



INR - Introduction aux Réseaux *INTIGIR*

Année 2014-2015

PMA

Septembre 2014

2. L'information et sa représentation

- Généralités
- Représentation de l'information
- La compression de données
- Notion de qualité de service

L'information

- Définition : « Ce qui s'échange dans une communication »
- Utilisé par l'homme pour : communiquer, mémoriser, commander, comprendre, informer, ...
- Nature duale
 - signaux physiques (continus) et canaux sensoriels
 - Image, mouvement, geste : canal visuel
 - Son, parole : canal auditif
 - Contact, pression : canal tactile
 - Signifiants (discrets et discontinus)
 - Signes et symboles
 - Langages : alphabets, vocabulaires, grammaires

Les données

- Définition : « Ce qui s'échange dans une télé-communication »
 - Représentation appauvrie de l'information humaine (ex. 18°C)
- Utilisé par les techniciens et leurs machines pour
 - traiter l'information technique et télé-communiquer
- Nature duale également
 - signaux physiques (continus) et canaux de transmission
 - Electriques et Optiques
 - Signifiants (discrets et discontinus)
 - Transcodages numériques pour toutes les informations
 - alphabet = $\{0,1\}$

Flux d'information et flux de données

- Définition : « Succession d'informations (données) élémentaires »
- Hiérarchie d'informations élémentaires
 - Bit, bytes, words, trames, paquets, messages, flux
- Différentes formes de flux
 - Continus en Temps-réel : vidéo interactive, téléphone
 - Continus en temps différés : messageries
 - Sporadiques : données informatiques
- Différentes contraintes
 - Volume du débit, constance, synchronisation des communicants (synchrone, asynchrone, isochrone), ...

Les flux d'information

- L'information numérique circule sous forme de flux
- Evolution des technologies numériques → représentation binaire de toutes les informations : bit, byte, word, message
- Alimentés par différents terminaux ou réseaux d'accès
- Contraintes spécifiques sur les catégories de flux

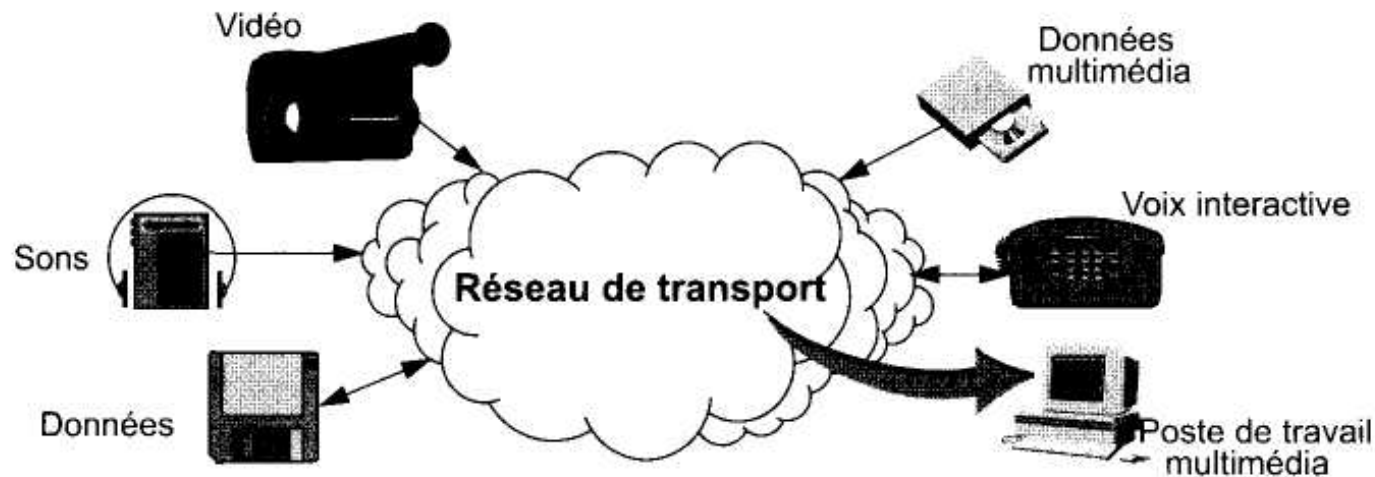


Figure 2.1 Le réseau et les différents flux d'information.

Caractéristiques de la transmission de données

Les contraintes de la transmission découlent des différentes notions de base applicables au canal (ou au réseau)

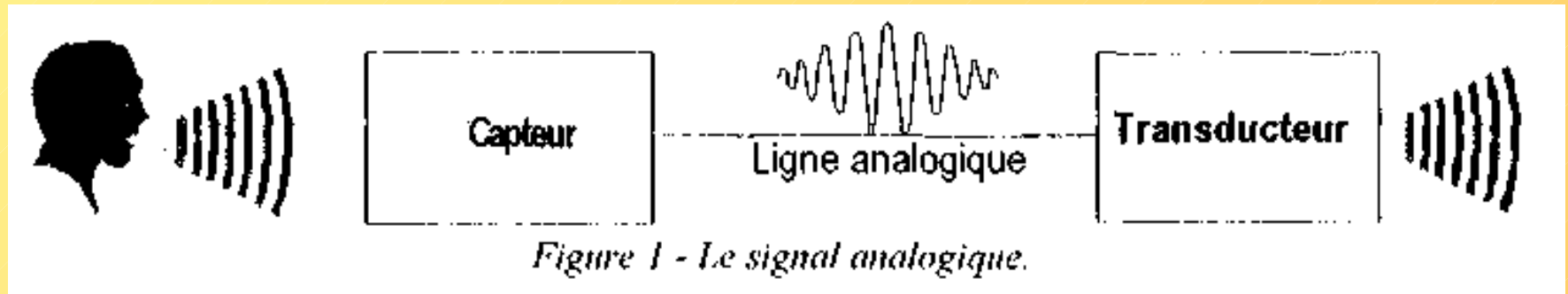
- Débit binaire : $D = V / t$ (bps)
 - Capacité d'un canal = débit binaire maximal ex. 4.6 Mbps
- Rapport signal sur bruit : $S/N_{(db)}$
- Taux d'erreur : $T_e = N_{bE} / N_{bT}$
- Temps de transfert : t_f
 - Rem. : Variabilité de t_f = gigue
- Notion de spectre du signal : analyse de Fourier



Représentation de l'information

Les différents types d'information

- Données discrètes (digitales)
 - Ex. nombres, caractères, commandes
- Données continues (analogiques)
 - Ex. voix, son, image

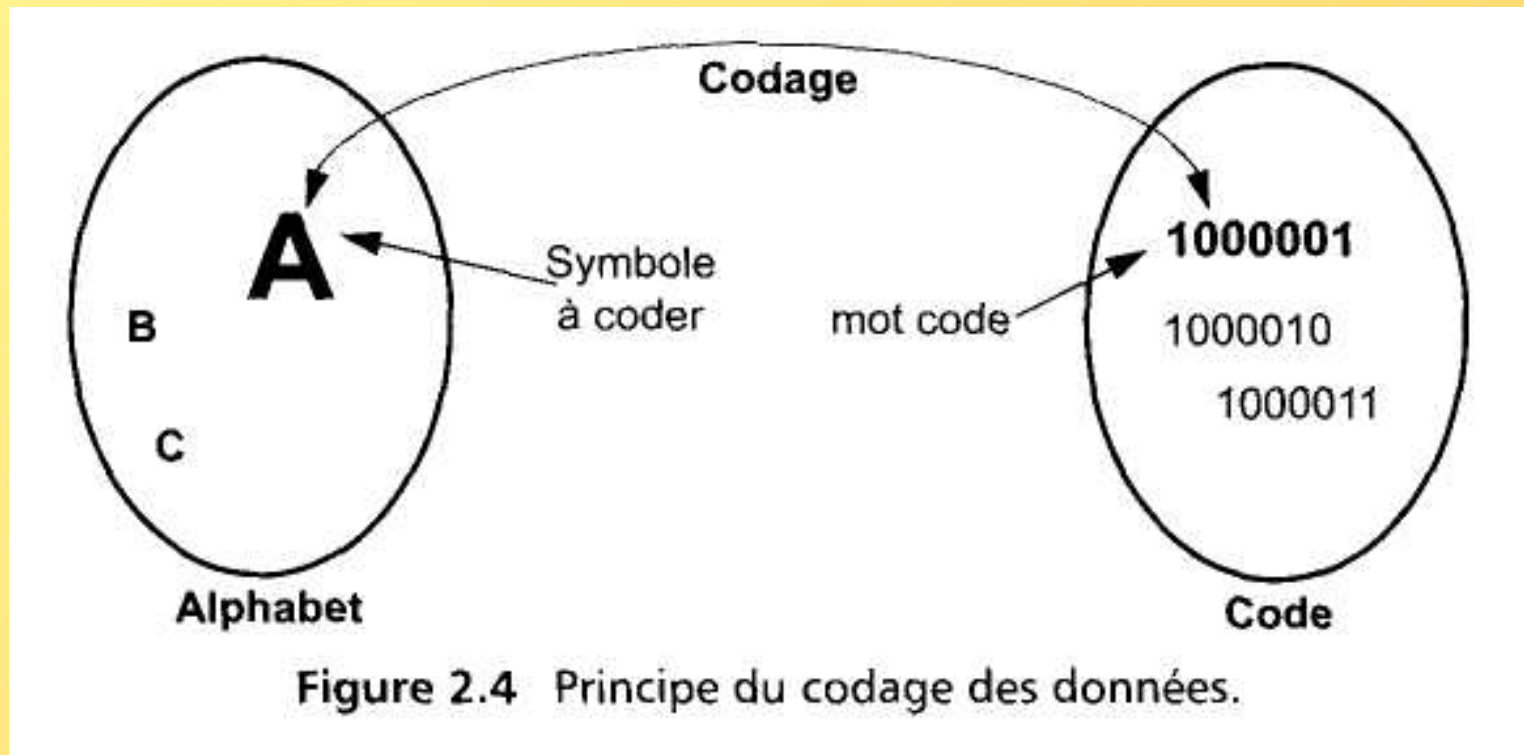


Représentation de l'information

Codage des informations 'texte'

Définition

- Bijection univoque entre alphabet (symboles) et code (mots codes)



Représentation de l'information

Différents types de codes

Codes de longueur fixe

- Nombre d'états = puissance lexicographique

$$P = 2^n$$

- Nombre de bits pour coder P symboles

$$2^{(n-1)} < P \leq 2^n$$

$$\text{Donc : } n = \log_2 P$$

Représentation de l'information

Exemples de codes (longueur fixe)

- Morse : code de transmission du télégraphe
- Baudot (5) : code du Télex
- ASCII (7/8) : code utilisé sur les PC
- EBCDIC (8) : code IBM
- UNICODE (16) : code utilisé sur le Web

Représentation de l'information

Table du code ASCII

BITS					b ₇	0	0	0	0	1	1	1	1				
					b ₆	0	0	1	1	0	0	1	1				
					b ₅	0	1	0	1	0	1	0	1				
b ₄	b ₃	b ₂	b ₁		0	1	2	3	4	5	6	7					
Caractères nationaux					0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	à	P		p	
Jeu de commandes					0	0	0	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
					0	0	1	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
					0	0	1	1	3	ETX	DC3	£	3	C	S	c	s
					0	1	0	0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
					0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
					0	1	1	0	6	ACK	SYN	'	6	F	V	f	v
					0	1	1	1	7	BEL	ETB	(7	G	W	g	w
					1	0	0	0	8	BS	CAN)	8	H	X	h	x
					1	0	0	1	9	HT	EM	.	9	I	Y	i	y
					1	0	1	0	A	LF	SUB		:	J	Z	j	z
					1	0	1	1	B	VT	ESC	,	;	K		k	é
					1	1	0	0	C	FF	ES		<	L	ç	l	ù
					1	1	0	1	D	CR	GS		"	M	§	m	è
					1	1	1	0	E	SO	RS		>	N	^	n	"
					1	1	1	1	F	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

Signification des caractères de commande

Codes de longueur variable

- Etats du système non équiprobables
- Théorie de l'information de Shannon (1948)
- La « Relation d'entropie » donne la longueur optimale du codage des symboles d'un système en fonction de leur taux d'apparition dans le texte transmis.

$$H = \sum_{i=1}^{i=n} p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$$

Représentation de l'information

Longueur optimale de code

État	Probabilité
E	0,48
A	0,21
S	0,12
T	0,08
U	0,06
Y	0,05

La longueur optimale du mot code :

$$H = -(0,48 \log_2 0,48 + 0,21 \log_2 0,21 + 0,12 \log_2 0,12 + 0,08 \log_2 0,08 \\ + 0,06 \log_2 0,06 + 0,05 \log_2 0,05)$$

$$H = -3,32[(0,48 \log_{10} 0,48 + 0,21 \log_{10} 0,21 + 0,12 \log_{10} 0,12 + 0,08 \log_{10} 0,08 \\ + 0,06 \log_{10} 0,06 + 0,05 \log_{10} 0,05)]$$

$$H = 1,92$$

Représentation de l'information

Codes de longueur variable et codage de Huffman

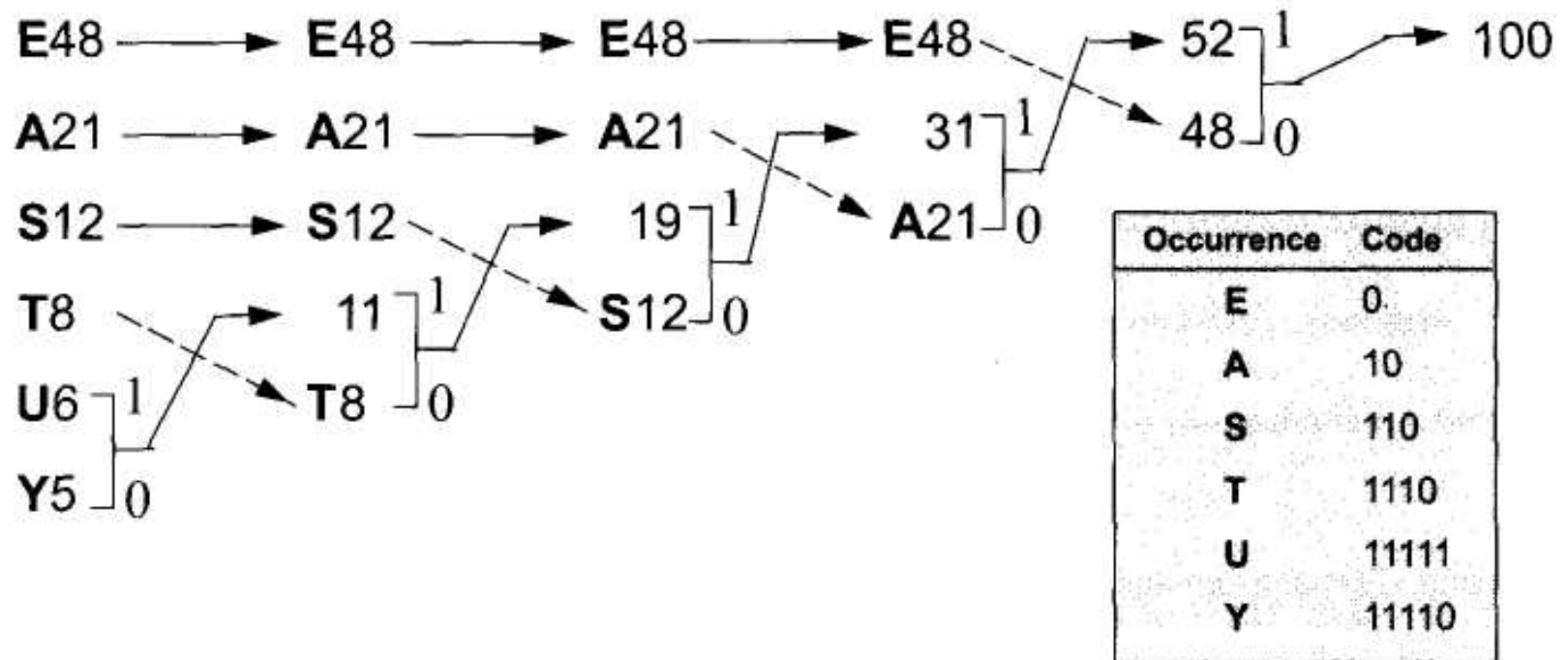


Figure 2.6 Arbre d'Huffman.

Code de Huffman - Exercice

Supposons les fréquences d'apparition de caractères suivantes dans un message :

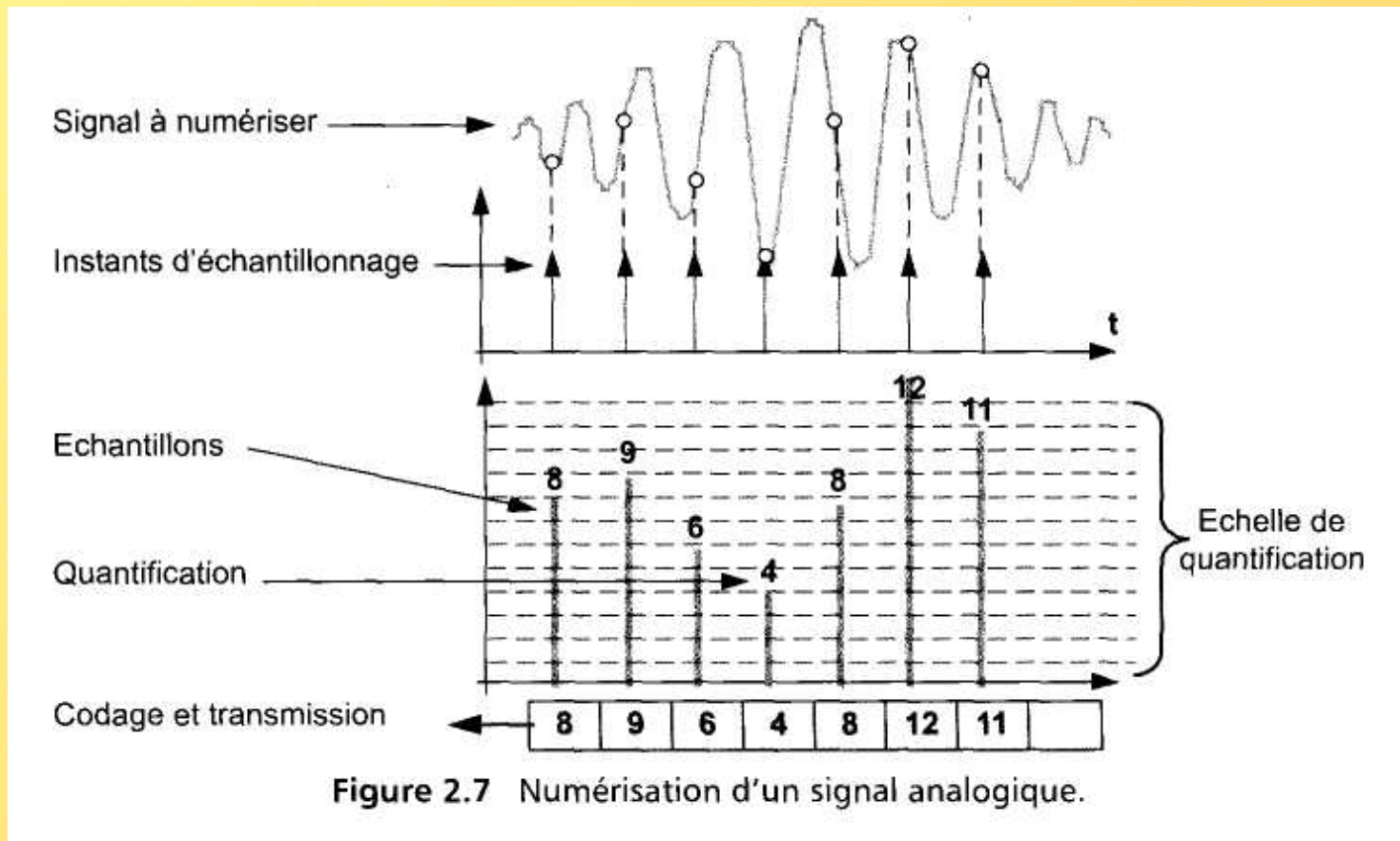
E	0.34
A	0.28
S	0.13
R	0.12
U	0.08
Y	0.05

- 1) Etablir le code de Huffman correspondant.
- 2) Décoder le message transmis suivant :
101001100011000

Représentation de l'information

Numérisation de l'information analogique

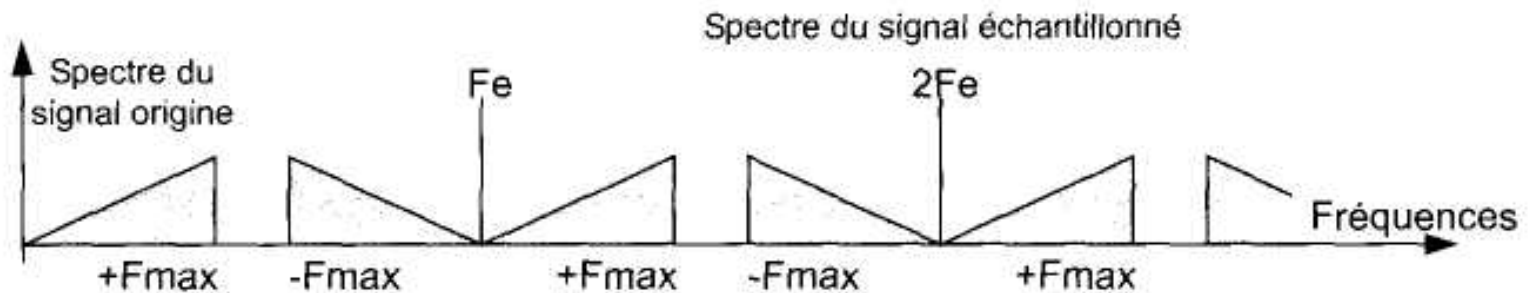
- Principe : échantillonnage et quantification



Représentation de l'information

Principe - Relation de Shannon

- Condition pour pouvoir reconstituer l'information analogique à partir du signal numérisé à la réception



$$F_{\text{échantillon}} \geq 2 \cdot F_{\text{max du signal}}$$

- Application à la voix

$$F_e \geq 2 \cdot F_{\text{max}} = 2 \cdot 4\,000 = 8\,000 \text{ Hz}$$

$$8\,000 \cdot 8 = 64\,000 \text{ bits par seconde sur le lien}$$

Représentation de l'information

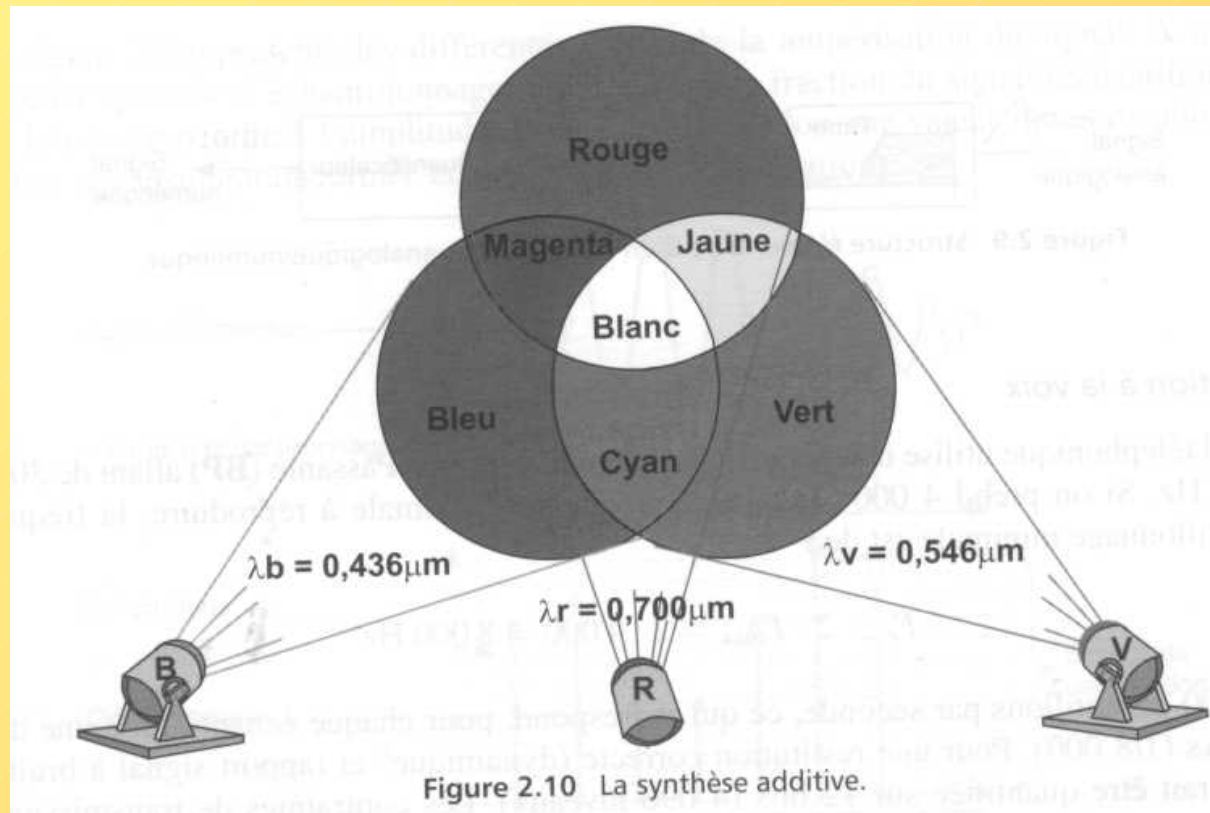
Image fixe et image vidéo

- Image, œil et analyse rétinienne
 - Champ de vision, plan de focalisation, analyse globale
- Capture technique de l'image analogique
 - Photographie argentique
 - Persistance rétinienne et film
 - cinéma N/B muet → 10 images par seconde
 - Cinéma parlant et TV
 - 24 images par seconde pour enregistrer le son
- Transmission de l'image analogique
 - Transformation espace/temps : analyse ligne par ligne du format
 - Image monochrome noir et blanc : uniquement luminance
 - Image couleur : luminance + chrominance (RVB)
- Transmission numérique → pixellisation
 - Codage numérique : luminance et chrominance par pixel

Représentation de l'information

Codage de la couleur de l'image vidéo

- La couleur de la lumière dépend de sa longueur d'onde
- La lumière blanche n'existe pas
- Analyse et codage RVB



Représentation de l'information

Codage numérique de l'image vidéo

- **Principe**
 - Choix du format numérique et du nombre de pixels
 - ex. 600 lignes de 700 points de définitions (pixels)
 - Choix de la fréquence de rafraichissement de l'image
 - Ex. 25 Hz (= 25 images / sec)
 - Pour chaque point :
 - Définir le codage de la luminance Y (niveaux de gris)
 - Définir le codage de la couleur en RVB
 - La luminance et la couleur sont liées par une formule mathématique et donnent lieu à 3 codes de 8 bits
 - $Y = 0.3 * R + 0.59 * V + 0.11 * B$
 - Signaux à transmettre : Y; $D_b = 1.5 (B - Y)$; $D_r = (R - Y)$;
- **Flux numérique d'information à transmettre**
 - 600 ligne * 500 points * 3 signaux * 8 bits = 7.200.000 bits
 - A 25 images/sec = 180 Mbits/sec.

Représentation de l'information

- Ex. Numérisation du standard européen SECAM
 - Image de 625 lignes à 25Hz
 - 576 lignes utiles à 720 points de définition
 - Pour chaque point : $Y = 0.3 * R + 0.59 * V + 0.11 * B$
 - Y = Luminance
 - On transmet 3 signaux : Y ; $Db = 1.5 (B - Y)$; $Dr = (R - Y)$;
 - $720 \text{ pts/ligne} * (1 + 0.5 + 0.5) = 1440 \text{ pts/ligne}$
- “Poids” d’information à transmettre (8 bits / point)
 - $1440 \text{ pts/ligne} * 576 * 8 \text{ bits} = 6.635.520 \text{ bits}$
 - A 25 images/sec = 166 Mbits/sec.

La compression de données

Généralités

- Pour un débit donné, le temps de transfert d'un message est fonction de sa longueur :

$$T_t = L_{\text{message}} / D_{\text{liaison}}$$

→ but de la compression de données

- 2 familles de techniques
 - Sans pertes
 - Avec pertes

La compression de données

Généralités

- But
- 2 familles de techniques

Quantification de la compression

- Taux de compression

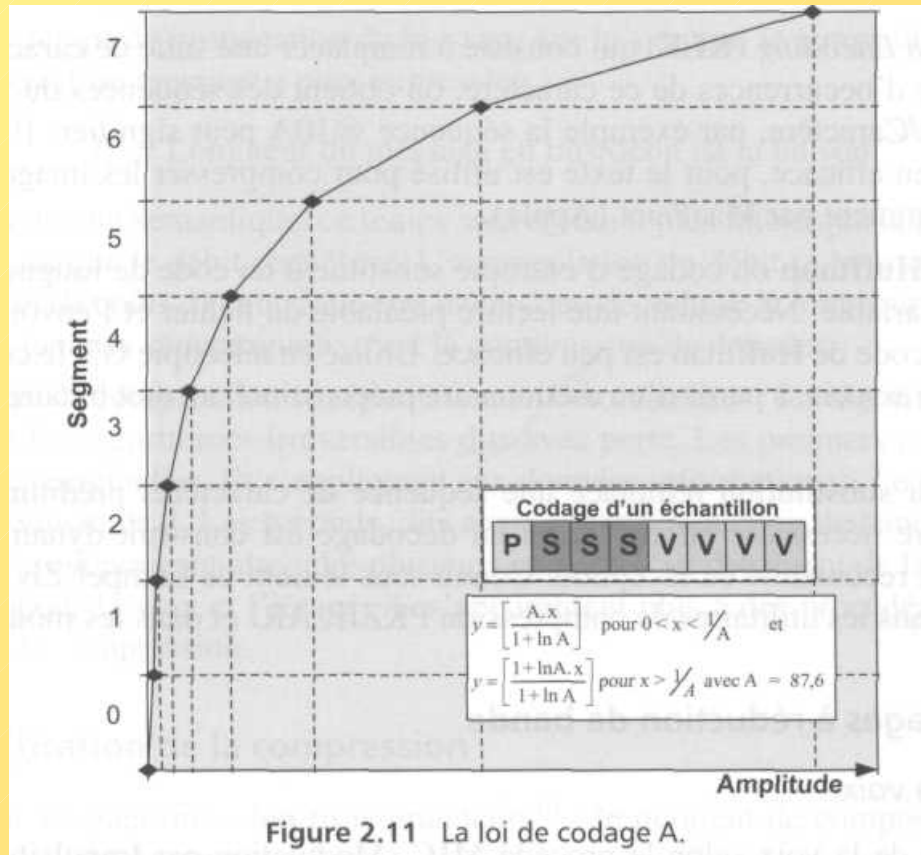
Compression sans perte

- RLE : Run Length Encoding
- Huffman
- LZW : Lempel-Ziv-Welch

La compression de données

Les codages à réduction de bande

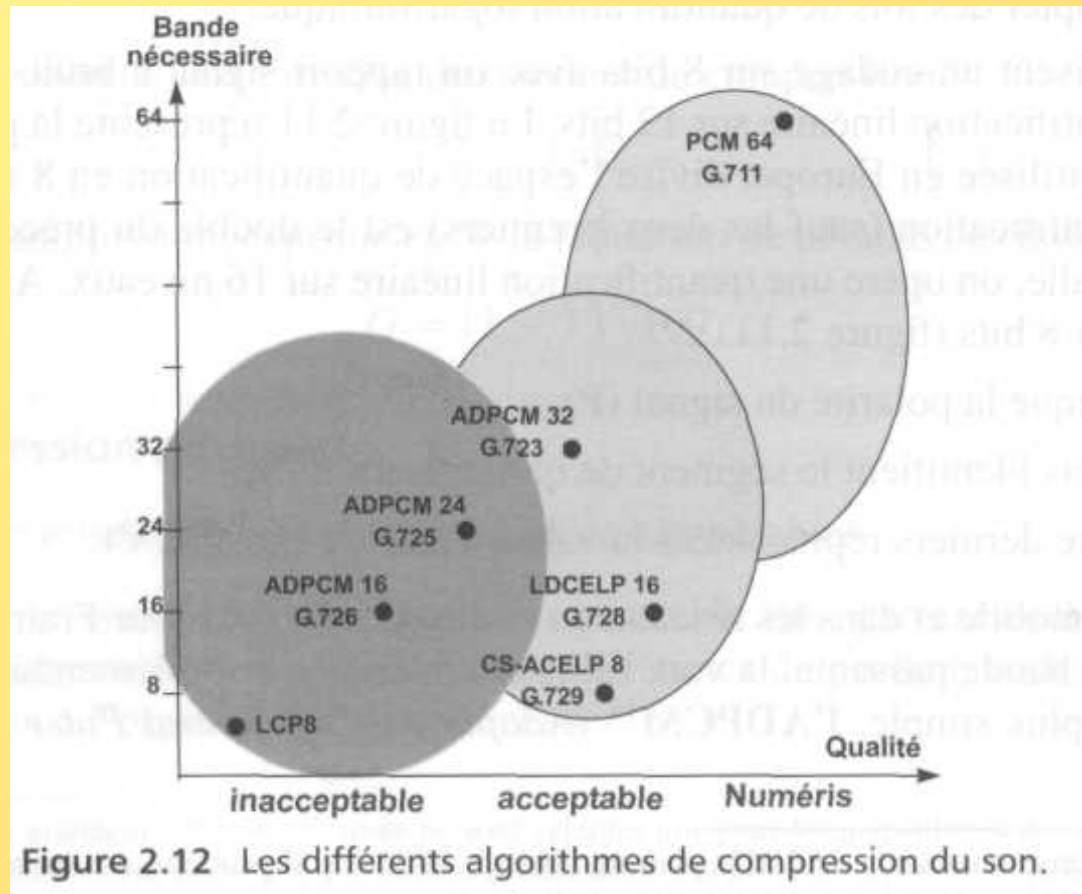
- Codage de la voix MIC et loi A (non linéaire)
- P SSS VVVV (8 bits/échantillon)



La compression de données

Les codages à réduction de bande

- Comparaison de différents codages de la voix



La compression de données

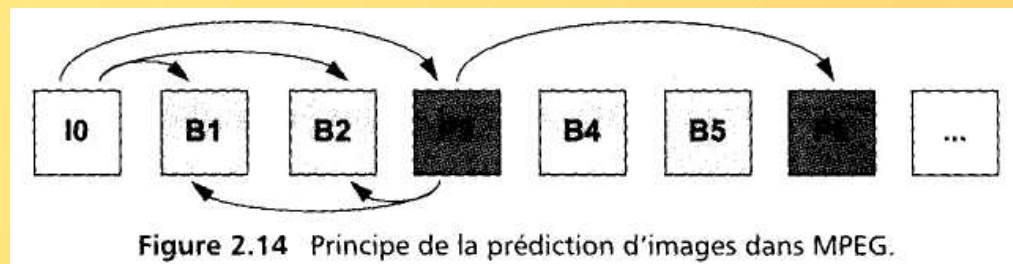
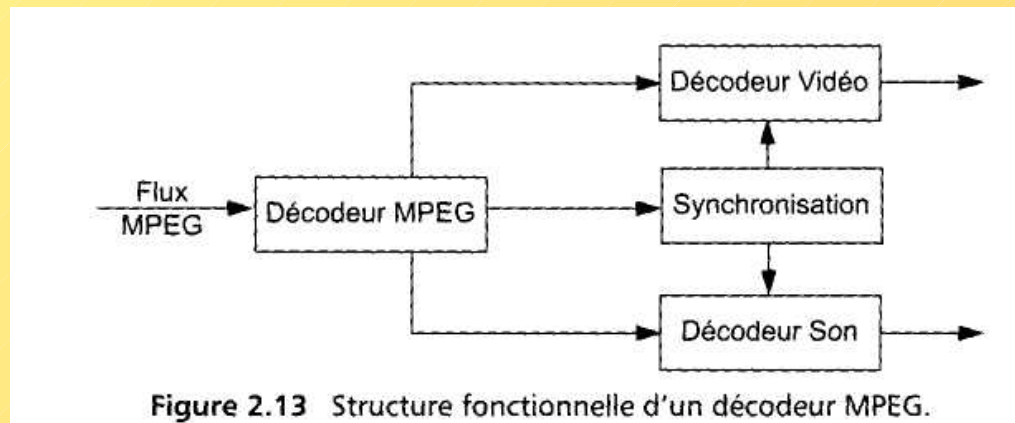
Codage comprimé de l'image

- Généralités
 - Largeur de bande importante
 - Méthodes de compression efficace
 - MPEG-1 novembre 1992
 - Vidéo VHS = MPEG-1
 - MPEG-2 mars 1994
 - MPEG-4 fin 1998 (TV HD)

La compression de données

Principes de la compression MPEG

- Mixage des codages de la voix et de l'image
- Prédiction d'image et image de référence



Contraintes de transmission des flux numériques

Type de transfert	Type de débit	Débit requis	Sensibilité au temps de transfert	Sensibilité aux erreurs
Voix	Constant,	Faible	Élevée (Isochrone)	Faible
Voix compressée	Variable	Faible	Élevée (Isochrone)	Faible
Vidéo non compressée	Constant	Élevée	Élevée (Isochrone)	Faible
Vidéo compressée	Variable	Élevée	Élevée (Isochrone)	Faible
Transactionnel et transfert de fichiers	En rafale (Bursty)	Moyenne à Élevée	Faible	Élevée
Interconnexion de réseaux locaux	En rafale, débit de la source élevé	Élevée	Faible	Élevée

Figure 2.15 Types de données et contraintes de transmission.

Les classes de service - CoS

Services	Noms	Caractéristiques	Application types
CBR	Constant Bit Rate	Débit constant Flux isochrone	Voix, vidéo non compressée
VBR-rt	Variable Bit Rate real time	Débit variable Flux isochrone	Applications audio et vidéo compressées
VBR-nrt	Variable Bit Rate non real time	Débit variable mais prévisible	Application de type transactionnel
ABR	Available Bit Rate	Débit sporadique Sans contrainte temporelle	Interconnexion de réseaux locaux
UBR	Unspecified Bit Rate	Trafic non spécifié Best Effort	Messagerie, sauvegarde à distance (remote backup)

Figure 2.16 Les classes de service de l'ATM Forum.