

---

# Méthodes pour les séquences d'images



---

ENSEIRB 2007

TS214

## Exemple

---

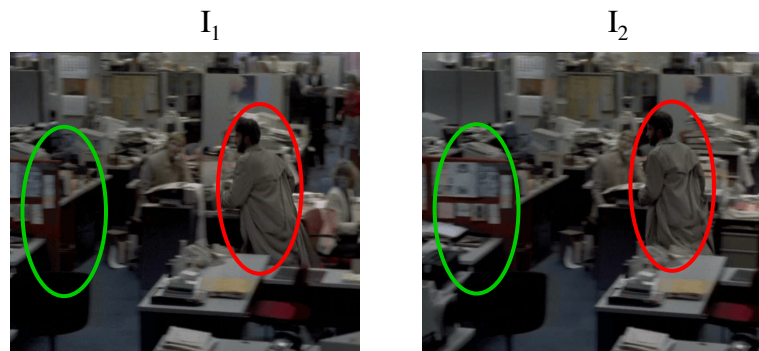


---

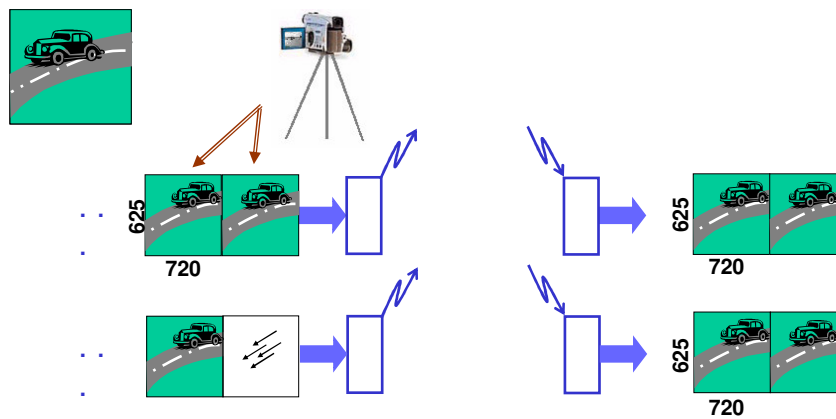
ENSEIRB 2007

TS214

## Mouvement



## Pourquoi estimer le mouvement?



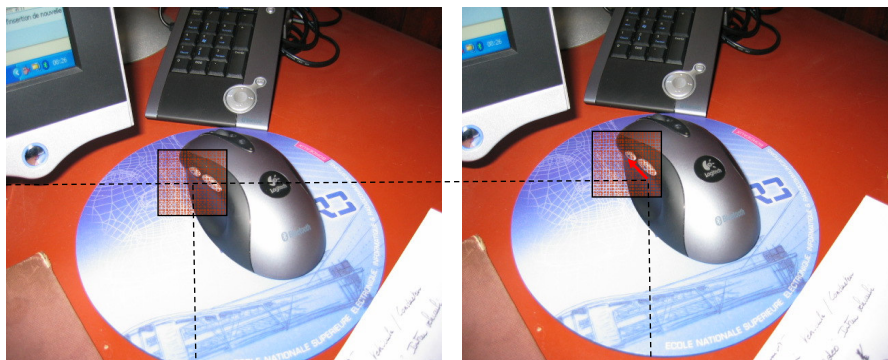
Transmission de l'information

## Objectifs

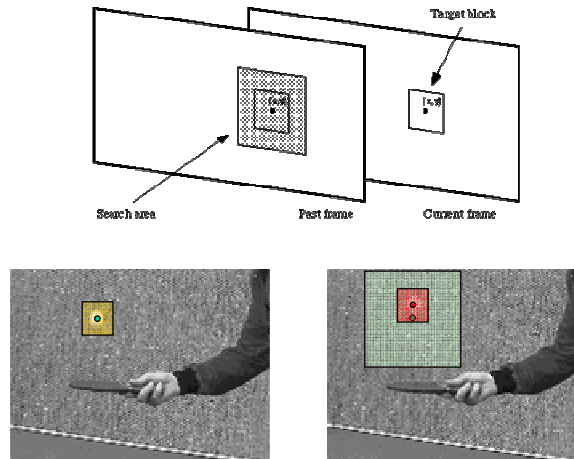
- Utilisation des corrélations spatiales
- Utilisation des corrélations temporelles



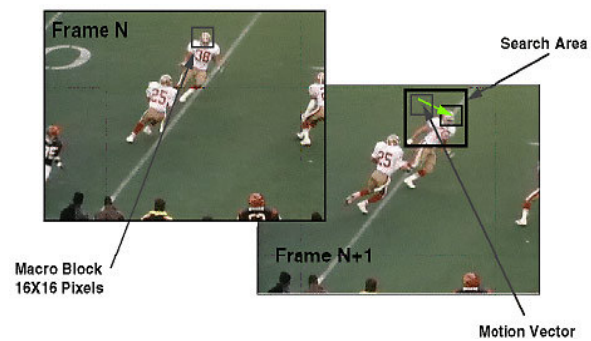
## Mise en correspondance



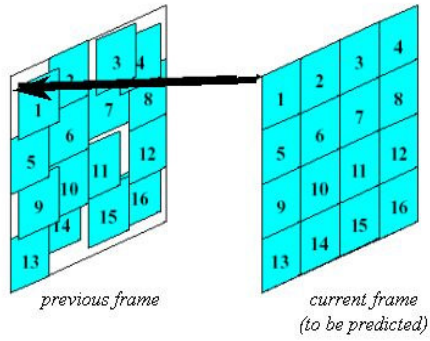
## Mise en correspondance



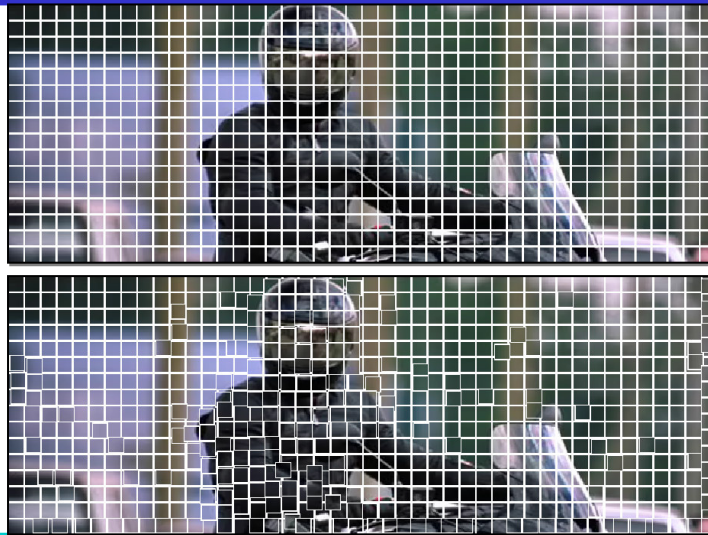
## Solution technique



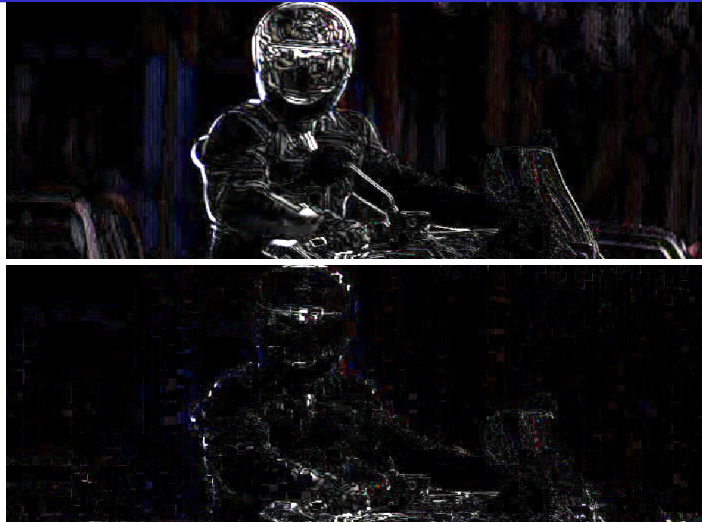
## Approche complète



## Codage par bloc



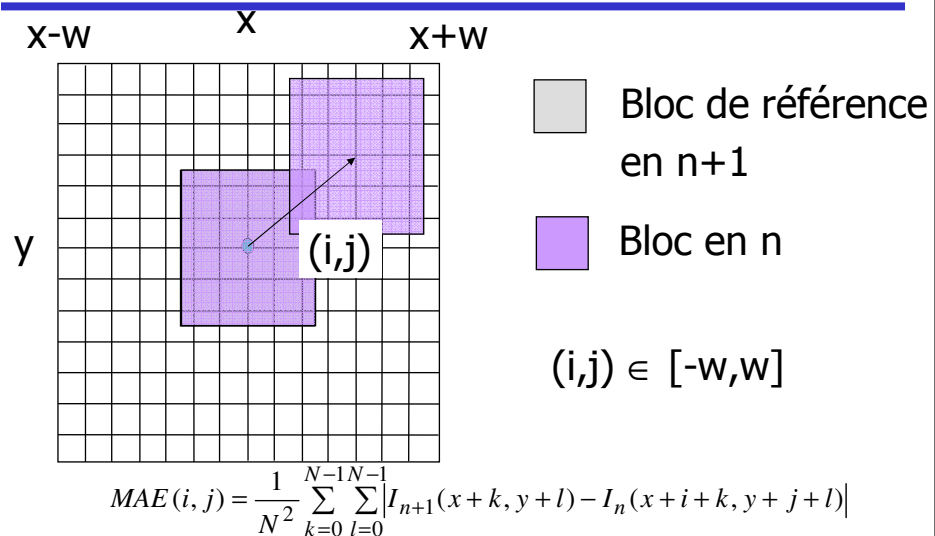
## Compensation



ENSEIRB 2007

TS214

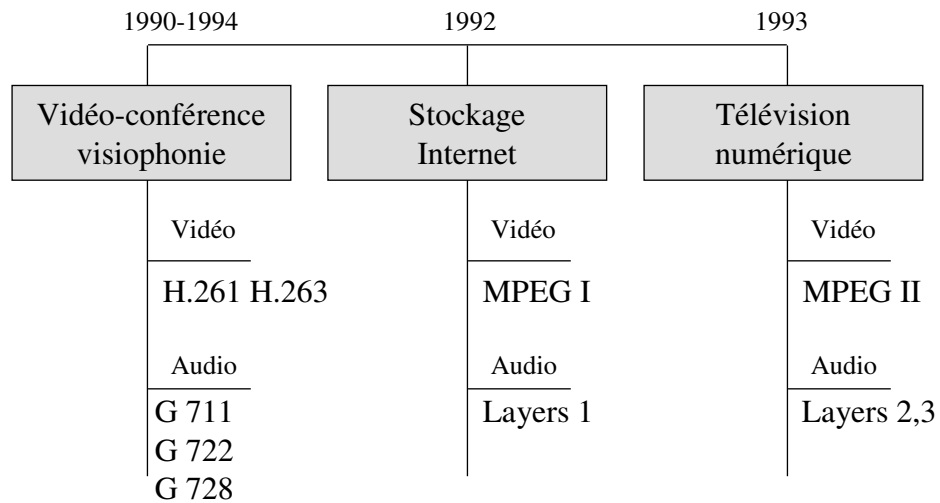
## Mise en équation (Bloc de taille 16x16)



ENSEIRB 2007

TS214

## Les normes de l'ITU/ISO



ENSEIRB 2007

TS214

**MPEG 1-2**

**H261 - H263**

**Moving Pictures Expert Group**

ENSEIRB 2007

TS214

## Codages multimédia

---

- Accès aléatoire (MPEG1-2) (GOP)
- Accès séquentiel (H261-H263) (GOB - Slide)
- Synchronisation Audio/Vidéo (Time stamp)
- Débit fixe (gestion d'un buffer)
- nécessité d'un multiplexage temporel par train binaire

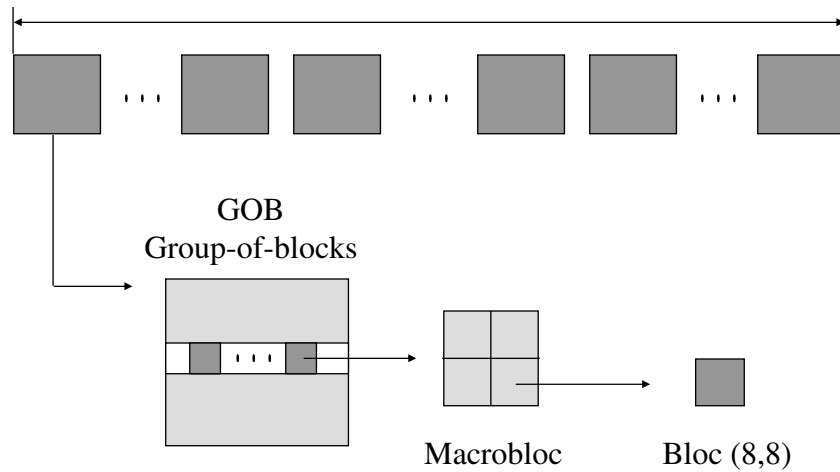
## La norme H.261

---

- Norme utilisée en Visiophonie et téléconférence
- Compression bas débit p\*64 kbits/s
- Formats des images utilisés CIF et QCIF
  - CIF résolution luminance (360,288) à  $f_l$  Hz
  - QCIF (180,144) à  $f_l/2$  ou  $f_l/4$  Hz
  - Non-entrelacé



## Découpage



ENSEIRB 2007

TS214

## CIF : Common Intermediate Format

	CIF	QCIF
Nombre Pixels/lignes	352 L 180 C	176 L 90 C
Nombre lignes	288 L 144 C	144 L 72 C
Débits à 30 I/s	37,5 Mbps	9,35 Mbps

ENSEIRB 2007

TS214

### *Group of Blocks (GOB)*

---

	GOB	Nombre MB Dans GOB	MB image
CIF	12	33	396
QCIF	3	33	99

### *Macrobloc (16,16)*

---

Macro bloc adresse dans un GOB

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

MBA	MTYPE	MQUANT	MVD	CBP	Block data
-----	-------	--------	-----	-----	------------

**MBA** : Macro bloc adresse  
**MTYPE** : MB type  
**MQUANT** : MB paramètre de quantification  
**MVD** : Motion vector Difference  
**CBP** : Coded block pattern

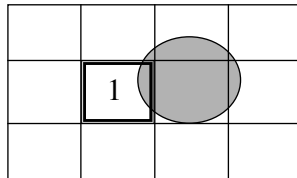
## VLC table for macroblock addressing

MBA	Code	MBA	Code
1	1	17	0000 0101 10
2	011	18	0000 0101 01
3	010	19	0000 0101 00
4	0011	20	0000 0100 11
5	0010	21	0000 0100 10
6	0001 1	22	0000 0100 011
7	0001 0	23	0000 0100 010
8	0000 111	24	0000 0100 001
9	0000 110	25	0000 0100 000
10	0000 1011	26	0000 0011 111
11	0000 1010	27	0000 0011 110
12	0000 1001	28	0000 0011 101
13	0000 1000	29	0000 0011 100
14	0000 0111	30	0000 0011 011
15	0000 0110	31	0000 0011 010
16	0000 0101 11	32	0000 0011 001
		33	0000 0011 000
		MBA stuffing	0000 0001 111
		Start code	0000 0000 00000001

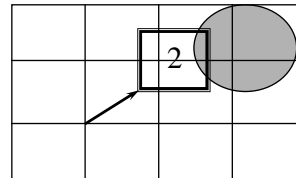
## VLC pour le MTYPE

Prediction	MQANT	MVD	CBP	TCOEFF	VLC
Intra				*	001
Intra	*			*	0000 001
Inter			*	*	1
Inter	*		*	*	0000 1
Inter+MC		*			0000 0000 1
Inter+MC		*	*	*	0000 0001
Inter+MC	*	*	*	*	0000 0000 01
Inter+MC+ FIL		*			001
Inter+MC+ FIL		*	*	*	01

## Mode prédictif



Instant n+1

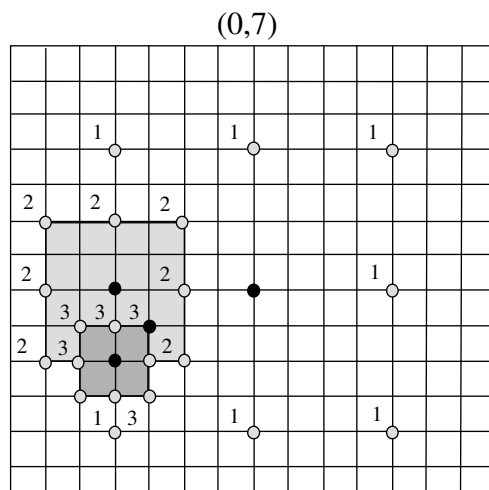


Instant n

$$MAE(i, j) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} |I_{n+1}(x+k, y+l) - I_n(x+i+k, y+j+l)|$$

MAE : Mean Absolute Error

## Three Steps



## VLC table for MVD

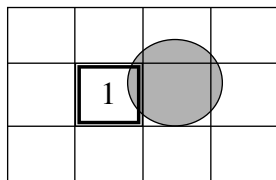
MVD	Code
-16 & 16	0000 0011 001
-15 & 17	0000 0011 011
-14 & 18	0000 0011 101
-13 & 19	0000 0011 111
-12 & 20	0000 0100 001
-11 & 21	0000 0100 011
-10 & 22	0000 0100 11
-9 & 23	0000 0101 01
-8 & 24	0000 0101 11
-7 & 25	0000 0111
-6 & 26	0000 1001
-5 & 27	0000 1011
-4 & 28	0000 111
-3 & 29	0001 1
-2 & 30	0011
-1	011
0	1
1	010
2 & -30	0010
3 & -29	0001 0
4 & -28	0000 110
5 & -27	0000 1010
6 & -26	0000 1000
7 & -25	0000 0110
8 & -24	0000 0101 10
9 & -23	0000 0101 00
10 & -22	0000 0100 10
11 & -21	0000 0100 010
12 & -20	0000 0100 000
13 & -19	0000 0011 110
14 & -18	0000 0011 100
15 & -17	0000 0011 010

$$\text{MVD} = \text{MV}(i) - \text{MV}(i-1)$$

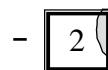
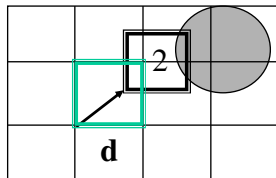
$$-15 \leq d_x \leq 15$$

$$-15 \leq d_y \leq 15$$

## Le mode prédictif



$$= \sigma_{\text{int}}^2$$



$$= \sigma_{b\_compe\_diff}^2$$



$$= \sigma_{b\_diff}^2$$

## Sélection d'un mode

$$\sigma_{b\_diff}^2 > \sigma_{b\_compe\_diff}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{Inter+MC}}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Macrobloc (n-1)} & \Rightarrow \quad \mathbf{d1} = (dx1, dy1) \\ \text{Macrobloc (n)} & \Rightarrow \quad \mathbf{d2} = (dx2, dy2) \end{array} \quad \mathbf{de = d2 - d1}$$

$$\text{dex} \quad \Rightarrow \quad \text{Code1 VLC}$$

$$\text{dey} \quad \Rightarrow \quad \text{Code2 VLC}$$

## Sélection d'un mode

$$\sigma_{b\_diff}^2 < \sigma_{int}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{INTER}}$$

$$\sigma_{b\_diff}^2 > \sigma_{int}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{INTRA}}$$

$$\text{sur 1 'erreur} \quad \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{INTER+MC+FIL}}$$

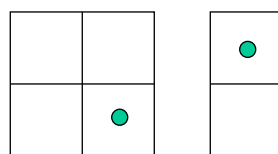
## Composition d'un bloc

Si le macrobloc n'est pas en mode INTRA+Q

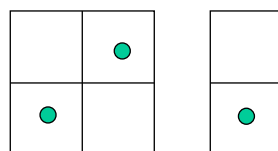
$Y_0$	$Y_1$	$C_b$
$Y_2$	$Y_3$	$C_r$

$$CBP = 32Y_0 + 16Y_1 + 8Y_2 + 4Y_3 + 2C_b + C_r$$

## CBP : Coded Block Pattern



6



25

Codage

VLC

## VLC table for **CBP**

CBP	Code	CBP	Code
60	111	35	0001 1100
4	1101	13	0001 1011
8	1100	49	0001 1010
16	1011	21	0001 1001
32	1010	41	0001 1000
12	1001 1	14	0001 0111
48	1001 0	50	0001 0110
20	1000 1	22	0001 0101
40	1000 0	42	0001 0100
28	0111 1	15	0001 0011
44	0111 0	51	0001 0010
52	0110 1	23	0001 0001
56	0110 0	43	0001 0000
1	0101 1	25	0000 1111
61	0101 0	37	0000 1110
2	0100 1	26	0000 1101
62	0100 0	38	0000 1100
24	0011 11	29	0000 1011
36	0011 10	45	0000 1010
3	0011 01	53	0000 1001
63	0011 00	57	0000 1000
5	0010 111	30	0000 0111
9	0010 110	46	0000 0110
17	0010 101	54	0000 0101
33	0010 100	58	0000 0100
6	0010 011	31	0000 0011 1
10	0010 010	47	0000 0011 0
18	0010 001	55	0000 0010 1
34	0010 000	59	0000 0010 0
7	0001 1111	27	0000 0001 1
11	0001 1110	39	0000 0001 0
19	0001 1101		

ENSEIRB 2007

TS214

## Blocs



MB



DCT  
(8,8)

Seuillage

Quantification uniforme (MQUANT)

- MQUANT [2,62] pour AC
- MQUANT = 8 pour les DC

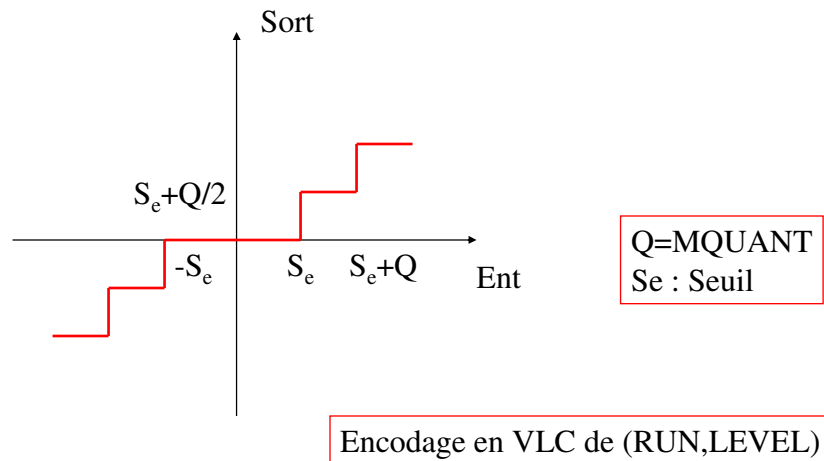
TCOEFF=(RUN,LEVEL)

ENSEIRB 2007

TS214



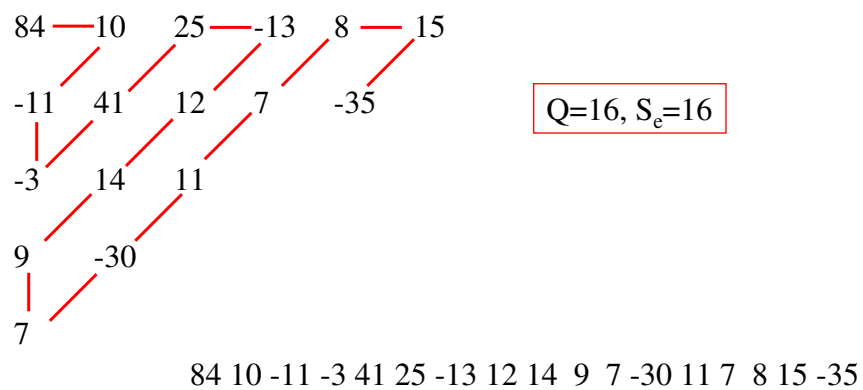
## Quantification AC



ENSEIRB 2007

TS214

## Exemple



ENSEIRB 2007

TS214

## Résultats

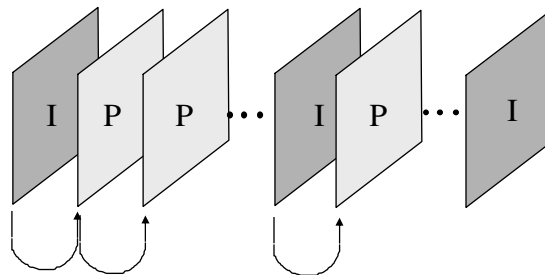
84 0 0 0 41 25 0 0 0 0 0 -30 0 0 0 0 -35

10 0 0 0 2 1 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 -1

Tcoeff = (0,10) (3,2) (0,1) (5,-1) (4,-1) EOB

80 0 0 0 40 24 0 0 0 0 0 -24 0 0 0 0 -24

## Gestion du buffer



$$q = 2 \left\lfloor \frac{\text{ContenuBuffer}}{200p} \right\rfloor + 2$$

$$R = p * 64 \text{ kbit} / s$$

## Bitstream

PSC	TR	Ptype	GOB	GOB	...	GOB
-----	----	-------	-----	-----	-----	-----

GOB start	Grp #	Quant	MB	...	MB
-----------	-------	-------	----	-----	----

Addr	Type	Quant	Vector	CBP	b0	...	b5
------	------	-------	--------	-----	----	-----	----

DC	Run,size	...	run,size	EOB
----	----------	-----	----------	-----

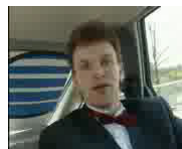
ENSEIRB 2007

TS214

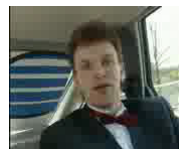
## Résultats QCIF



10 I/s 20 kbits.s



10 I/s 50 kbits.s



ENSEIRB 2007

TS214

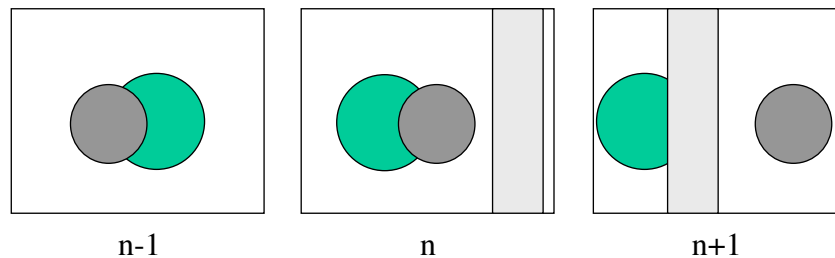
---

## La norme MPEG I

- Norme utilisée en qualité VHS pour CD-ROM
- 320\*240+CD audio @ 1.5 Mbits/s
- type de compression
  - vidéo : extension de H.261
  - système : bitstream

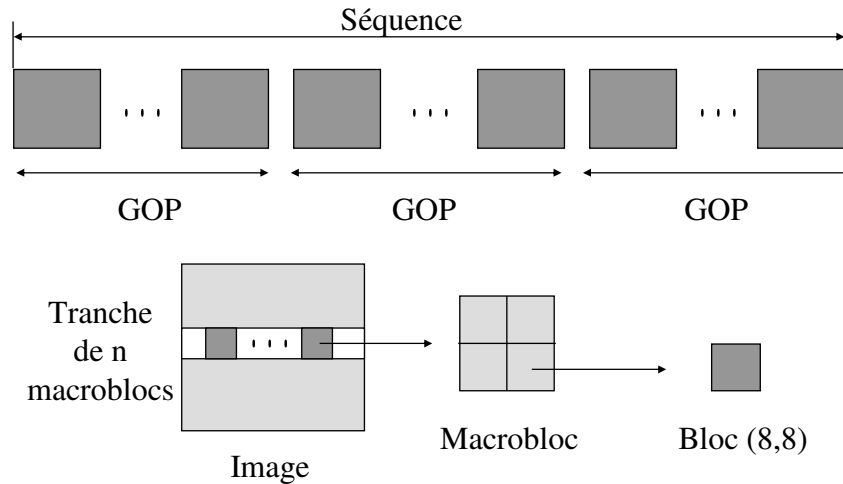
## Référence bidirectionnelle

---



- Apparition d'objet
- Occultation d'objet

## Découpage de la séquence vidéo



ENSEIRB 2007

TS214

## Détails

**I - Séquence** (définition des paramètres vidéo)

**II - Groupe d'images (GOP)** : Accès aléatoire

**III - Images** : deux types d'images après compression

- Images de type Intra (codage direct JPEG) **I**
- Images Prédites **P**
- Images Bidirectionnelles **B**

**IV Tranches (Slice)** : permet l'adressage à l'intérieur de l'image et la synchronisation. (Erreur de propagation)

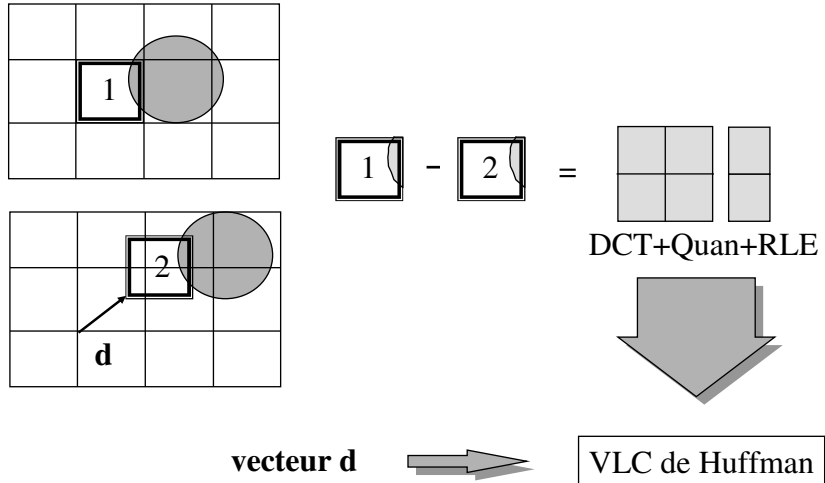
**V Macroblochs** : de taille (16,16) de luminance, c'est l'élément de base pour la compensation de mouvement.

**VI Blocs** : C'est l'élément de base pour la DCT

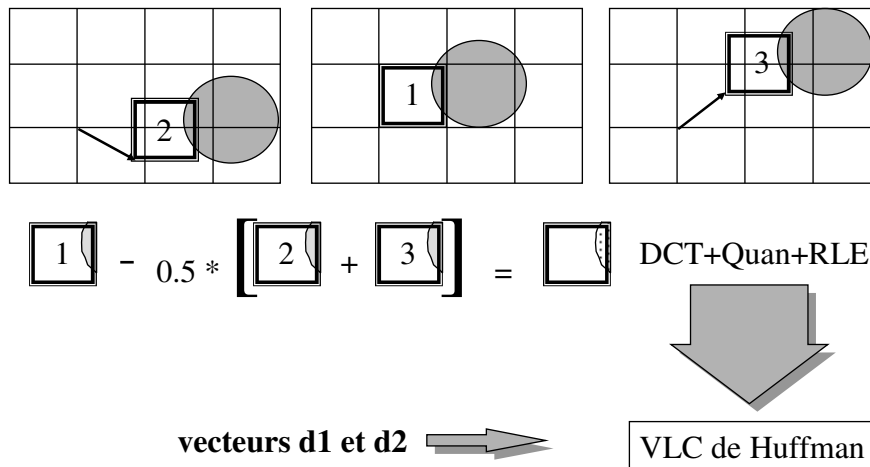
ENSEIRB 2007

TS214

## Le mode P



## Mode B



## Quantification

---

$$S_{quv} = Ent \left\{ \frac{8S_{uv}}{qQ_{uv}} \right\}$$

$$q \in [1, 31]$$

## Quantification

---

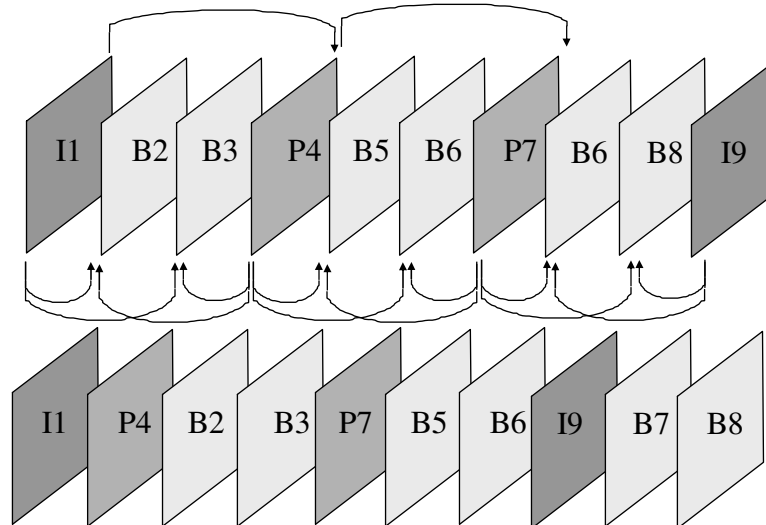
Intra

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	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

Inter

16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16

## Codeur-décodeur

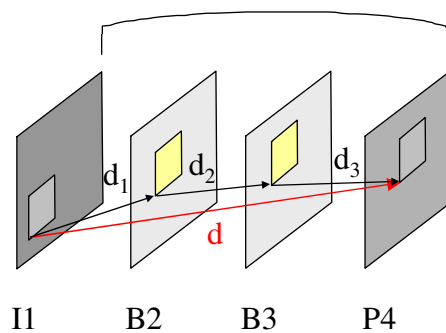


ENSEIRB 2007

TS214

## Estimation de mouvement

Mode Telescopic search



ENSEIRB 2007

TS214



---

# Norme MPEG II

Norme de la télévision numérique  
ou  
système DVB (Digital Video Broadcasting)

## *Documents*

---

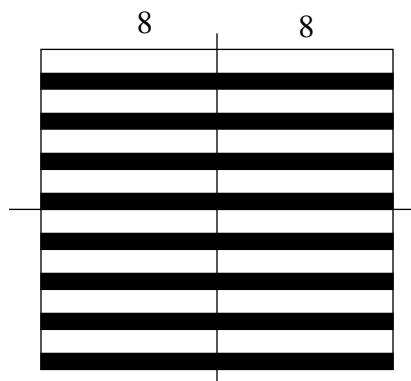
- ❑ MPEG2 -1 System
  - ❑ Définition des mises en paquets (Elementaires, programme, bouquets ...)
- ❑ MPEG2 -2 Vidéo
  - ❑ Définition du codage vidéo
- ❑ MPEG2 -3 Audio
  - ❑ Définition du codage audio
  - ❑ Stéréo, AAC, MP3 ...

## Formats

Niveau	Résolution	Débit	Type d'application
Bas	352*240*30 Hz	4 Mb/s	usage domestique
moyen	720*480*30 Hz	15 Mb/s	CCIR 601, studio TV
élevé	1440*1152*60 Hz	60 Mb/s	TV haute définition
très élevé	1920*1152*60 Hz	80 Mb/s	TVHD 16/9

## Images entrelacées

Macro-bloc



2 modes :

- Frames I, P, B (MPEG1)
- Fields I, P, B

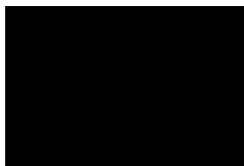
## *Images entrelacées*

---

Séquence trame



Top field



Bottom field

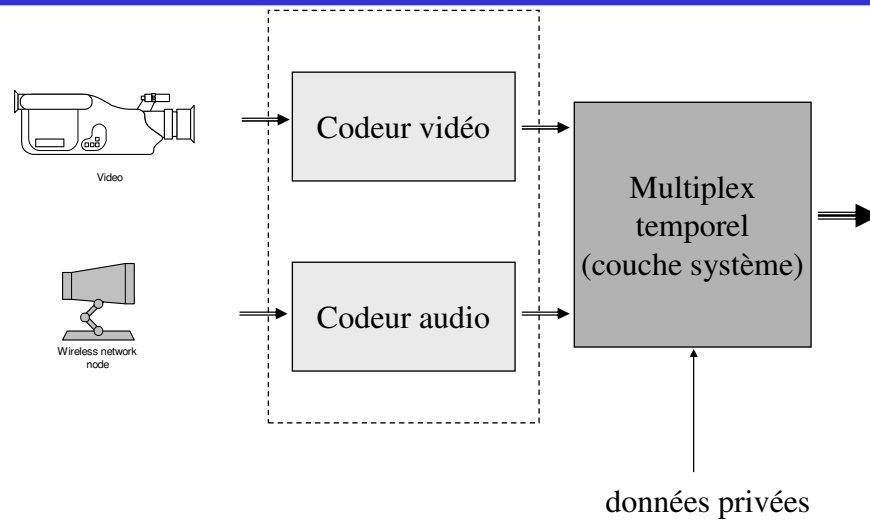
### Paire séparée (I,P,B)

- si Top field P,B  
alors Bottom field P,B
- si Top field I  
alors Bottom field I,P

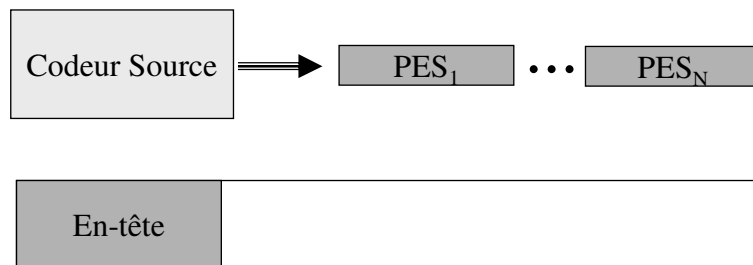
---

Organisation du multiplex MPEG-II  
(couche système)

## Multiplex pour la vidéo

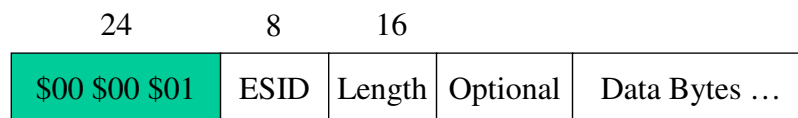


## Découpage en PES Packetized Elementary Stream



## Structure

### □ Header



Packet Start  
code prefix



Taille max = 8192 octet

## Types

### □ stream ID

- 1011 1101 Private Stream 1
- 1011 1111 Private Stream 2
- 110x xxxx Audio Stream Number xxxxx
- 1110 xxxx Video Stream Number xxxx
- 1111 1001 Données auxiliaires (TeleText)
- 1111 1111 Program Stream

## Multiplexage

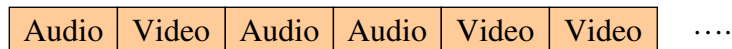
### ❑ Program Stream

- ❑ Diffusion interne (milieu sans erreur)

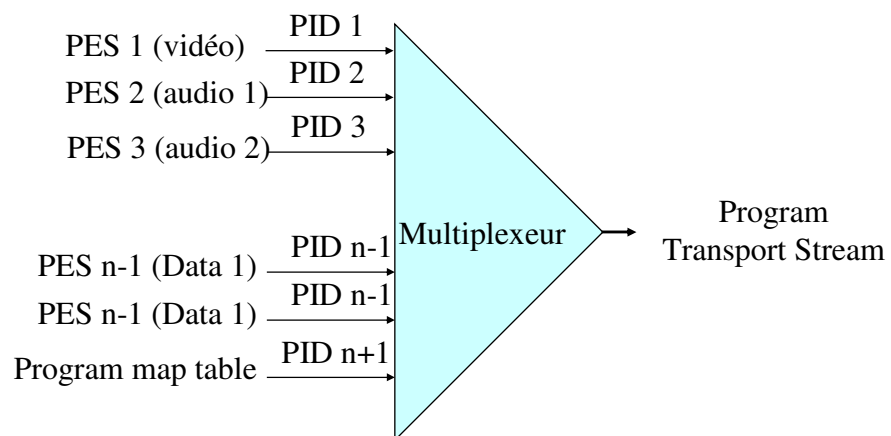


### ❑ Transport Stream

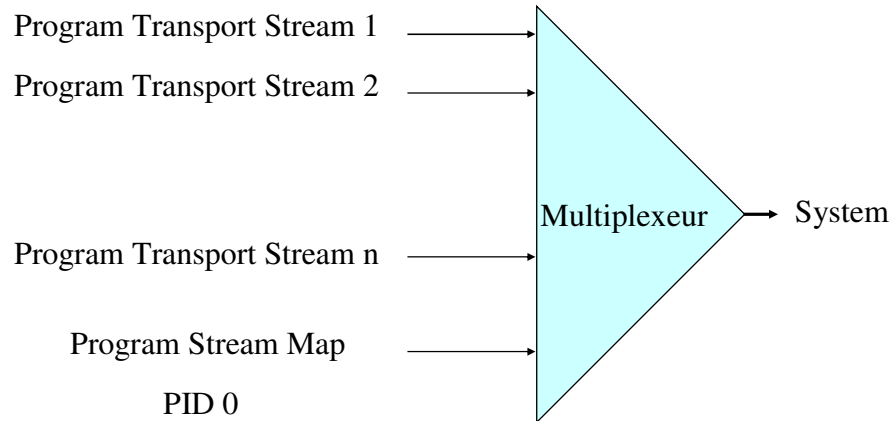
- ❑ Diffusion par canaux avec erreur



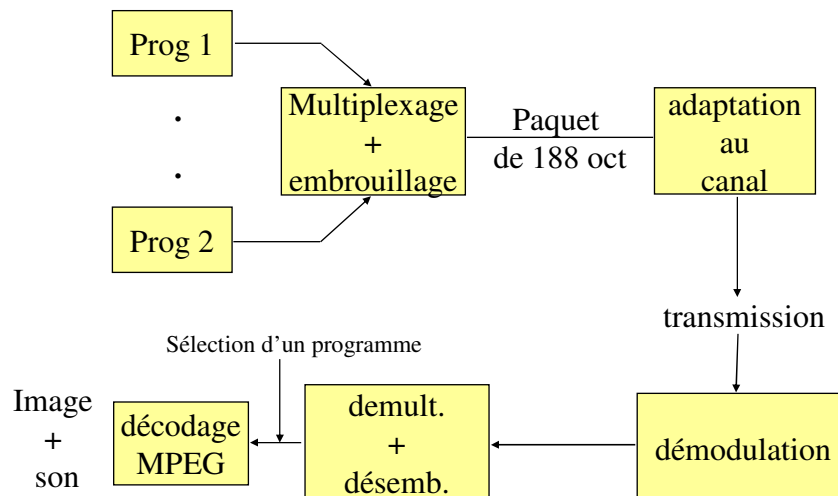
## Construction d'un programme



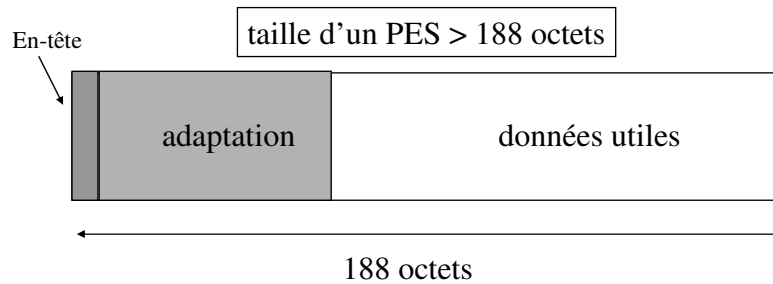
## Construction d'un bouquet



## Paquets transport de MPEG-2 - 1 -



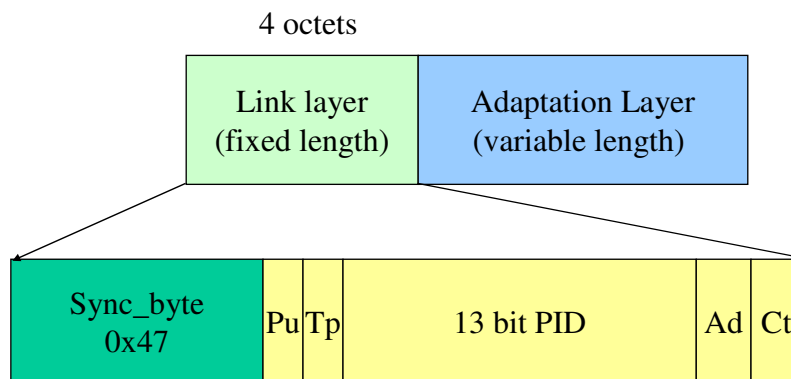
## Paquets transport de MPEG-2 - 2 -



En-tête du paquet : contient un PID permettant d'identifier le PES auquel il appartient.

Pour un PES nouveau = nouveau paquet transport

## Header

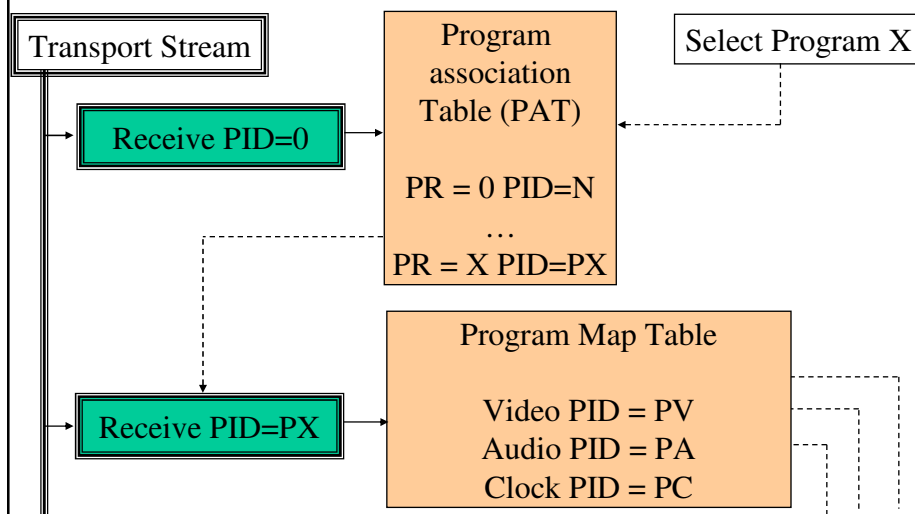




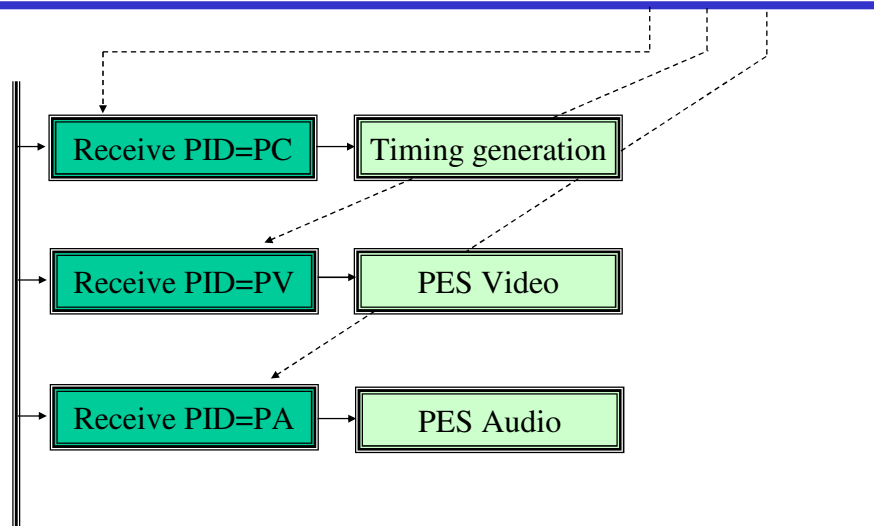
## Header

- ❑ **Pu** (1 bit) Donne l'information d'un PES de début d'une table d'information de Programme.
- ❑ **Tp** (1 bit) Transport Priority (Lower higher)
- ❑ **Ad** (2 bit) 01 no adaptation, payload only  
adaptation only, no payload  
11 adaptation followed by payload
- ❑ **Ct** (6 bit) Incrément de 1 pour chaque paquet associé à un même PID → Information de perte de parquets pour le décodeur.

## Architecture



## Architecture



## Solutions Hardware

### ❑ C-Cube :

- ❑ CLM-4120 MPEG 1
- ❑ CL-950 MPEG 2
- ❑ CL-4000 MPEG 1, H263 et JPEG

### ❑ SGS -Thomson

- ❑ Sti-3400 MPEG 1
- ❑ Sti-3500 MPEG 2

### ❑ Motorola

- ❑ MDC250 MPEG 1
- ❑ GEC Plassey H261



## Applications et formats

---

- Réseau mobile
- Réseau commuté
  - Optimisée pour 10 à 24 kbit/s
- Formats :
  - sub-QCIF (128,96)
  - QCIF (176,144)
  - CIF(352,288)
  - 4CIF(720,576)
  - 16CIF (1408,1152)

## H263

---

- ☐ Group of Block (GOB Layer)
  - ☐ Un GOB est donné par un paquet de  $k \times 16$  lignes

k	Format
1	Sub QCIF – QCIF - CIF
2	4CIF
4	16CIF

- ☐ Macroblock (16,16) 6 blocs pour L-C
- ☐ Block Layer (8,8)

## Codage du mouvement

	$MV_2$	$MV_3$
$MV_1$	<b>MV</b>	

$$pred_x = median(MV_{1x}, MV_{2x}, MV_{3x})$$

$$pred_y = median(MV_{1y}, MV_{2y}, MV_{3y})$$

$$MVD_x = MV_x - pred_x$$

$$MVD_y = MV_y - pred_y$$

## Codage des coefficients

- Image P : BQUANT

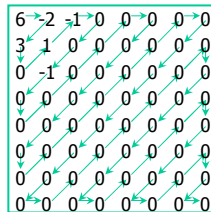
DBQUANT	BQUANT
00	$(5 \times \text{QUANT})/4$
01	$(6 \times \text{QUANT})/4$
10	$(7 \times \text{QUANT})/4$
11	$(8 \times \text{QUANT})/4$

- Image B : DBQUANT

### 3D VLC (last, run, level)

□ H261 2D VLC [run-level- EOB]

□ H263 3D VLC (last, run, level)



6 = (0,0,6)      0010001 0  
 -2 = (0,0,-2)    0100 1  
 3 = (0,0,3)      00101 0  
 1 = (0,1,1)      011 0  
 -1 = (0,0,-1)    11 1  
 -1 = (1,2,-1)    0101 1

### Comparaison H261 et H263

	Bit/s
Origine	<b>1287744</b>
H261	<b>57684</b>
H263	<b>57684</b>
MJPEG (45%)	<b>62830</b>