

# Multimedia

## Systèmes, Communications et Applications

**Ahmed MEHAOUA**

**Professeur**

Université de Paris 5 - Laboratoire CRIP5

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

## Plan

1. Multimedia : principes et définitions
2. Algorithmes et normes de compression Audio/Vidéo
3. Communication multimédia
4. Applications et Services Vidéo
5. Service de téléphonie sur Internet

# Bibliographie

- **Internet, Multimédia et Temps réel,**  
Jean-François Susbielle, Eyrolles, 2001
- **Qualité de service sur IP**  
Jean-louis Melin, Eyrolles, 2001
- **Http://www.mpeg.org**
- **Understanding Networked Multimedia,**  
F. Fluckiger, Prentice Hall, 1995
- **Multimedia : computing, communications and Applications,**  
R. Steinmetz, Prentice Hall, 1995



## Définition : le multimédia

- La “communication multimédia” est une communication faisant appel simultanément à plusieurs “moyens” ou “média” pour faire passer un message.
- Aujourd’hui, le terme multimédia est utilisé pour faire référence “aux techniques de communication multimédia”.



# Objet, Application, Service multimédia

- **Objet Multimédia :**
  - **Brique de base du multimédia.**
  - **Leur caractéristique est de contenir l'information**
    - **Analogique : Image, parole, musique**
    - **Numérique : Texte, image de synthèse, ...**
  - **Objet multimédia composite : vidéo, page web html, ...**
- **Applications et services multimédia**
  - **Programme et système qui manipulent les objets multimédia**
  - **Exemple : TV numérique par satellite, éditeur vidéo, jeux vidéo**
  - **Terminologie Informatique : Application multimédia**
  - **Terminologie télécom : service multimédia**



## Classification des Services multimédia

Interactivité (vision utilisateur) [ITU I.112]

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| ◆ Conversationnelle | (vidéoconférence)    |
| ◆ Téléchargement    | (Vidéo a la demande) |
| ◆ Messagerie        | (Mail multimédia)    |
| ◆ Diffusion         | (TV numérique)       |

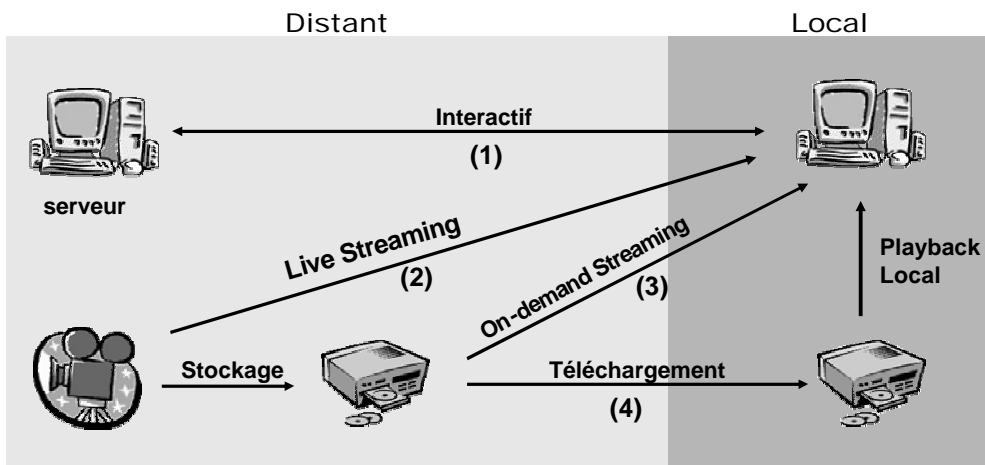


# Chaîne d'exploitation

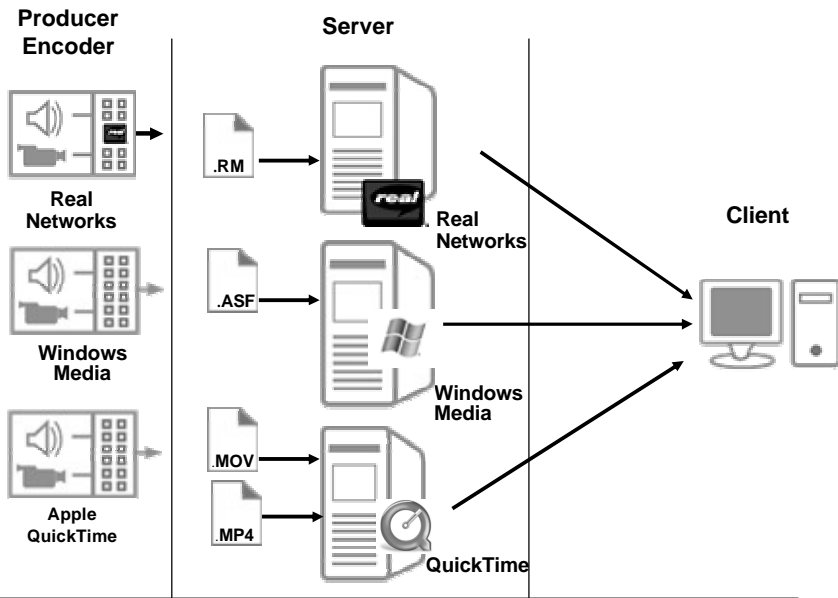
1. Capture ou saisie
2. Numérisation
3. Codage (JPEG, MPEG, H.26x, ...)
4. Stockage (Serveur, DVD, format fichier, ...)
5. Transmission (IP, ATM, LAN, sans-fil, ...)
6. Chaîne de restitution



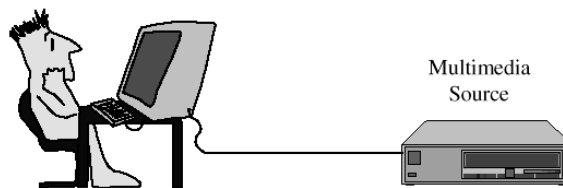
# Type d'accès à des contenus Multimédia



# Streaming Vidéo sur IP



# Multimédia Local



- Pas de partage de bande passante
  - Débit binaire constant (CBR)
- Commutation de circuit
  - Pas de temporisation (buffer)
  - Pas de variation de délais d'arrivées des échantillons
- Bus/Liaisons fiables
  - Pas de pertes ou d'erreurs (négligeable)



# Communication Multimédia sur IP : Conclusion



1. Optimisation des ressources de communications
  - **Compression à débit variable – Routage multicast**
2. Synchronisation
  - **Niveau application (protocole RTP)**
3. Contrôle des erreurs et des pertes
  - **Niveau application (RTCP, FEC)**

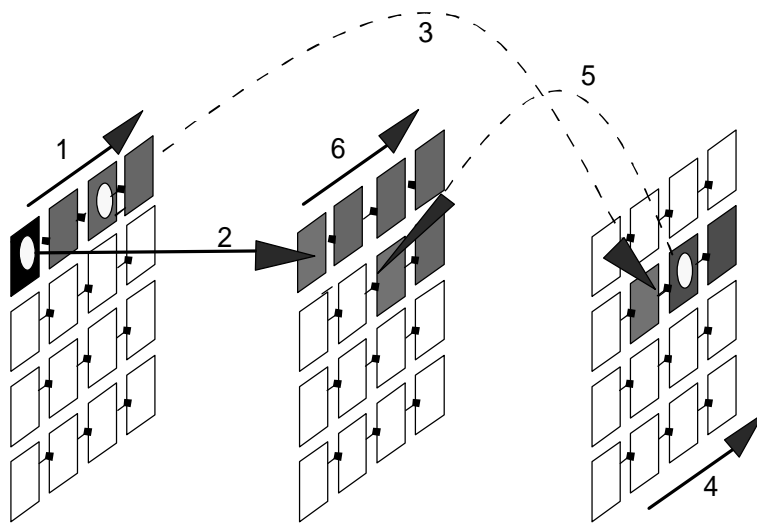


## Codage Vidéo

- **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 partie 2
  - MPEG4 AVC/H.264 partie 10
  - MPEG-7
  - MPEG-21



# Propagation des Erreurs entre IMAGES



Université de Paris 5  
UFR Mathématiques & Informatique

© Ahmed Mehaoua - 13

# Propagation des Erreurs dans une image

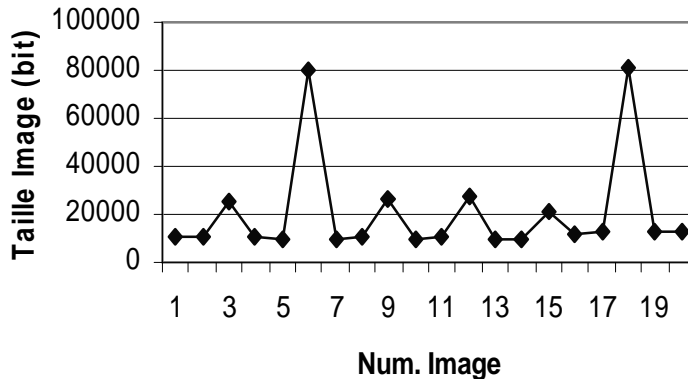


Université de Paris 5  
UFR Mathématiques & Informatique

© Ahmed Mehaoua - 14

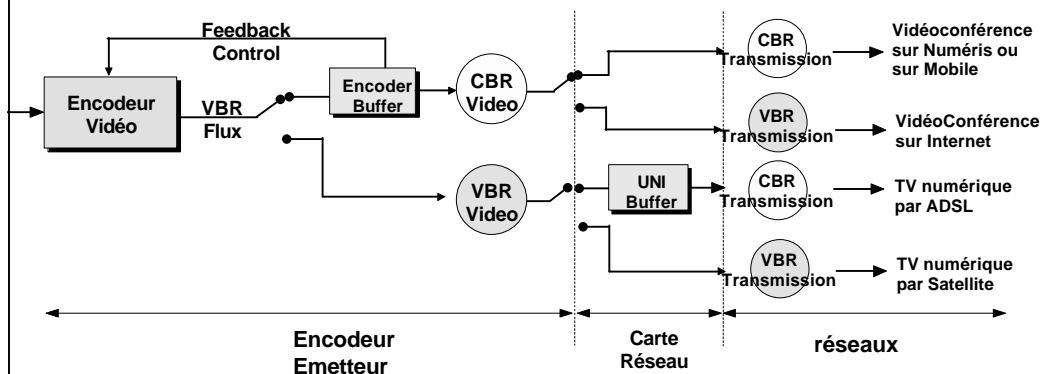
# Effets de la compression

- Après compression : Niveau image
  - Taille des images de la séquence « silence des agneaux » (codage MPEG1 VBR)
  - le rapport entre le débit crête et le débit moyen varie entre 6 et 19.



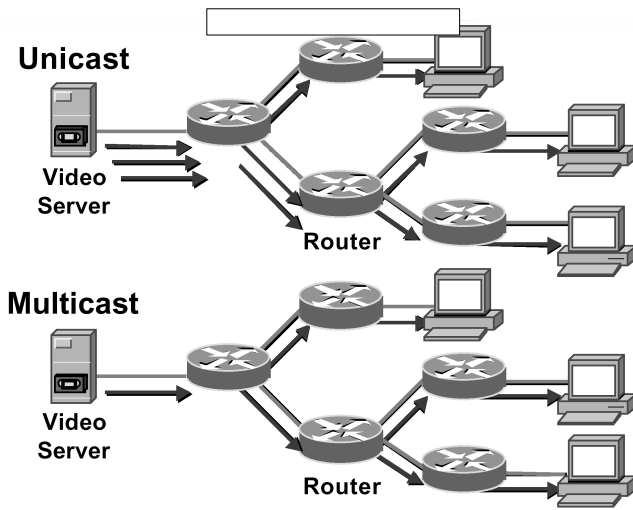
# Multiplexage des flux

## 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)
    - FF01:: et FF02:: (IPV6)
    - 33-33-FF-xx-yy-zz (Ethernet)
  2. Un protocole d'annonce des sessions multicast sur le réseau
    - SAP : Session announcement Protocol
    - SDP : Session Description 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



# Synchronisation flux multimédia

1. Synchronisation à l'affichage ou "S. Playout" :
  - Jouer le signal généré à l'instant "t", à l'instant "t+Dt" en tenant compte de la variation du délai de transmission
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)

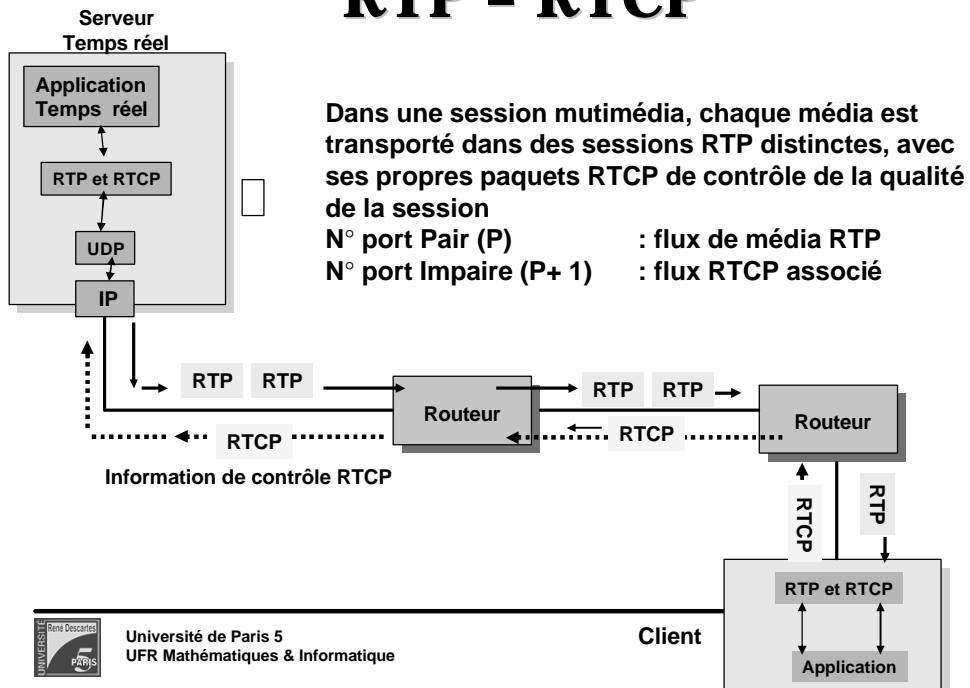
-> "S. Playout" et "S. Inter" est toujours requis pour les médias continus.

-> S. Intra- peut être optionnelle

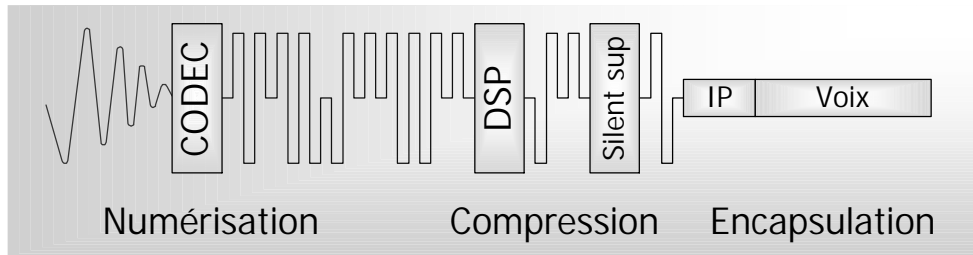
RTP permet la "Synchro-Affichage" + "synchro inter-média"



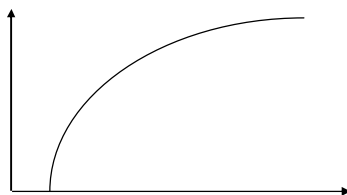
## 2 - Synchronisation RTP - RTCP



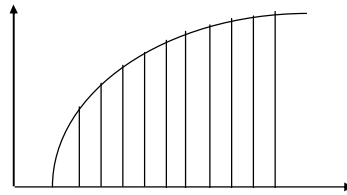
# Codage de la parole



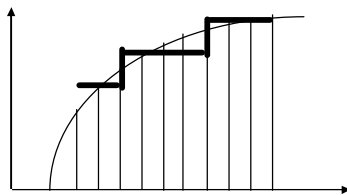
# Numérisation - la clé du multimédia -



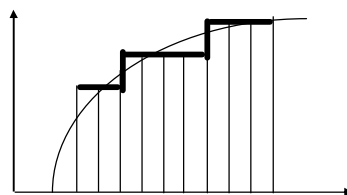
signal analogique



échantillonnage



quantification



signal digitalisé



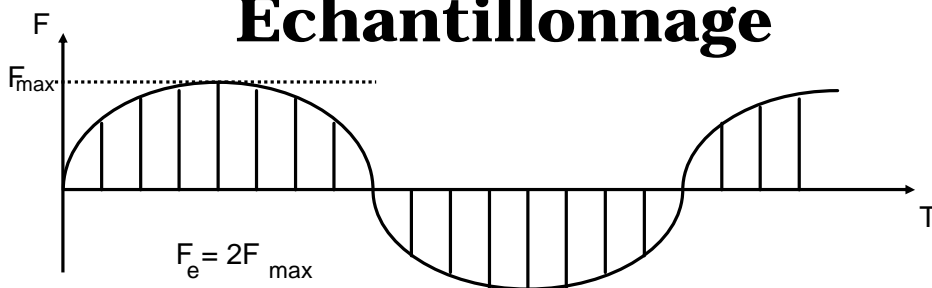
# Numérisation (2)

Voix Internet	8000 Hz	8 Kbps
Voix PCM	8000 Hz	64 Kbps
Audio FM	22.05 KHz	-
Audio Nicam	32 KHz	-
Audio CD	44.1 KHz	1441 Kbps
Audio DAT Studio	48/96 KHz	> 7,6 Mbps
Vidéo TV Numérique	13.5 MHz	240 Mbps

Partage d'application	100 Kbps
Vidéoconférence	128 - 1024 Kbps
TV HD numérique	600 Mbps
Réalité virtuel	> 100 Mbps



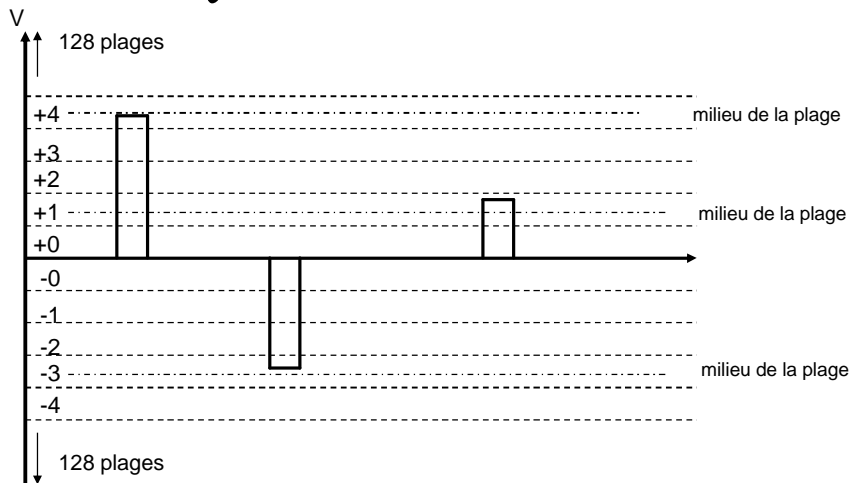
## Numérisation : Echantillonnage



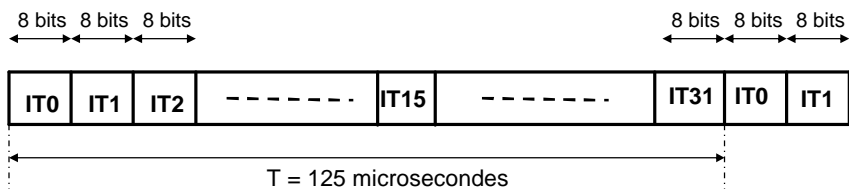
- Le signal acoustique, après avoir été transformé en signal électrique, est découpé, à chaque seconde, en 8000 échantillons individuellement codés sur 8 bits (soit un débit de  $8 \times 8000 = 64$  kbit/s)
- Aux Etats-Unis, pour des raisons d'économie au niveau des bits, on a choisi un codage sur 7 bits ( $8000 \times 7 = 56$  kbit/s), choix qui devait s'avérer désastreux par la suite car, en informatique, le codage est fait sur un octet (8 bits). Actuellement, aux Etats-Unis, le passage au codage sur 8 bits est pratiquement achevé en télécommunications.



# Numérisation : Quantification



# Multiplexage : Trame temporelle MIC



- ✓ L'échantillon associé à une communication vocale est appelé canal. On a décidé d'insérer chaque seconde sur un circuit physique (c'est-à-dire une paire de fils) 32 canaux formant une structure, appelée trame temporelle MIC, et comportant 32 intervalles de temps successifs numérotés de 0 à 31, correspondant chacun à un canal unidirectionnel et occupant 8 bits (1 octet).
- ✓ Cette trame de 2.048 Kbp/s (E1) est normalisée dans G.732. Tandis qu'aux Etats-Unis une trame MIC regroupe 24 canaux de 56 Kbp/s seulement, soit un débit de 1.544 Kbp/s (DS-1).



# Comparaison - USA et Europe -

Description	Système Européen G.732	Système Américain G.733
Fréquence d'échantillonnage	8 KHz	8 KHz
Nombre de niveau	256	127
Nombre de bit/échantillon	8	7
Débit binaire utile par voie	64 Kbit/s	56 Kbit/s
Débit binaire par voie	64 Kbit/s	64 Kbit/s
Quantification	non uniforme	non uniforme
Loi de codage	loi A	loi m
Nombre d'IT	32	24
Nombre de voie	30	24
Nombre de bits/trame	256	193
Débit binaire total	2,048 Mbit/s	1,544 Mbit/s
Signalisation	hors octet	dans l'octet



## Codage de la voix

- A l'émission, la voix est codée et compressée avant d'être encapsulée dans les paquets IP.
- La taille du paquet est un compromis entre la nécessité de réduire le délai de transmission et l'optimisation de la bande passante.
- Les codeurs rencontrés dans les applications de voix sur IP se sont développés dans des axes très variés. On distingue trois grandes catégories :
  1. Les techniques temporelles (avec des débits compris entre 16 et 64 kbits/s) ;
  2. Les techniques par analyse et synthèse (avec des débits entre 5 et 16 kbits/s).
  3. Les techniques paramétriques (avec des débits compris entre 2,4 et 4,8 kbits/s)



# Mesure de qualité

- En général, les techniques de codage offrant des faibles débits exigent des temps de traitement plus long, augmentant ainsi le délai de transit. Un critère de notation est établi en standard pour caractériser la qualité du codeur. C'est la note moyenne d'opinion ou MOS (Mean Opinion Score) qui classe les codeurs en cinq grandes classes :

- 1 = Mauvais,**
- 2 = Médiocre,**
- 3 = Moyen assez bon,**
- 4 = Bon,**
- 5 = Excellent.**

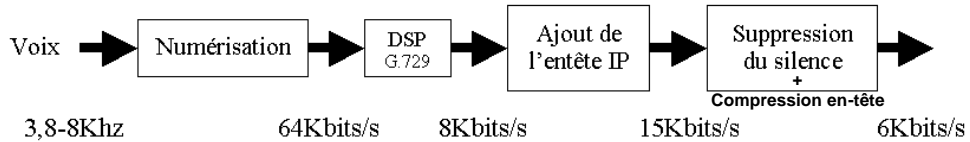


# Vocodeurs

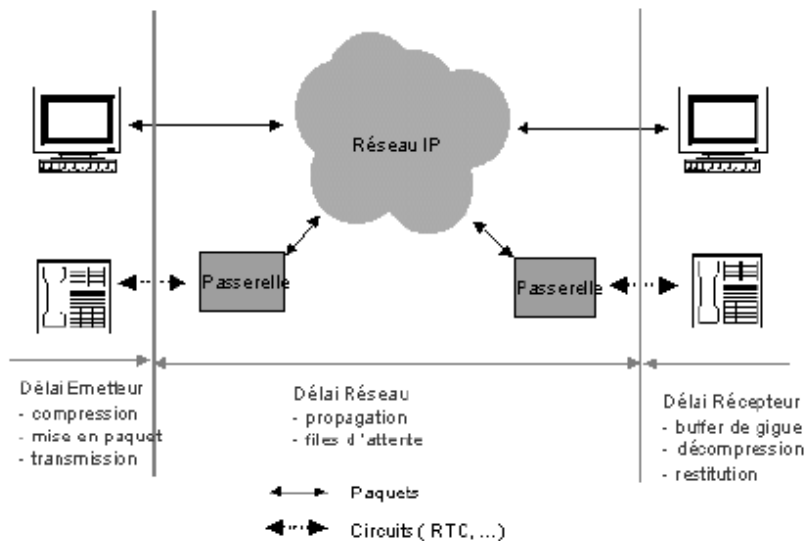
Codeur	Technique Temporelle PCM	Technique Temporelle MICDA	Analyse et synthèse RPE-LTP	Analyse et synthèse CELP	Paramétrique LPC	Analyse et Synthèse LD-CELP	Analyse et Synthèse CS-CELP	Analyse et synthèse MP-MLQ-ACELP
Norme/Standard	G.711	G.726	GSM 06-10	DOD FS1016	DOD LPC10 FS1015	G.728	G.729	G.723.1
Débit en Kbits/S	64	32	13,2	4,8	2,4	16	8	6,3 et 5,3
Qualité (MOS)	4,2	4,0	3,6	3,5	2,3	4,0	4,0	3,9/3,7
Délai codeur + décodeur	125 micros	300micros	50 ms	50 ms	50 ms	3 ms	30 ms	90 ms
Complexité MIPS	0,1	12,0	2,5	16,0	7,0	33,0	20,0	16,0
Longueur trame	125 micros		20 ms			2,5 ms	10 ms	30 ms



# Débit binaire



# Délai et Retard





# Délai et Retard

- Délai de transmission total (temps de latence) [UIT G.114]
  - Entre 0 et 150 ms : conversation normale
  - Entre 150 et 300 ms : Acceptable pour la voix mais pas pour la musique
  - Entre 300 et 700 ms : Communication half-duplex uniquement
  - Au delà : Plus de communication possible
- Retard :
  - Provoqué par la charge du réseau et les temps de traitements de la voix,
  - Pour la téléphonie classique : le retard < 100 ms



# Gigue

- Variation du délai de transmission provoquée par les attentes dans les files des routeurs;
- Provoque des pertes si la tolérance de gigue est dépassée
  - Pour la téléphonie numérique non compressée:  $\pm 125$  microsec
  - Pour la téléphonie numérique =  $\pm 25$  msec
- Peut être contrôlée par l'ajout de tampon mémoire dans les terminaux, mais attention à l'accroissement du délai de transmission;



# Pertes

- Origines des pertes :
  - Interférences électromagnétiques (erreurs binaires)
  - Engorgements des routeurs (rejet de paquets)
  - Retards
- Tolérance :
  - Limité à  $10^{-2}$  bits pour la voix non compressé (MIC)
  - Limité à  $10^{-3}$  bits pour la voix compressé (G.729, GSM)
  - au delà signal audio non audible
- Solutions :
  - Remplacer les échantillons perdus par des silences
  - Codes correcteurs d'erreurs en avant (FEC) : GSM EFR
  - Extrapolation du signal analogique (onde)

