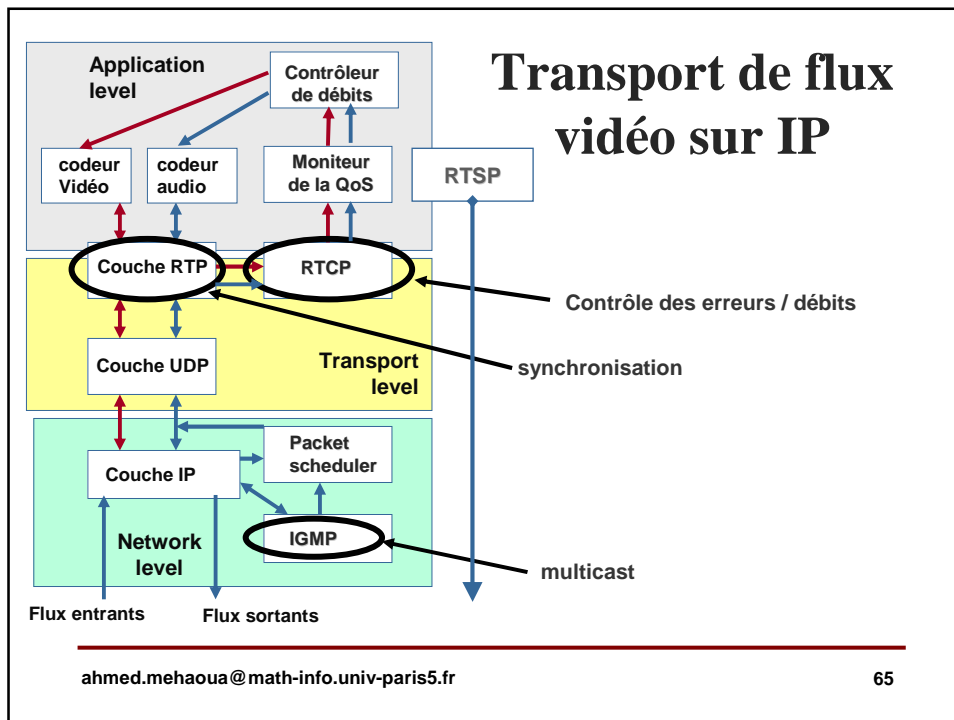
1. Synchronisation à l'affichage ou "Playout" :
 - Jouer le signal généré à l'instant "t", à l'instant "t+Δt" en tenant compte de la variation du délai de transmission et des contraintes temporelles du processus de codage
2. Synchronisation Inter-Média
 - Entre l'audio et la vidéo (Lip sync)
3. Synchronisation Intra-Média
 - Tous les récepteurs doivent jouer en même temps (simulations, jeux)

-> S. Playout est toujours requis pour les médias continus.

-> S. Intra- et S. Inter peuvent être optionnelles

Options pour le Transport Vidéo sur la Pile TCP/IP





RTP/RTCP : principes

- **Qu'est ce que c'est ?**
RTP (Real-time Transport Protocol) est un protocole de transport de flux temps-réel en mode multicast ou unicast :
 - Conférence audio, vidéo interactive, diffusion vidéo, audio**Indépendant des couches réseaux mais habituellement implémenté au dessus de UDP/IP.**
Fortement couplé aux applications qu'il transporte : notion de PROFIL Combiné à un protocole de signalisation de la qualité des transmissions RTCP (Real-time Transport Control Protocol) pour la mesure des performances et le contrôle de la session en cours,
- **Qui l'a développé ?**
IETF (RFC 1889 puis RFC 3550 depuis juillet 2003)

RTP/RTCP : principes

- A quoi sert RTP ?
 - Segmentation / Réassemblage des données
 - Synchronisation des flux
 - Indication du type de données
 - Identification de l'émetteur (communication multipoint)
 - Détection des pertes
 - Sécurisation des échanges (cryptage)
- A quoi sert RTCP ?
 - Fournir périodiquement des rapports sur la qualité des échanges entre récepteurs et émetteur
 - Downlink : données envoyée, estampilles de temps
 - Uplink : pertes, délais, gigue
 - Garder une trace de tous les participants à une session
 - CNAME (Canonical Name) : identifiant unique et permanent pour un participant
 - SSRC (Synchronisation Source Identifier)

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

67

2 – Transport IP

RTP – Encapsulation



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

68

Paquets RTP

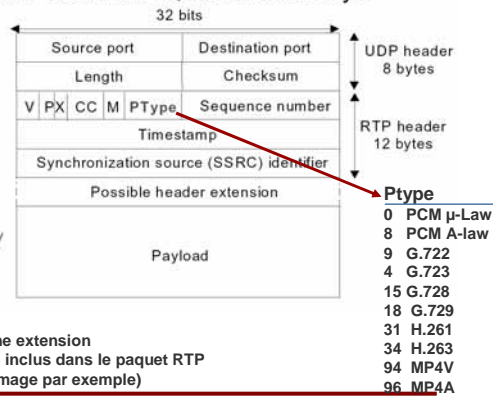
- How to identify RTP packets ?
 - Layer 4 classification ?
 - ♦ No, RTP can use any even port number
 - ♦ RTCP uses an odd port number
 - ♦ UDP ports 5004–5005 are often used, but not always

- Heuristic
 - ♦ look at RTP constants

```

If (UDP) AND
  (Dest_port is even) AND
  (RTP_Version==2) AND
  (PType == assigned value)
  { /* looks like RTP packet */ }
else
  { /* should be something else */ }
    
```

V : version RTP
 P : padding
 X : en tête suivi d'une extension
 CC : Nbre de source inclus dans le paquet RTP
 M : marqueur (fin d'image par exemple)



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

69

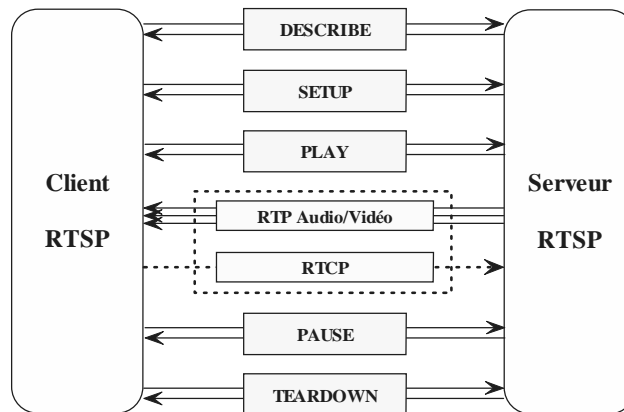
RTSP : principes

- RFC 2326
- N° Port 554 (TCP ou UDP)
- RTSP, est un protocole de niveau Session pour visualiser en continu des flux multimédia à partir d'un serveur distant.
- Il offre un contrôle sur les flux audio et vidéo reçus en simulant les fonctions d'un magnétoscope tels que : pause, avance rapide, retour rapide, et accès direct.
- Les séquences peuvent être pré-enregistrées ou « Live ».
- RTSP est conçu pour fonctionner avec des protocoles tel que RTP, RSVP pour fournir un service « streaming » sur IP.
- Il permet de sélectionner le mode de transport (UDP, multicast UDP ou TCP) et les fonctions de RTP.
- Il supporte le multicast dense et l'unicast.

ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

70

RTSP : Setup

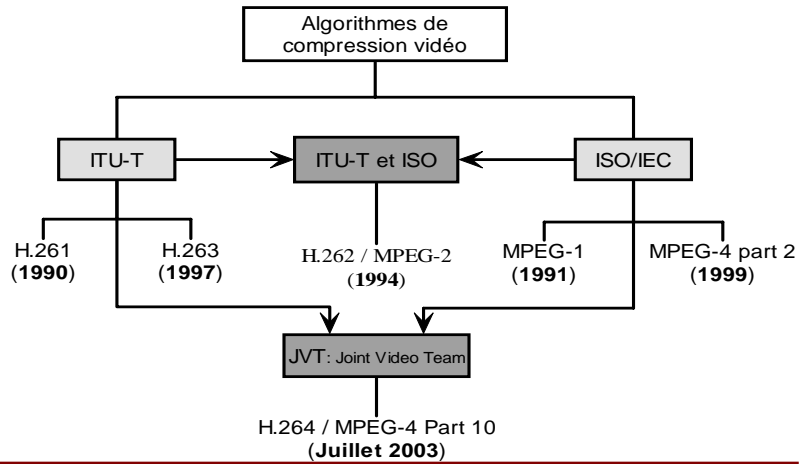


Communication Multimédia sur IP : Conclusion



1. Optimisation des ressources de communications
 - Compression – Multiplexage – Routage multicast
2. Synchronisation
 - Niveau applicatif (RTP / RTSP) et/ou niveau Réseau ?
3. Contrôle des erreurs et des pertes
 - Niveau applicatif (RTCP, FEC) et/ou niveau Réseau (MPLS, DiffServ, IntServ)

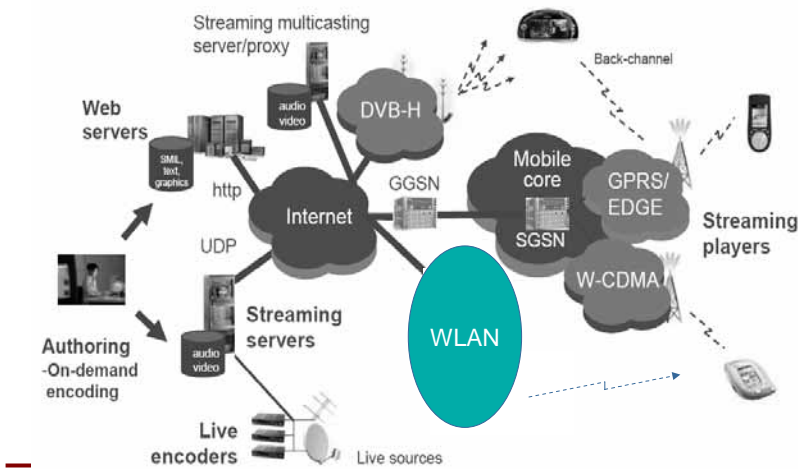
Algorithmes de Compression Vidéo



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

73

Conclusion : Universal Multimedia Access (UMA) is becoming a complex reality !



ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

74