

# Compression video

F. Denis  
F. Dupont




# Objectifs du cours

---

- ✗ **Présenter les normes actuelles en compression vidéo**
- ✗ **Etudier les principes fondamentaux de la compression et la spécificité de la vidéo**
- ✗ **Mieux comprendre les enjeux pour les télécommunications**

# SIGNAL VIDÉO

- 
- ~1950 × **NTSC :**  
standard TV utilisé en Amérique du nord et au Japon  
**525 lignes**  
fréquence des trames : 60Hz → fréquence d'affichage : **30 images/s**
  - 1956 × **SECAM (brevet Henri de France)**  
standard français  
**625 lignes** (dont 576 lignes visibles)  
fréquence des trames : 50Hz → fréquence d'affichage : **25 images/s**
  - 1962 × **PAL (brevet Walter Bruch)**  
standard TV couleur, mis point en Allemagne vers 1960 et utilisé en Europe (sauf en France), Asie, Afrique, Australie, Amérique du sud, etc.  
**625 lignes (576 lignes affichées)**  
fréquence des trames : 50Hz → fréquence d'affichage : **25 images/s**
  - 1982 × **Standard CCIR 601** ( CCIR = *Comité Consultatif International des radiocommunications*)  
**standard vidéo numérique** référencé désormais par ITU-R BT.601

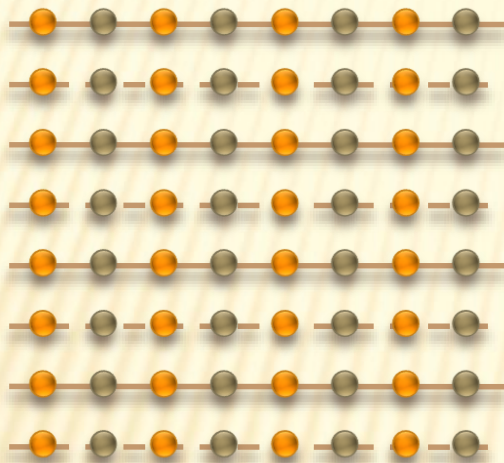
# SIGNAL VIDÉO

## ✗ Signal vidéo numérique

→ différents formats d'image possibles

● Luminance  
● Luminance + chrominance

4:2:2

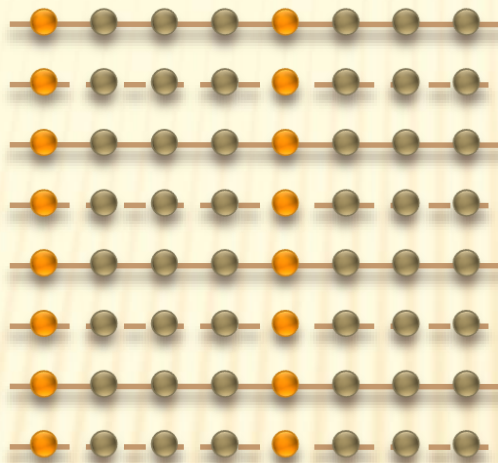


Y : 8 bits  
Cb : 8 bits 1 pixel sur 2  
Cr : 8 bits 1 pixel sur 2  
→ En moyenne 16 bits par pixel



TV numérique professionnelle

4:1:1

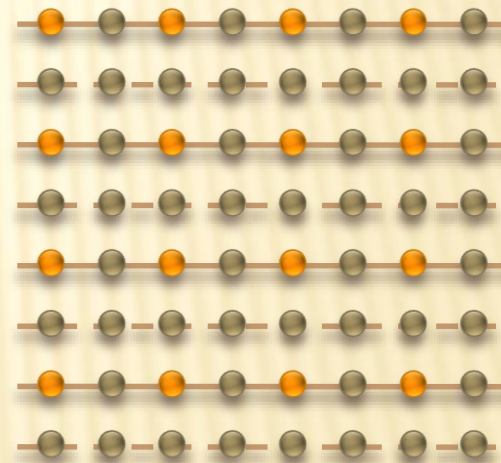


Y : 8 bits  
Cb : 8 bits 1 pixel sur 4  
Cr : 8 bits 1 pixel sur 4  
→ En moyenne 12 bits par pixel



Magnétoscopes et caméscopes, DVD, télévision numérique (TNT, satellite,...)

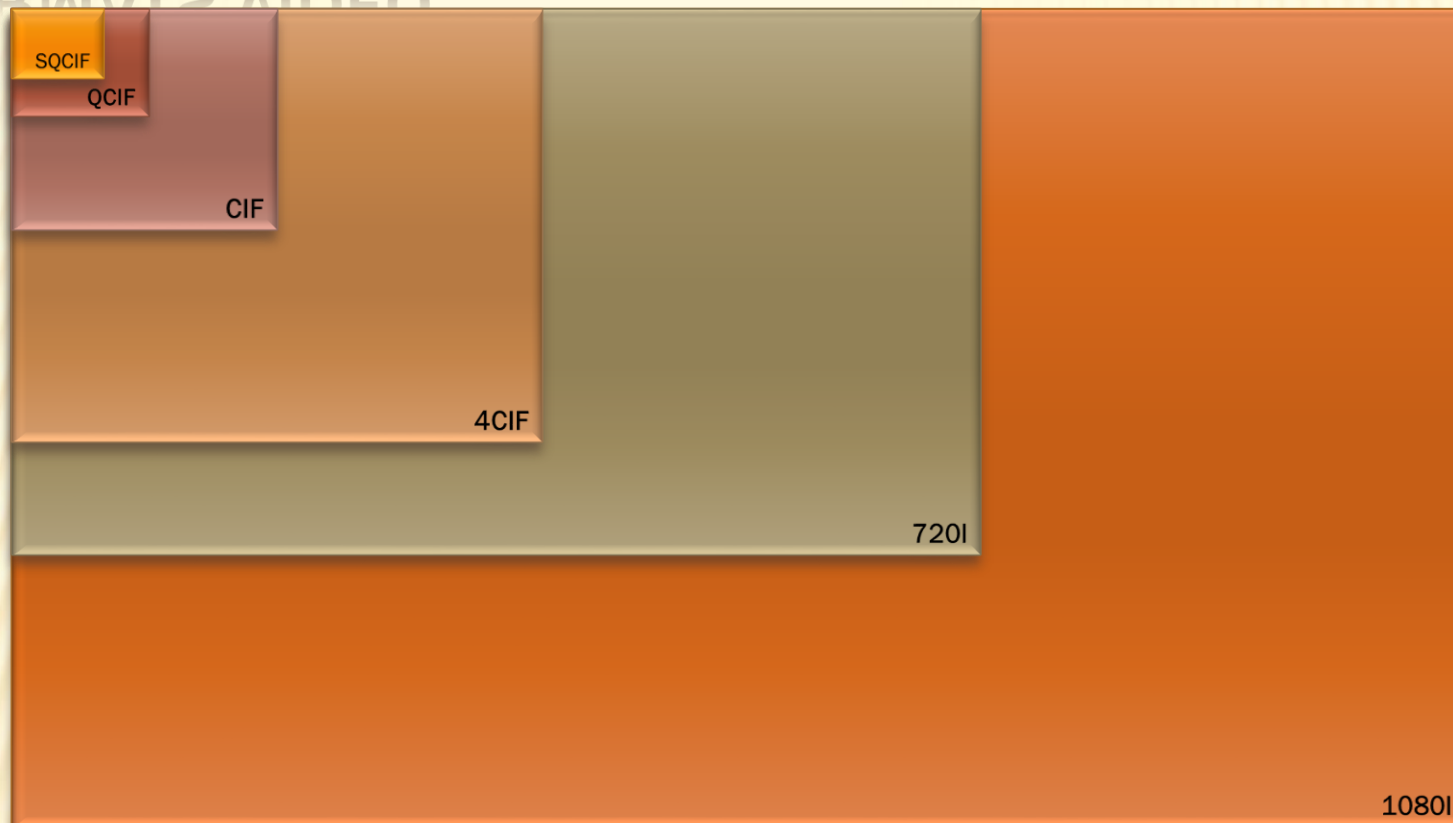
4:2:0



Y : 8 bits  
Cb : 8 bits 1 pixel sur 4  
Cr : 8 bits 1 pixel sur 4  
→ En moyenne 12 bits par pixel



# FORMATS VIDEO



Format	Résolution Luminance (Horizontal × Vertical)	Bits par image (YV12, 8bit)	Application
SQCIF	128 × 96	147456	Vidéo Mobile
QCIF	176 × 144	304128	Vidéo Conférence
CIF	352 × 288	1216512	Monitoring Vidéo
4CIF	704 × 576	4866048	TV, DVD
720i50	1280 × 720	11059200	HD TV
1080i50	1920 × 1080	24883200	HD DVD



**4K**

**1080p**

**720p**

**DVD**

**VCD**

**2K**

# COMPRESSION VIDÉO

---

- ✗ **Signal vidéo numérique non compressé**  
en format 4/3 : 720 pixels sur 576 lignes actives  
→  $720 * 576 * 25 * 16 \approx 166 \text{ Mbits/s}$  en 4:2:2  
→  $720 * 576 * 25 * 12 \approx 124 \text{ Mbits/s}$  en 4:1:1 ou 4:2:0
- ✗ **Débits actuels en vidéo compressée**  
→ moins de 2 Mbits/s

# COMPRESSION VIDÉO

## ✗ Réduction de la redondance

- + Spatiale
  - + Statistique
  - + Temporelle
- } cf. compression d'images fixes

## → ✗ Compression JPEG image par image

→ M-JPEG ou Motion JPEG

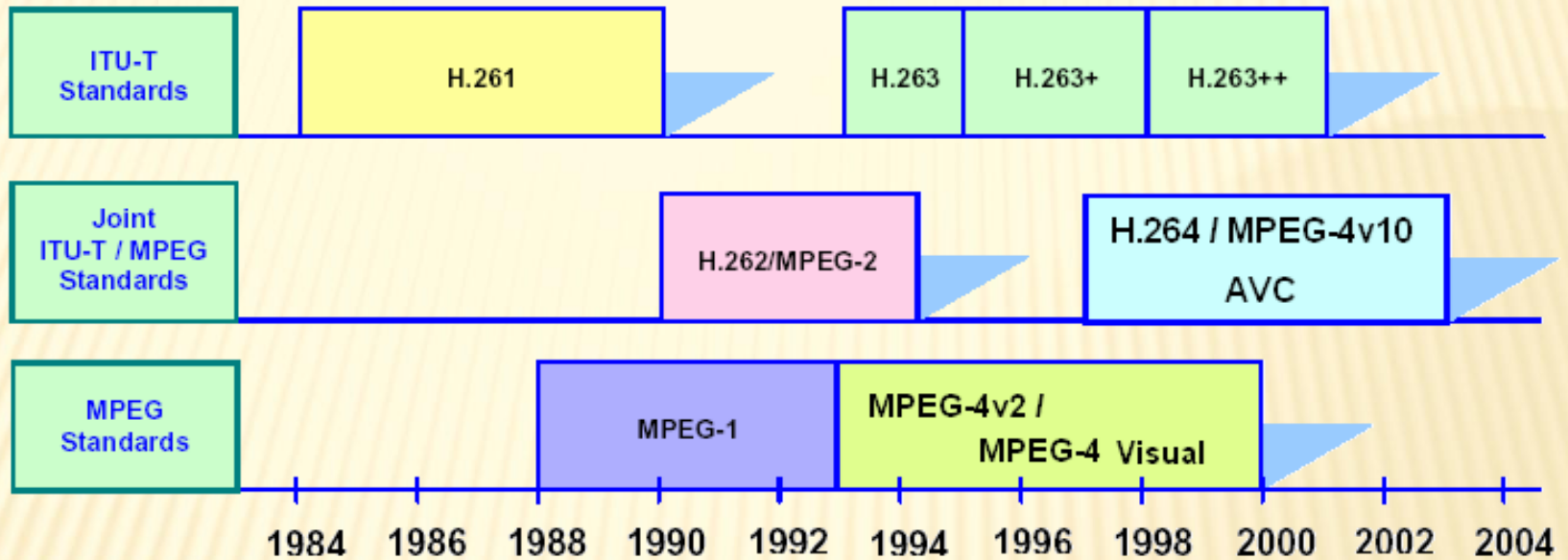
- + accès aléatoire aux images → adapté au montage numérique

## → ✗ Compression par compensation de mouvement

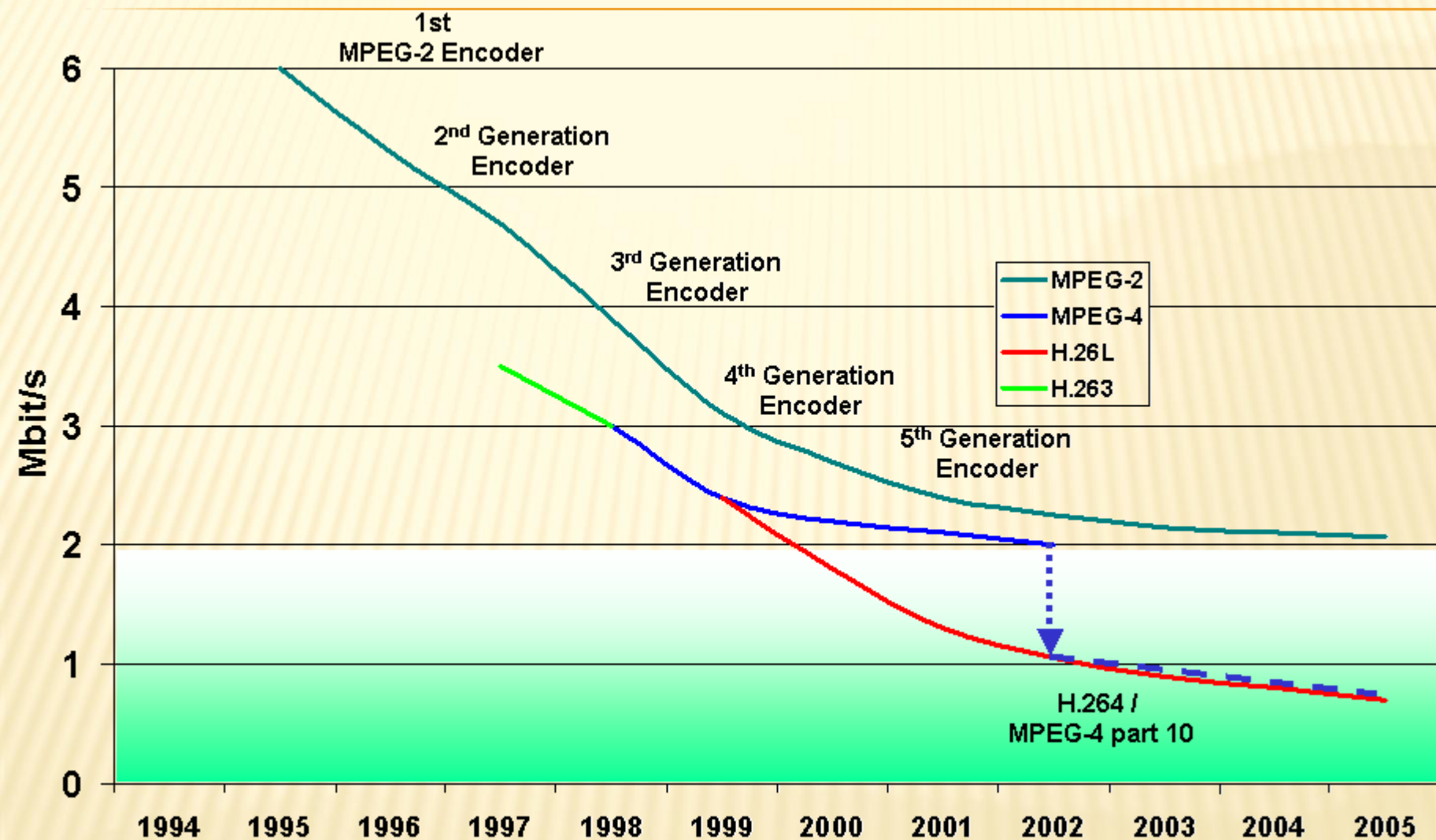
→ MPEG (Moving Pictures Expert Group)



# STANDARDS ET NORMES VIDEOS



- ✗ **ITU-T propose les standards H.26x**
  - + meilleur que MPEG4 en 2001
- ✗ **MPEG et ITU-T s'allient pour former le Joint Video Team**
  - + continuent de développer H.26x
  - + proposent H.264 et MPEG-4 Part 10 connu sous le nom standard JVT et Advanced Video Coding (AVC)



# STANDARDS ET NORMES VIDÉOS

## × MPEG-1, développé en 1988

- + compression des données vidéos et des canaux audio associés (jusqu'à 2 canaux pour une écoute stéréo)
- + stockage de vidéos à un débit de 1.5Mbps dans une qualité proche des cassettes VHS sur un support CD appelé VCD (Vidéo CD).

## × MPEG-2

- + standard dédié à l'origine à la télévision numérique (HDTV)
- + qualité élevé à un débit pouvant aller jusqu'à 40 Mbps, et 5 canaux audio
- + Permet une identification et une protection contre le piratage.
- + format utilisé par les DVD vidéos.

## × MPEG-4

- + standard destiné aux applications multimédias (codage de données multimédia sous formes d'objets numériques)
- + plus grande interactivité → adapté au Web et aux périphériques mobiles

# STANDARDS ET NORMES VIDÉOS

## ✗ MPEG-7

- + standard visant une représentation standard des données audio et visuelles afin de rendre possible la recherche d'information
- + également intitulé Multimedia Content Description Interface.

## ✗ MPEG-21, en cours d'élaboration

- + destiné à standardiser la gestion de ces contenus, les droits d'accès, les droits d'auteurs, ... et à fournir un cadre de travail pour l'ensemble des acteurs du numériques (producteurs, consommateurs, ...)



# MPEG1

---

- **Objectif :**
  - compression des plans (redondance spatiale)
  - compression inter-plan (redondance temporelle)
- **Approche simple : généralisation du savoir-faire 2D**
  - traiter les plans successifs de manière indépendante
  - traiter la différence des plans successifs
- **Approche plus adaptée : tenir compte du mouvement**
  - estimer le mouvement entre 2 images successives
  - compenser le mouvement
  - traiter la différence des image  $i$  et image  $(i+1)$  compensée



# ESTIMATION DU MOUVEMENT PAR BLOC

- ✗ **Block Matching : recherche de blocs similaires**
  - + l'image instant  $i$  : image de référence
  - + pour chaque bloc (fils) de l'image instant  $(i+1)$ , recherche d'un bloc similaire (père) dans l'image  $i$ , autour de la position centrale du bloc fils
  - + ressemblance entre père et fils mesurée par une distance  $D$  ( $L_2$  ou  $L_1$ ) à minimiser
  - +  $V$  : vecteur de déplacement du bloc père

# ESTIMATION DU MOUVEMENT PAR BLOC

Image i

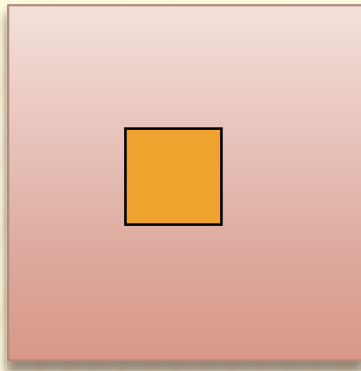
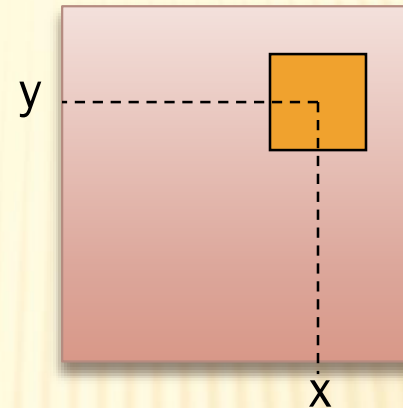
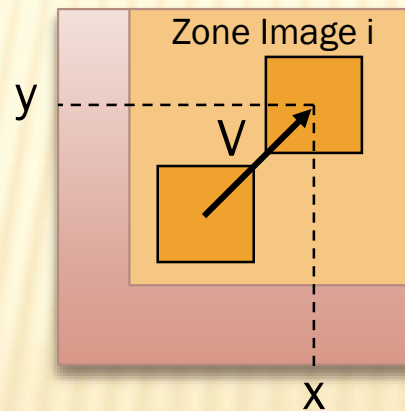


Image i+1



Zone de recherche  
dans l'image i  
autour de (x,y)



Distance minimale D  
Vecteur de déplacement  
du bloc père V

# ESTIMATION DU MOUVEMENT PAR BLOC

## ✗ exemple

trame n



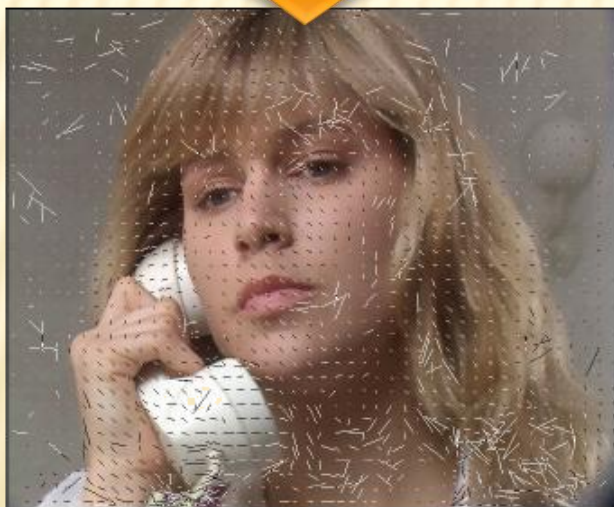
trame n+1



résidu



Vecteurs mouvement



Résidu avec compensation de mouvement



# BLOCK MATCHING : TYPES DE BLOC

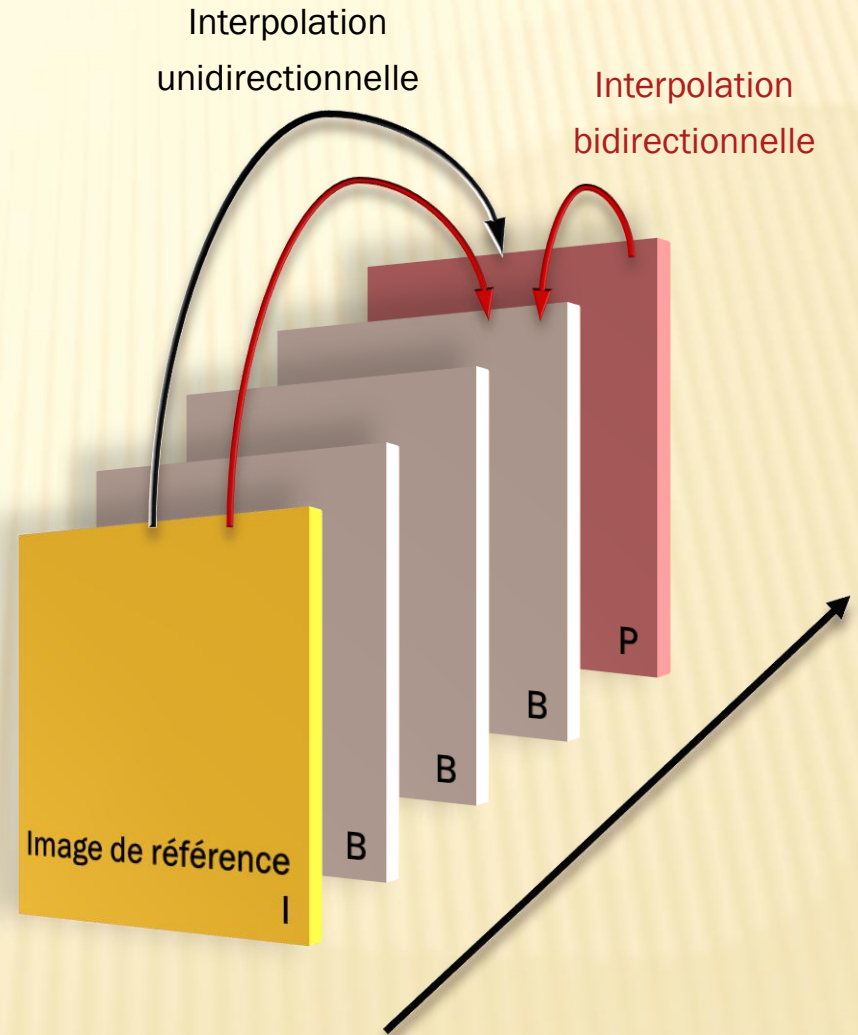
- **Bloc compensable**
  - D est inférieure à un seuil S, alors il y a ressemblance
  - On ne transmet que le vecteur V
- **Bloc non compensable**
  - D est supérieure au seuil S, alors ressemblance très faible (changement de luminosité, partie cachée) ou c'est un nouveau bloc
  - soit on transmet V et le bloc différence codé JPEG
  - soit on transmet comme un nouveau bloc codé JPEG



# MPEG1 : INTERPOLATION BIDIRECTIONNELLE

## + 3 types de trames

- × **I** : codage Interne  
→ codées séparément sans faire référence aux images précédentes
- × **P** : codage Prédictif  
→ décrites par différence avec les images précédentes
- × **B** : codage prédictif Bidirectionnel  
→ décrites par différence avec l'image précédente et l'image suivante

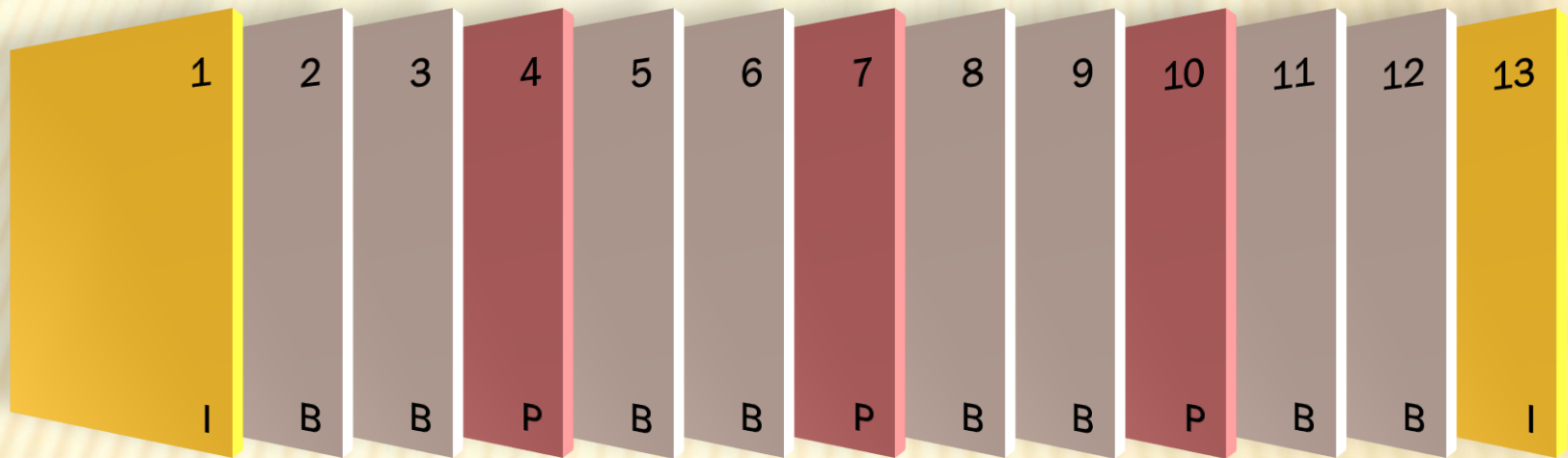




# GOP (Group Of Pictures) : EXEMPLE

Distance inter P :  $m=3$

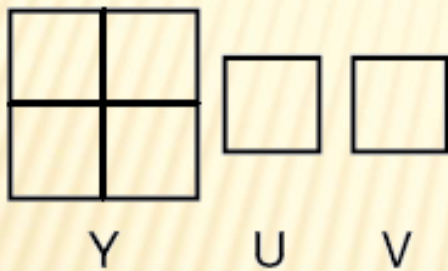
Distance inter I :  $n=12$



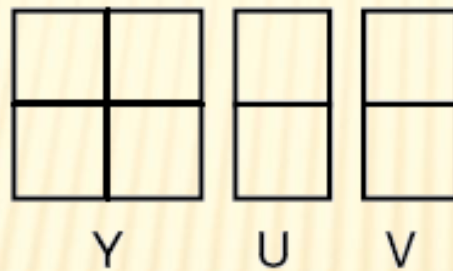
- ✗ 1 et 13 (I) sont complètes
- ✗ 4 est prédite à partir de 1 par différence, de même 7 est prédite à partir de 4
- ✗ 2 est interpolée à partir de 1 et 4, de même que 3
- ✗ Ordre de codage et décodage : 1 4 2 3 7 5 6 10 8 9 13 11 12 16 14 ...

# FORMATAGE DES DONNÉES : MACROBLOCS

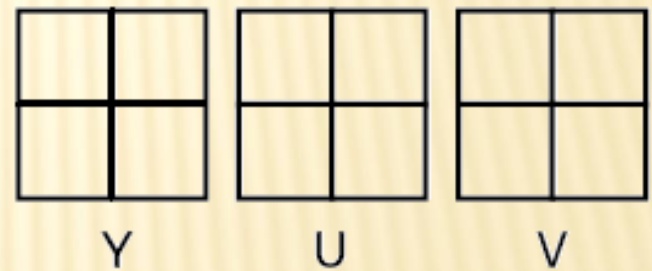
- + Image → rangées de 16 lignes de pixels
- + Rangée → macroblocs 16x16
- + Macrobloc → 4 blocs 8x8 pour Y  
1, 2 ou 4 blocs 8x8 pour U et V



Macrobloc 4 :2 :0

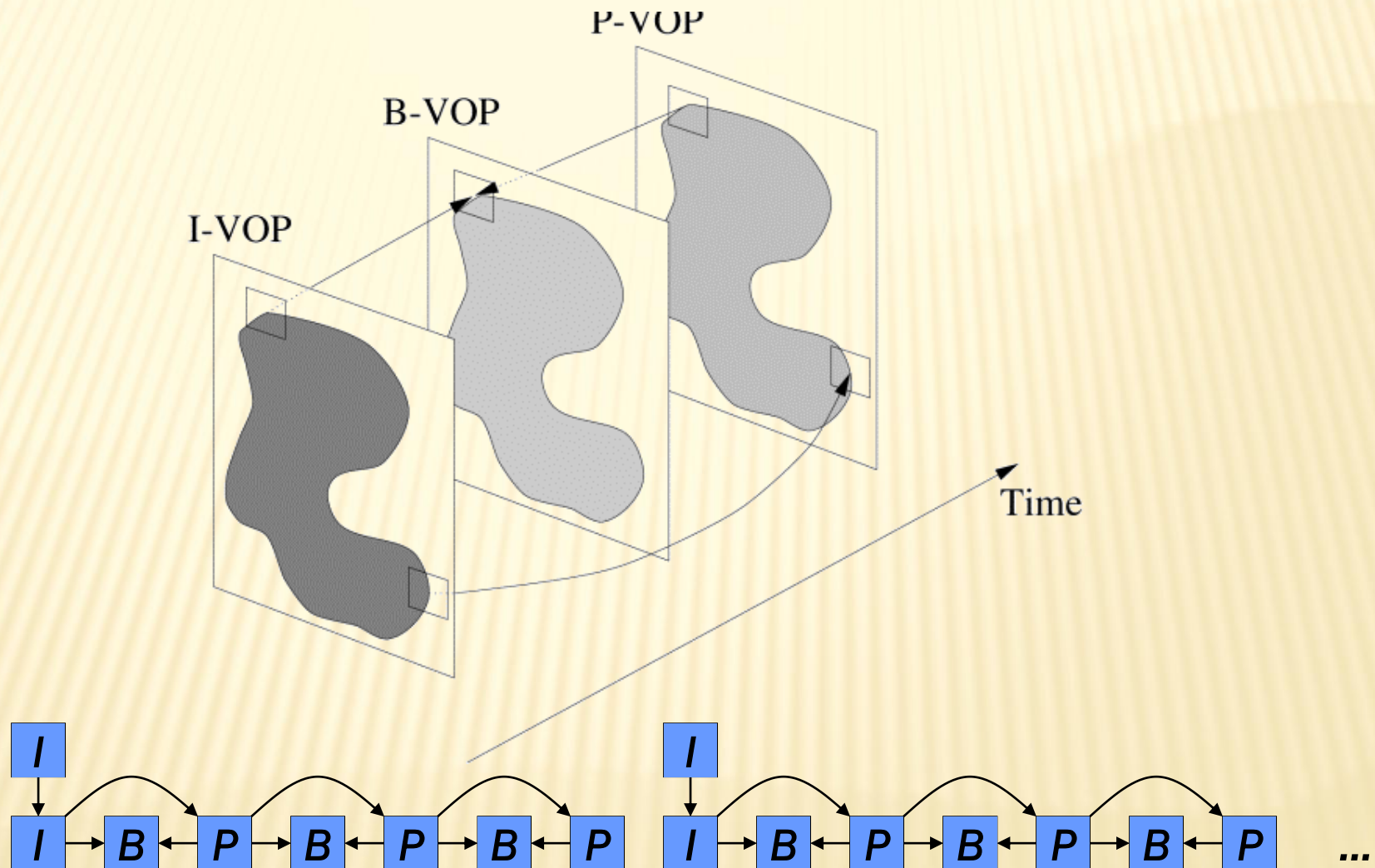


Macrobloc 4 :2 :2



Macrobloc 4 :4 :4

# INTERPOLATION BIDIRECTIONNELLE PAR BLOC



# MPEG1 : IMAGES I, P ET B

## × Images I

- + Images de référence
- + Elles servent de points de synchronisation
- + Elles sont codées en JPEG, codage **INTRA**
- + Il ne doit pas y avoir plus de 400 ms entre deux images I

## × Images P

- + Images prédites à partir d'une image I ou P → codage **INTER**
- + L'image erreur est codée par JPEG dérivé avec un fort taux de compression
- + Les vecteurs mouvement sont codés par DPCM
- + Le terme d'erreur est transformé par DCT
- + La quantification utilise un parcours zig-zag, RLE, Huffman
- + La table de quantification différente de celle des images I

## × Images B

- + Images prédites à partir de 2 images I et P, avec prédiction bidirectionnelle
- + Codage identique à l'image P



# MPEG1 : APPLICATIONS / DÉBITS

---

- **Applications**
  - enregistrement/lecture sur support numérique (DAT, CD-ROM)
  - VCR
- **Qualité souhaitée : cassette vidéo VHS**
- **Format d'image : SIF (quart d'image TV)**
- **Débits**
  - débit total : 1.5 Mbits/s
  - 1.25 Mbits/s vidéo
  - 32 à 384 kbits/s audio



# MPEG2 : APPLICATIONS / DÉBITS

## × Applications

- + TV numérique définition standard (satellite, câble, ...)
- + TVHD
- + DVD

## × Débits

- + TV numérique entre 3 (qualité TV analogique) et 10 Mbits/s
  - × luminance :  $720 \times (486 \text{ ou } 576 \text{ lignes})$
  - × chrominance :  $360 \times (486 \text{ ou } 576 \text{ lignes})$
  - × codage : 4:2:2
- + TVHD entre 10 et 15 Mbits/s (débit max. pour MPEG2)
- × Soutenu par le consortium DVB (Digital Video Broadcasting)

# DVB

---

- ✗ Les normes DVB sont définies par l'ETSI, the European Telecommunications Standards Institute.
- ✗ Le DVB a spécifié les normes pour les décodeurs :
  - + câble (DVB-C)
  - + satellite (DVB-S et DVB-S2 pour HDTV avec MPEG4-AVC)
  - + hertzien/terrestre (DVB-T)
  - + application portable (DVB-H, H pour « handheld »)
- ✗ **Spécifications**
  - + modulation de la porteuse (QPSK, 64-QAM, 256-QAM)
  - + protection contre les pertes (FEC, pour Forward Error Correction)
  - + codes correcteurs d'erreurs bit (e.g. algorithme de Viterbi, Reed-Solomon).

# MPEG2 : MPEG1 amélioré

---

## ✗ Les plus de MPEG2 :

- + Prise en compte de signaux d'entrée entrelacés
- + scalabilité → codage hiérarchique : contrôle de flux pour permettre au client d'ajuster le flux vidéo à sa configuration (en débit et en qualité)
  - ✗ temporel : en jouant sur le nombre des images
  - ✗ spatial : en jouant sur la taille des images
  - ✗ qualité : en jouant sur le pas de quantification
  - ✗ hiérarchie des coefficients DCT : on envoie d'abord les BF, puis les HF
- + adaptation aux différents types d'applications
  - ✗ niveau : fréquence image, taille image, nombre de pixels ligne,...

# NORMES ITU-T

---

- ✗ Norme H.261 (1990) : vidéoconférence
- ✗ Common Intermediate Format (CIF) :
  - $Y = 352 \times 288$ ,  $Cb/Cr = 176 \times 144$
  - codage : 4:2:2
  - qualité vidéoconférence
- Quarter Common Intermediate Format (QCIF) :
  - $Y = 176 \times 144$ ,  $Cb/Cr = 88 \times 72$
  - codage : 4:2:2
  - qualité vidéophone



# NORMES ITU-T

---

- ✗ Norme H.261 : vidéoconférence
- ✗  $p \leq 64$  kbits par sec. ( $p = 1$  à  $30$ )
- Méthode de compression :
  - Image de référence : codée par JPEG
  - Images suivantes : par prédiction : l'erreur est codée par JPEG dérivée
  - pas de recommandation pour le rafraîchissement
- Norme H.263 (1995) :
  - basée sur H.261; améliore certains points comme la prédiction
  - vise les applications visiophone
- Norme H.264 (2002) :
  - basée sur H.261 ; objectif : très bas débit, terminaux mobiles
  - couche codage vidéo
  - couche d'abstraction de réseau (NAL) avec des entêtes adaptées aux couches de transport)



# VIDÉO : BANDES PASSANTES

<i>Qualité</i>	<i>Technique</i>	<i>Bande passante en Mbps</i>
HDTV (1920x1080/60)	non compressé	2000
HDTV	MPEG-2	25 à 34
Studio TV	non compressé	166
Studio TV	MPEG-2	3 à 6
TV Broadcast	MPEG-2	2 à 4
VCR	MPEG-1	1.2
Vidéo-conférence	H.261	0.1

# EXEMPLES AVEC H.263



Séquence "car-phone"  
30 im/s ; 9124 kbps



10 im/s ; 105 kbps  
T=29 ; PSNR=36 dB

# EXEMPLES AVEC H.263



Séquence "car-phone"  
30 im/s ; 9124 kbps



10 im/s ; 22 kbps  
T=139 ; PSNR=29.8 dB



# COMPARAISON DE CODEURS VIDÉO

Original



H.263 baseline (33 dB)



H.263+ (33.5 dB)



MPEG-4 core (33.5 dB)



H.264 (42 dB)



**Vidéo Foreman (QCIF, 30 fps, 100 kbit/s)**

# MPEG-4

---

## ✖ Objectifs

- + Amélioration du débit
  - bas débit : téléphonie mobile
  - Haut débit : production vidéo haute définition, ...
- + Indépendance vis-à vis des réseaux de transmission
- + Accès direct aux données
- + Interactivité (jeux interactifs en réseaux, ...)
- + Streaming audio et vidéo (diffusion à la demande)

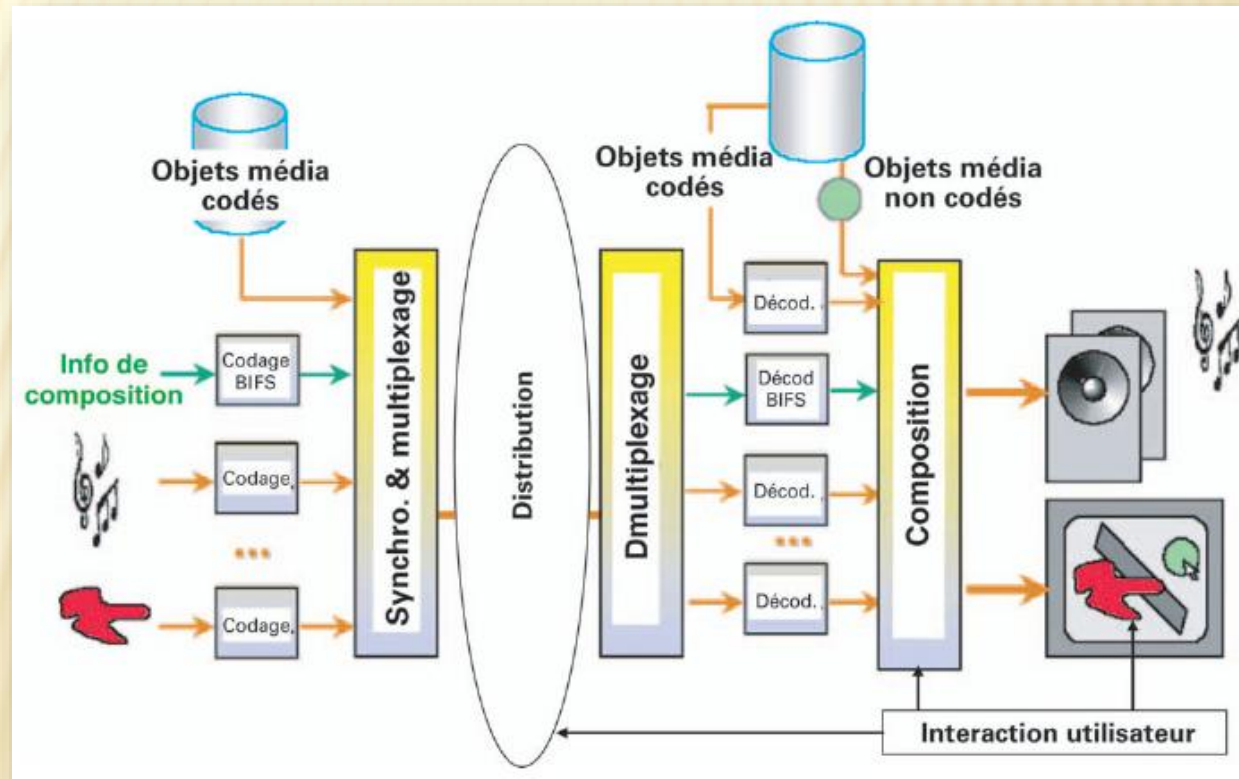
## ✖ Applications

- + Diffusion TV et TVHD (TNT, cable, satellite, ADSL), programmes à la demande
- + vidéoconférence
- + Services vidéo vers les mobiles 3G (actualités, bourse, météo, ...)
- + Application graphiques interactives (jeux en réseau)
- + Distribution sur supports optiques (DVD, Blue ray Disc)



# MPEG-4

- ✗ Représentation des contenus par des « objets media »
- ✗ Description de l'assemblage de ces objets pour former des scènes
- ✗ Multiplexage et synchronisation des objets
- ✗ Interactivité côté terminal



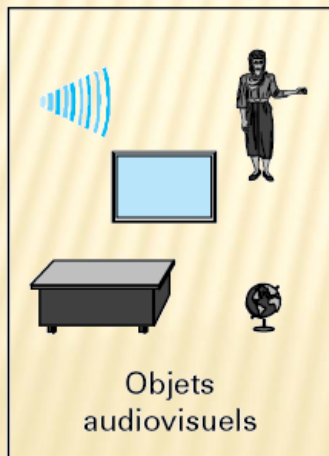
# OBJETS MEDIA

## ✖ Scène → organisation hiérarchique

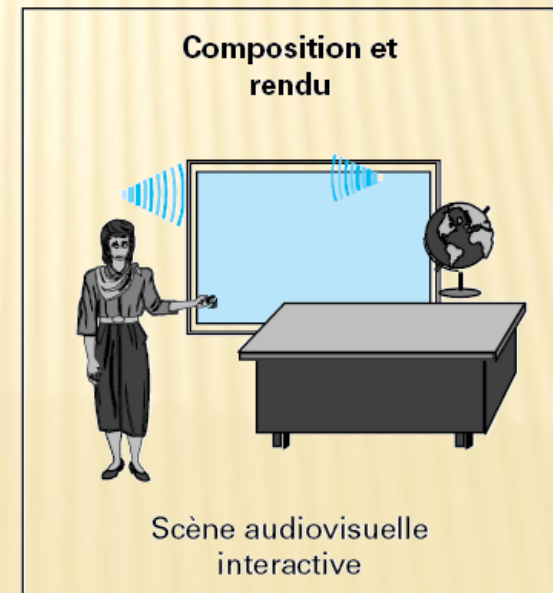
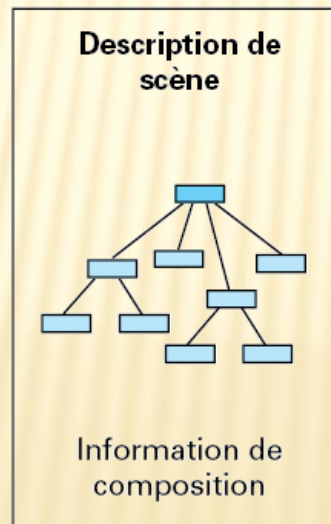
- + Image fixes (fonds,...)
- + Objets vidéos animés
- + Objets audio (voix, musique,...)

## ✖ Objets primitifs normalisés

- + Textes et graphiques
- + Têtes parlantes
- + Corps animés
- + Sons de synthèses



+



## Objet graphique

### Dimension spatiale

- Visuelle : Forme, Taille, Orientation, Texture, Mouvement, ...
- Sonore : hauteur, timbre, ...

### Dimension temporelle

- Début d'apparition, Durée de présence

# OBJETS MEDIA

## ✗ Composition

### → Description normalisée de la scène : BIFS (Binary Format for Scenes)

- + Placement des objets
- + Transformation → changement d'apparence géométrique ou acoustique
- + Groupement d'objets media primitifs en d'objets media composites
- + Modification d'attributs
- + Paramètres d'animation
- + Changement interactif de point de vue

Codage visuel		Codage audio
Naturel	<b>Vidéo rectangulaire</b> Outils <i>Simple Profile</i> Outils <i>Advances Simple. P</i> AVC / H.264  <b>Scalabilité Vidéo</b>  <b>Objets vidéo</b> Mosaïque ( <i>sprite</i> ) Forme Texture / Images fixes	<b>Codecs audio</b> AAC HE-AAC BSAC TwinVQ HILN  <b>"Scalabilité" Audio</b>  <b>Codecs parole</b> CELP HVXC
	<b>De synthèse</b>  <b>Graphismes (SNHC)</b> Graphismes 2-D Graphismes 3-D VRLM Animation visage Animation corps	<b>Audio de synthèse</b> Texte à Parole (TTS) Structured Audio  <b>Rendu Audio</b>
Description des objets (OD) Description de scène (BIFS / XMT)		
Gestion et protection des droits (IPMP/ DRM)		
Format de fichier (MP4)		
Transport des données (Sync - DMIF - Multiplex)		
Interactivité (MPEG-J, JavaScript / Upstream)		

Boîte à outils MPEG-4

# PROFILS ET NIVEAUX

---

## ✖ Profils

spécification des outils MPEG-4 pour certaines classes d'applications

- + Profils visuels → types d'objets visuels pouvant être utilisés
- + Profils audio → types d'objets sonores
- + Profils graphiques → éléments graphiques autorisés
- + Profils de graphes de scènes → fonctions de composition autorisées (2D, 3D, translation, rotation, ...)
- + Profils de descripteurs d'objets → capacité de la couche de synchronisation et des outils du descripteur d'objets

## ✖ Niveaux

→ contraintes de débit, échantillonnage, mémoire, etc. pour chaque profil



# CODEUR VIDEO MPEG-4

## ✗ 3 types de VOP ( Video Object Plane)

- + I-VOP : codage INTRA, sans compensation de mouvement
- + P-VOP : prédiction à partir des derniers I-VOP ou P-VOP
- + B-VOP : prédiction bidirectionnelle à partir des I-VOP ou P-VOP antérieurs ou postérieurs

## ✗ Compensation de mouvement

- + Locale (précision  $\frac{1}{2}$  et  $\frac{1}{4}$  de pixel)
  - ✗ 1 MV : 1 vecteur mouvement par macro-bloc
  - ✗ 4 MV : 4 vecteurs mouvement par macro-bloc

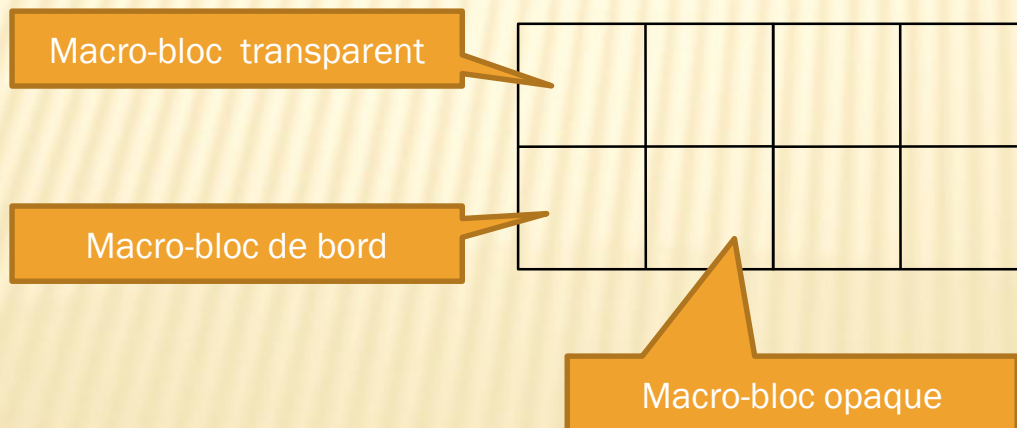
codage prédictif des vecteurs mouvement à partir de ceux des blocs adjacents. Codage de l'erreur de prédiction des vecteurs par VLC

- + Globale (GMC : Global Motion Compensation)

les vecteurs dont le déplacement est cohérent avec le mouvement global ne sont pas spécifiés

# CODAGE DES OBJETS NON RECTANGULAIRES

- ✗ **Codage de la forme par un masque (alpha mask)**
  - + binaire → support de l'objet
  - + en niveaux de gris → effets de montage avec transparence
- ✗ **Codage du contenu**
  - + Macro-blocs opaques
  - + transparents
  - + de bord → remplissage des pixels transparents par extrapolation pour ne pas induire de coefficients DCT élevés



# CODAGE ADAPTATIF

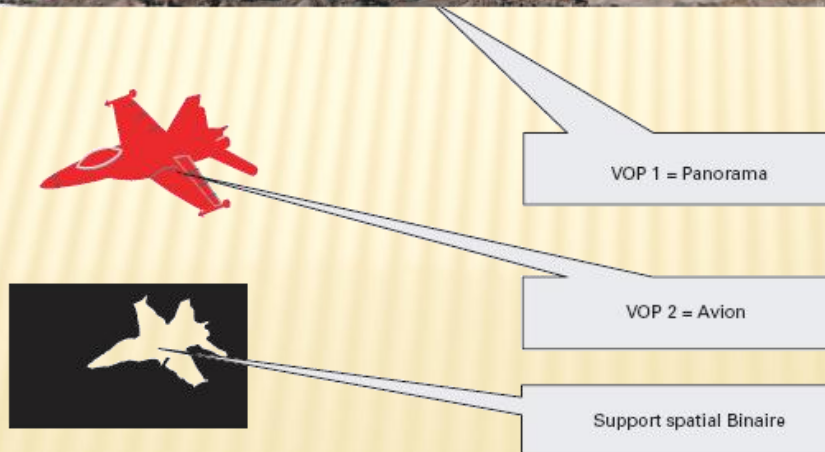
---

## ✗ Couches VOL (Video Object Layers)

- + Couche de base : image en qualité réduite
- + Couche d'amélioration : détails
- scalabilité temporelle : sous-échantillonnage temporel
- scalabilité spatiale: sous-échantillonnage spatial
- scalabilité qualitative (SNR): codage des coefficients DCT par plans de bits en commençant par les poids forts

# CODAGE PAR MOSAÏQUE

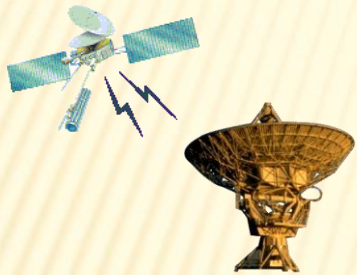
- ✗ Image d'arrière plan
  - transmise une fois en début de séquence
- ✗ Objet , support binaire et paramètres de taille position, orientation
- ✗ Paramètres de mouvement
  - La scène est recrée au décodage





# Applications

DMB  
Multimedia Service



Broadcast

NAL gives VCL network independent interface

Mpeg-2  
systems

H.320,  
H.324/M



Mobile  
Communication

RTP  
payload

Content  
Server



Link



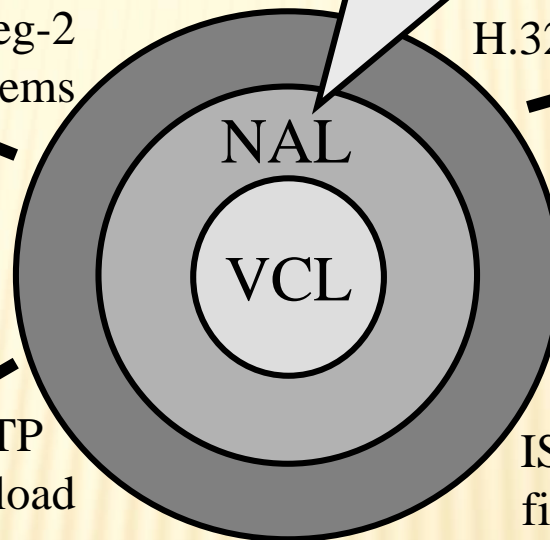
Internet

Streaming

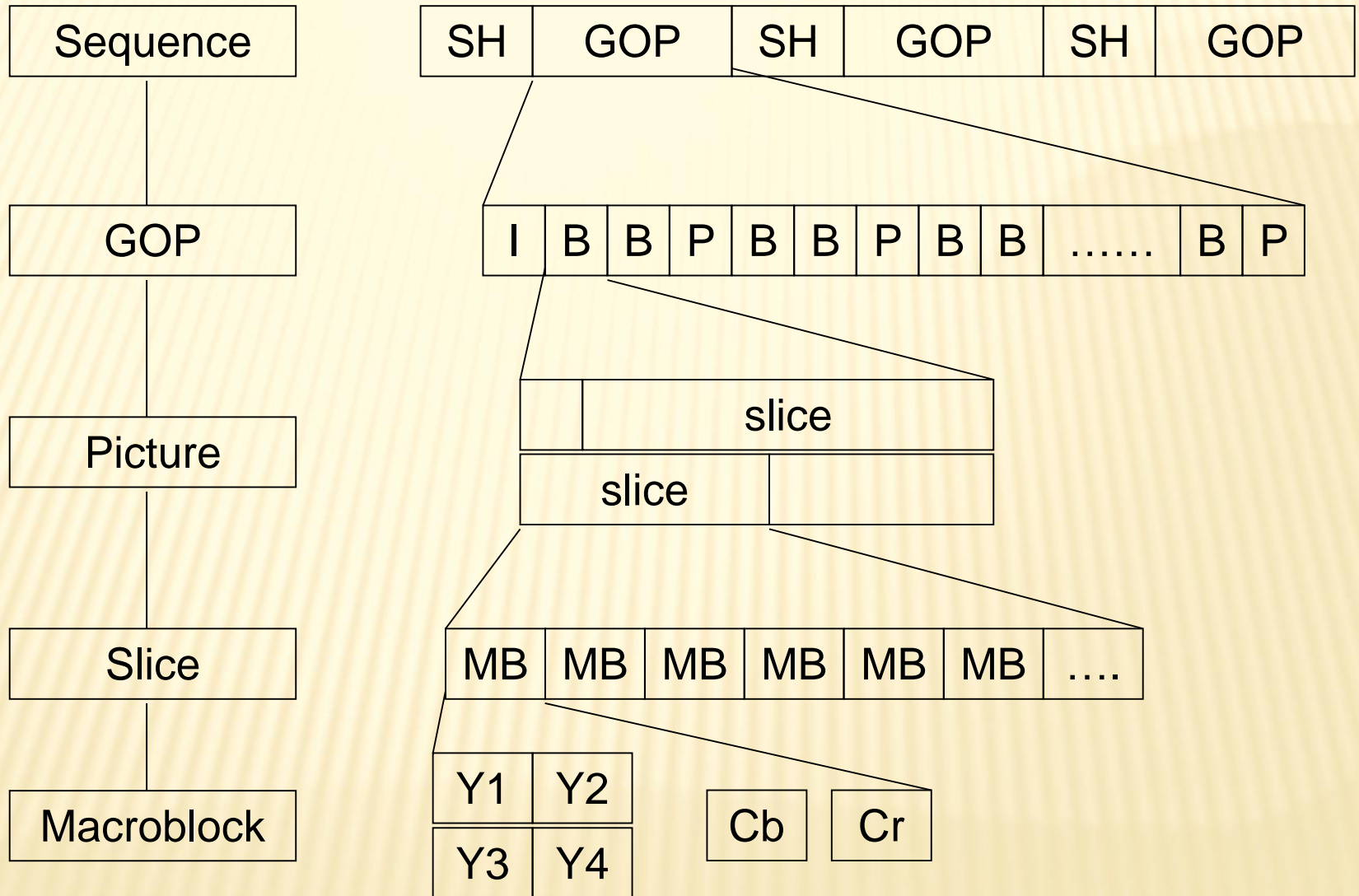
ISO media  
file format  
encapsulation



Storage



# Structure de données



The diagram illustrates the H.264 video coding process, showing the flow from input signal to output stream, including encoding and decoding paths, and a callout for sub-pixel motion estimation.

**Encoding Path (Top):**

- Signal Video d'entrée** (Input Video Signal) is processed into **découpage en Macroblocks 16x16 pixels** (split into 16x16 pixel macroblocks).
- The macroblocks are combined with **Contrôle du Codeur** (Encoder Control) and passed to a summation node (+).
- The result is processed by **Transform/Scal./Quant.** (Transform/Scaling/Quantization).
- The output is **Coeffs Transf. Quant** (Transformed and Quantized Coefficients), which are sent to the **Codeur entropique** (Entropy Encoder) for output.
- Données contrôle** (Control Data) are also sent from the encoder control block to the entropy encoder.

**Decoding Path (Bottom):**

- The **Codeur entropique** outputs data to the **Decoder**.
- The **Decoder** outputs to **Transform Scaling & Inv.** (Transform Scaling and Inverse).
- The result is combined with **Prediction Intra-frame** at a summation node (+).
- The output is processed by **Filtre De-blocking** (De-blocking Filter).
- The result is then processed by **Compensation Mouvement** (Motion Compensation).
- The **Compensation Mouvement** block uses **Estimation Mouvement** (Motion Estimation) and **Multiple Tables de Recherche Variable** (Multiple Variable Search Tables) to find the best motion vector.
- The final output is the reconstructed video signal.

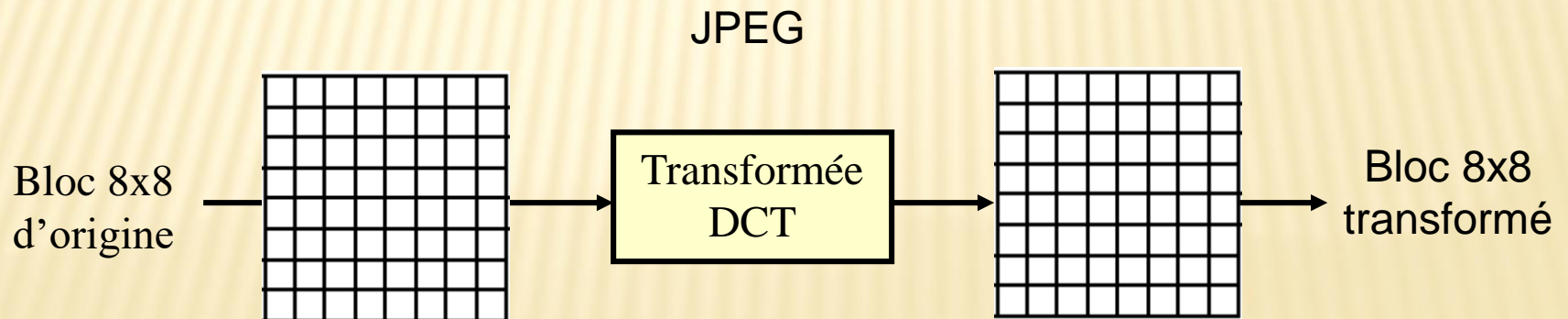
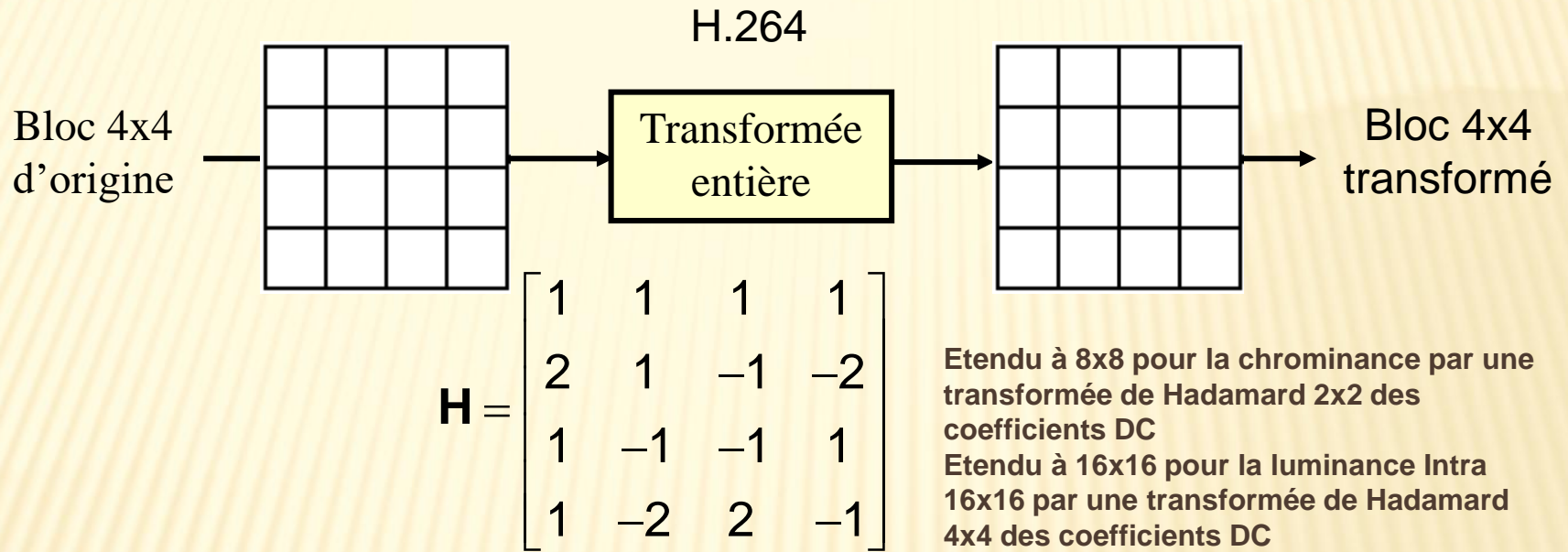
**Nouveautés de H.264 (H.264 New Features):**

- Highlighted in blue, this section points to the **Prediction Intra-frame** and **Filtre De-blocking** blocks.

**Multiple Tables de Recherche Variable (Multiple Variable Search Tables):**

- Highlighted in red, this section shows a grid of search areas for motion estimation.
- It includes a **précision de 1/4-pixel** (1/4-pixel precision) callout, indicating the sub-pixel accuracy of the motion estimation process.

# Transformation





# Filtre de suppression d'effet de bloc

- ✗ “Deblocking Filter”
  - + Artefacts d'effet de bloc importants
    - ✗ transformation 4\*4 transforms et utilisation de compensation de mouvement
  - + Gain de l'ordre de 6~9% en débit
  - + Améliore la qualité subjective et le rapport signal sur bruit de l'image décodée



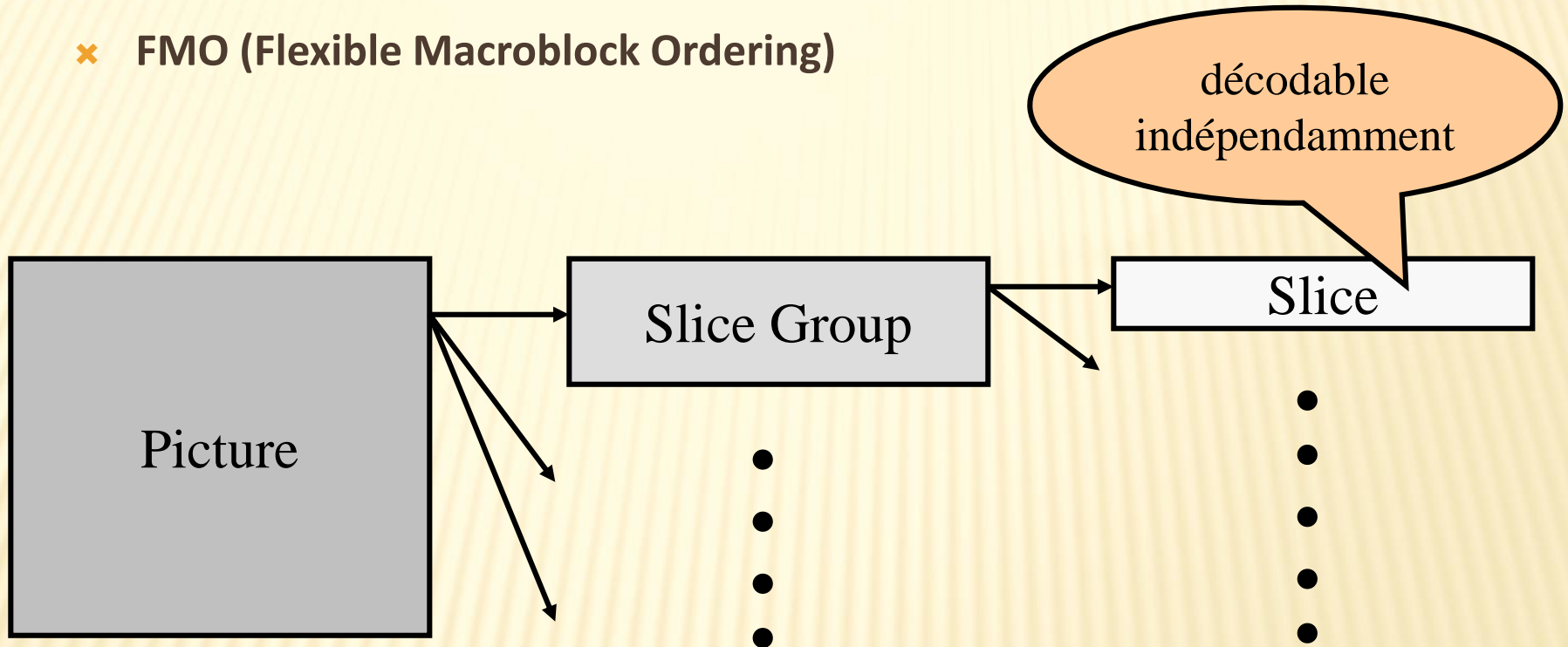
Sans filtrage



Avec “Deblocking Filter”

# Utilisation de « slice »

## ✗ FMO (Flexible Macroblock Ordering)



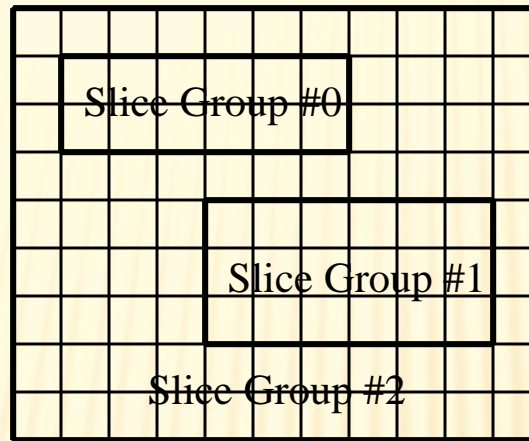
Utilisation de Slice (FMO)

→ améliore la robustesse à la perte de données

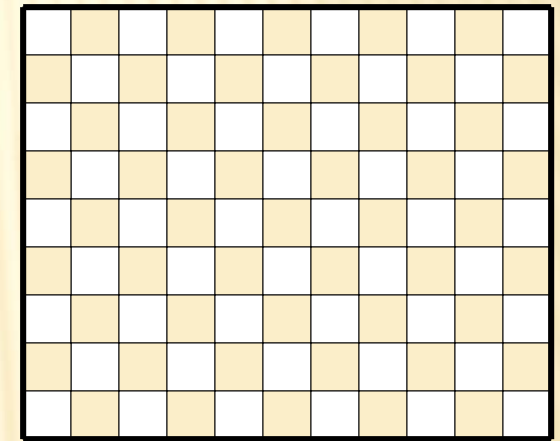
# Utilisation de « slice »



Découpage d'une image  
en "slices"  
sans utilisation de FMO



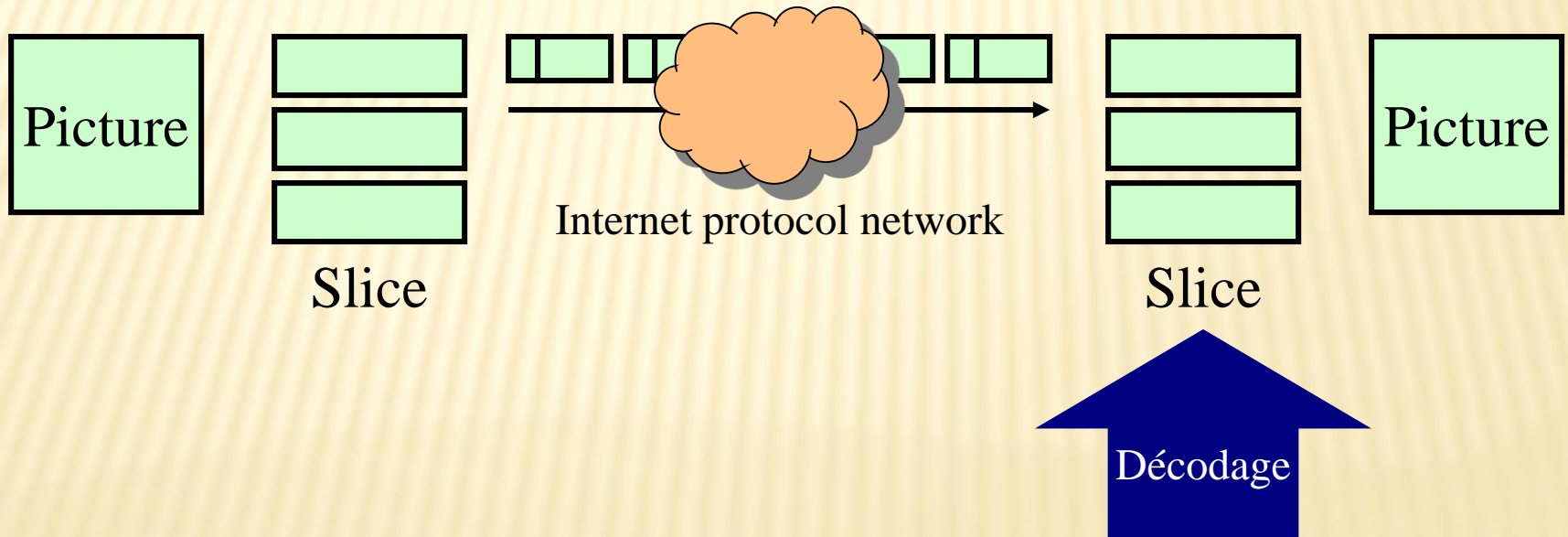
Découpage d'une image en "slices"  
avec utilisation de FMO



 Slice Group #0  
 Slice Group #1

# Utilisation de « slice »

- ✗ ASO (Arbitrary Slice Ordering)
  - + décodable indépendamment (améliore la résistance aux pertes)
    - ✗ permet l'envoi et la réception d'une **slice dans un ordre quelconque**
    - ✗ Améliore **le délai de bout-en-bout** dans des applications temps-réel



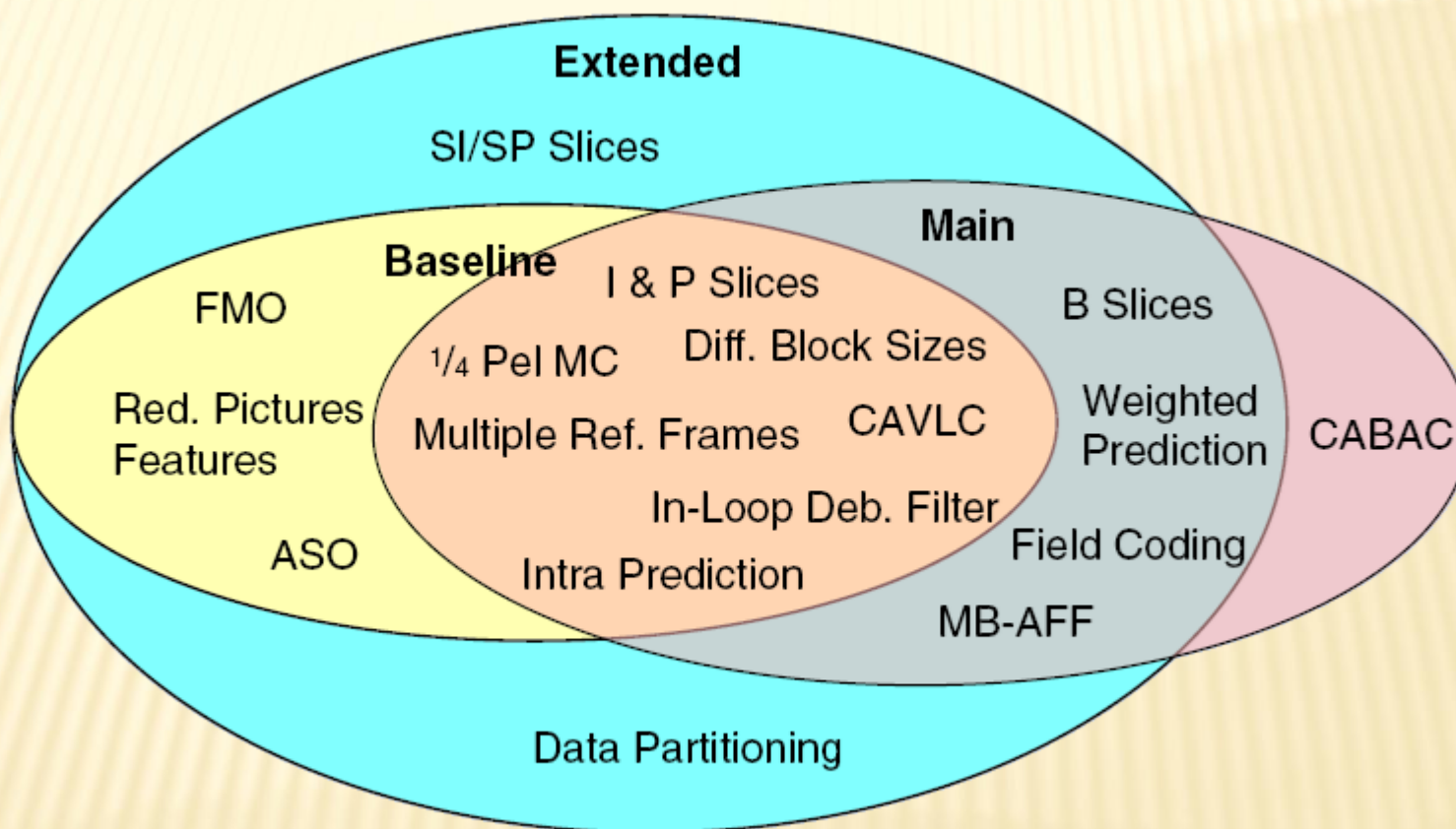


# Codeurs arithmétiques

---

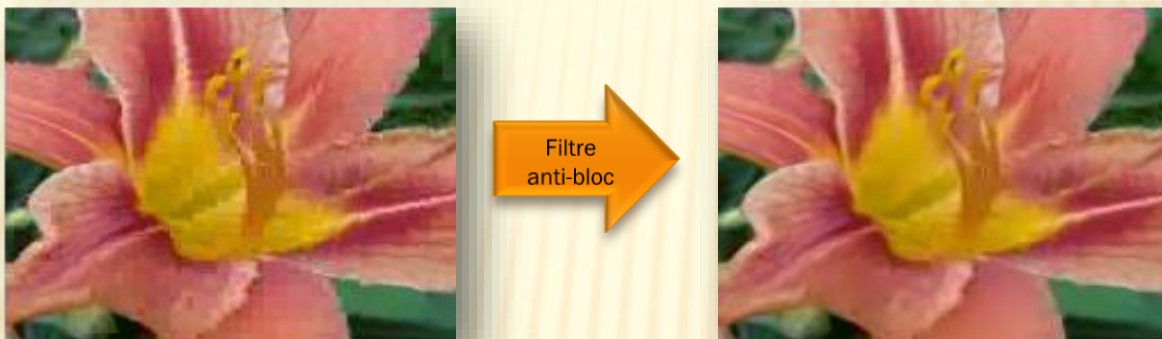
- ✖ **CAVLC (Context Adaptive Variable Length Coding)**
  - + **Codeur entropique dynamique pour le codage des résidus (profil de base)**
- ✖ **CABAC (Context Adaptive Binary Arithmetic Codes)**
  - + **Codeur entropique binaire à contexte variable :  
gain de 5 à 15% par rapport à CAVLC**

# Profiles

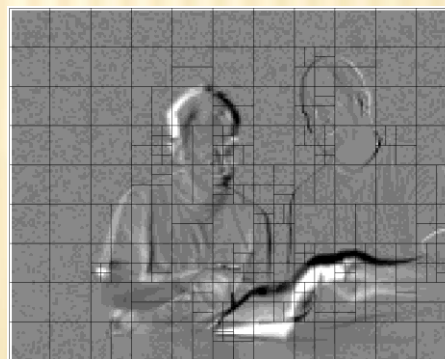
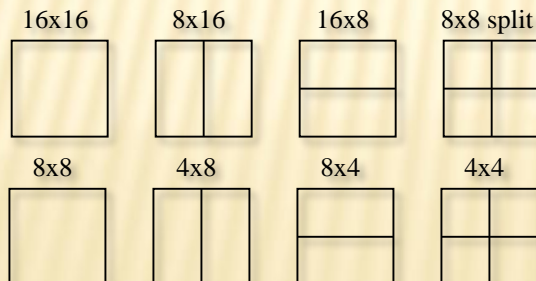


# MPEG4-AVC (MPEG4-PART10, H264, H264/AVC)

- ✗ Normalisé en 2003
- ✗ Gain en qualité et en débit
  - + Filtre anti-bloc dans la boucle de codage
    - ✗ Améliore la qualité subjective et le rapport signal sur bruit de l'image décodée
    - ✗ gain en débit de 6 à 9%

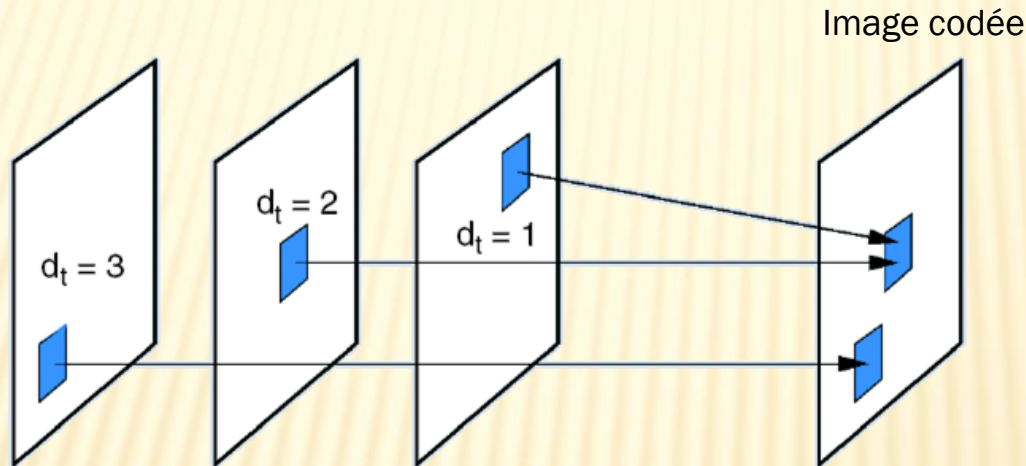


- + Taille de blocs variable pour la compensation de mouvement



# MPEG4-AVC (MPEG4-PART10, H264, H264/AVC)

- + Prédiction spatiale directionnelle pour le codage INTRA
- + Utilisation d'images référence multiples
  - × Poids variables
  - × Pas de direction temporelle
  - × Peut utiliser une "slice" de référence

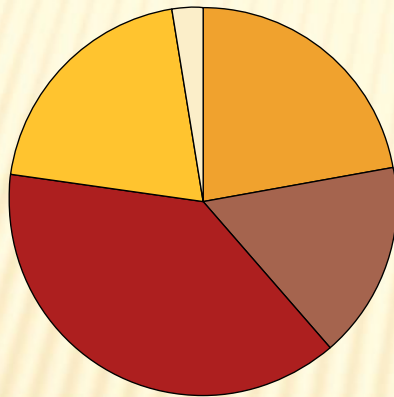




# MPEG4-AVC (MPEG4-PART10, H264, H264/AVC)

✗ Complexité accrue !

✗ Utilisation du processeur :



■ CABAC Arithmetic Decoding

■ State Machine, Transform and Quantisation

■ Prediction and Reconstruction

■ Loop Filter

□ Decoding Headers