

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Université des Sciences et de la Technologie  
**HOUARI BOUMEDIENE**

B. P. 32, El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, ALGER

Téléphone/Fax: +213 21 24 76 07



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي  
والبحوث العلمي

**جامعة هواري بومدين  
للعلوم والتكنولوجيا**

ص. ب. 32، العالبا، 16111، باب الزوار، الجزائر

الهاتف / الفاكس : +213 21 24 76 07

# ***Cours: SYSTEMES MULTIMEDIA***

## ***Master RSD, 2014/2015***

Prof. Slimane Larabi

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

**4.1 Définition d'une vidéo numérique**

**4.2 Représentation d'une séquence vidéo**

**4.3 Compression de la vidéo numérique**

**4.4 Formats de la vidéo**

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.1 Définition d'une vidéo numérique

Une vidéo est une succession d'images à une certaine cadence. L'oeil humain est capable de distinguer environ 20 images par seconde.

Avec la cadence (20 images par seconde), il est possible de tromper l'œil et de lui faire croire à une image animée.

On caractérise la fluidité (vitesse) d'une vidéo par le nombre d'images par secondes (en anglais *frame rate*), exprimé en *FPS* (*Frames per second*, en français *trames par seconde*).

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.1 Définition d'une vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.1 Définition d'une vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.1 Définition d'une vidéo numérique



seq video.avi

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.2 Représentation d'une séquence vidéo

Une séquence vidéo brute est une suite d'images fixes, qui peut être caractérisée par trois principaux paramètres :

- **Résolution en luminance,**
- **Résolution spatiale**
- **Résolution temporelle.**

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.2 Représentation d'une séquence vidéo

### La résolution en luminance

détermine le nombre de nuances ou de couleurs possibles pour un pixel. Celle-ci est généralement de 8 bits pour les niveaux de gris et de 24 bits pour les séquences en couleurs.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.2 Représentation d'une séquence vidéo

La **résolution spatiale** définit le nombre de lignes et de colonnes de la matrice de pixels.

La **résolution temporelle** est le nombre d'images par seconde.

La valeur de ces trois paramètres détermine l'espace mémoire nécessaire pour stocker séquence vidéo.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.2 Représentation d'une séquence vidéo

### **Exemple :**

Séquence de durée (1sec), résolution de 720 par 576 pixels, un codage des couleurs sur 24 bits, et une fréquence de 25 images par seconde

Débit requis= 31 MO/s (mégabits par seconde).

Le débit d'une séquence vidéo brute est très élevé comparé aux débits et à l'espace offert par les moyens de stockage et de transferts actuels.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

Pour réduire la quantité d'informations relatives à une vidéo, il faudra compresser : bit rate reduction.

**Méthodes simples de réduction** : (pas suffisantes)

- Réduction de la taille de l'image
- Réduction du nombre d'images par seconde

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **Méthodes avancées :**

- Une image contient beaucoup d'informations redondantes.
- L'œil humain est moins sensible à la couleur qu'à la luminance de l'image. Il est possible donc de réduire l'information de chrominance sans que l'œil se rende compte.

**Résultat :** Dissocier l'information chrominance, luminance

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

**Techniques de compression :**

- **Compression intra-trame** : Prise en compte de la similarité dans les zones de la même image.
- **Compression inter-frames** : Prise en compte de la similitude d'une image et celles qui l'entoure dans la séquence (précédente, suivante), on ne tiendra en compte que la différence en elles.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

**Les codecs :**

Codec : **Compression-Decompression**

C'est un logiciel fourni avec le matériel ou logiciel, ayant pour rôles :

- Affichage
- Capture et conversion Analogique-Numérique

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **Format YUV 4 :1 :1**

L'œil humain étant plus sensible aux variations de luminance que de chrominance, on utilise l'espace de représentation de couleurs YUV, en sous-échantillonnant les composantes U et V.

**Y** représente la luminance, **U** et **V** les composantes Rouge et Bleu (chrominances).

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **Le format YUV 4 :1 :1**

Ces 3 informations permettent de restituer les composantes RGB.

Dans le format YUV 4 :1 :1, les composantes de chrominance sont réduits à la moitié de la résolution verticale et horizontale, soit 4 composantes de luminance pour une composante U, et une composante V

Ce sous-échantillonnage correspond à une réduction de la redondance psycho-visuelle.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

Le signal YUV est créé depuis une source RGB (rouge, vert et bleu).

Les valeurs de R, G et B sont additionnées selon leur poids relatif pour obtenir le signal Y.

Ce dernier représente la luminance de la source.

Le signal U est obtenu en soustrayant le Y du signal bleu d'origine.

Le signal V est obtenu en soustrayant Y du signal rouge.  
de RVB à YUV :

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

De RVB à YUV :

$$Y = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot V + 0,114 \cdot B$$

$$U = 0,492 \cdot (B - Y) = -0,147 \cdot R - 0,289 \cdot V + 0,436 \cdot B$$

$$V = 0,877 \cdot (R - Y) = 0,615 \cdot R - 0,515 \cdot V - 0,100 \cdot B$$

De YUV à RVB :

$$R = Y + 1,140 \cdot V$$

$$G = Y - 0,395 \cdot U - 0,581 \cdot V$$

$$B = Y + 2,032 \cdot U$$

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



Image initiale, Composante R, V, B

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



Composante Y, U, V

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **La compression spatiale**

Elle utilise sur les images la technique propre à la norme JPEG:

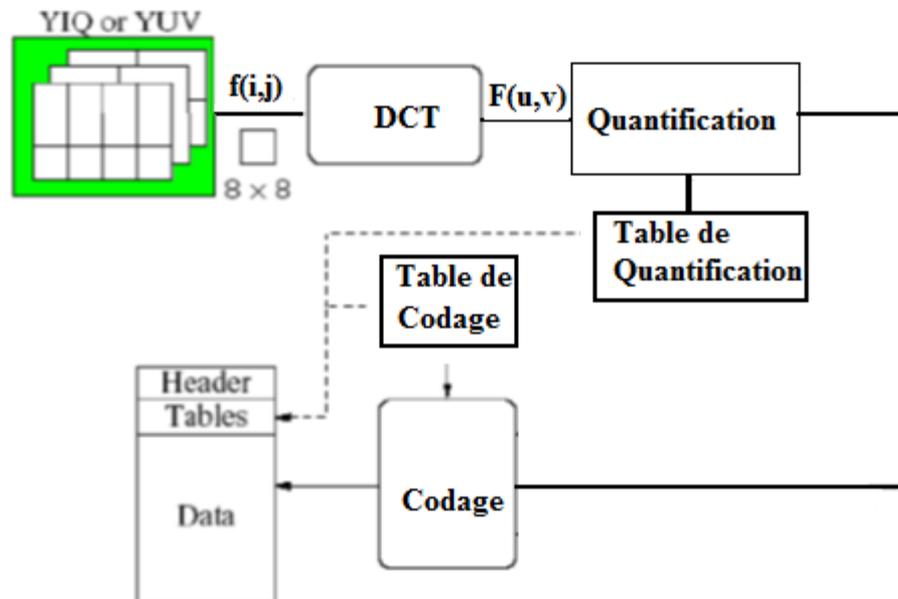
Divise la vidéo en frames et applique la compression JPEG sur chaque image (JPEG motion)

Ne prend pas en considération la corrélation qui existe entre les différentes frames

La redondance temporelle n'est pas prise en compte  
Simple et facile à implémenter

# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

4.

L



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **La compression temporelle**

*Exploitation de la redondance temporelle entre frames adjacentes dans une vidéo mais non identiques*

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **La compression temporelle**

#### **La compression par compensation de mouvement**

Elle consiste à :

La vidéo est en réalité un fond statique (background) et un ensemble de d'objets en mouvement (foreground)

- Coder la première frame en JPEG et l'utiliser comme référence
- Diviser la prochaine frame en blocs et comparer chacun d'eux avec le bloc correspondant dans la frame de référence.
- Coder les différences entre les blocs
- Continuer avec les autres frames

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



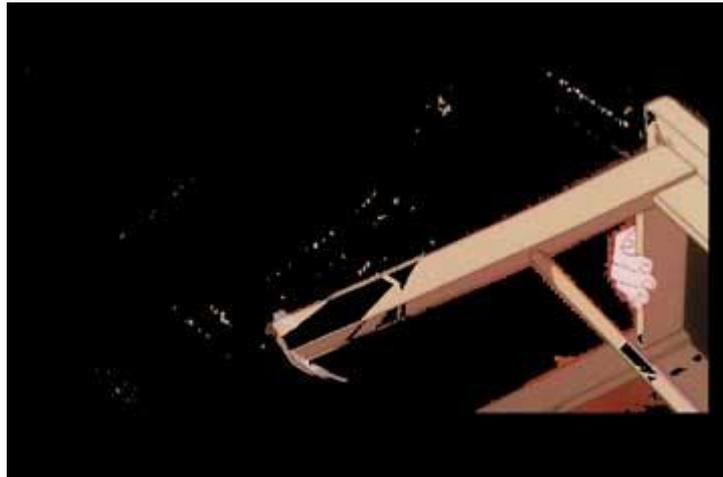
# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

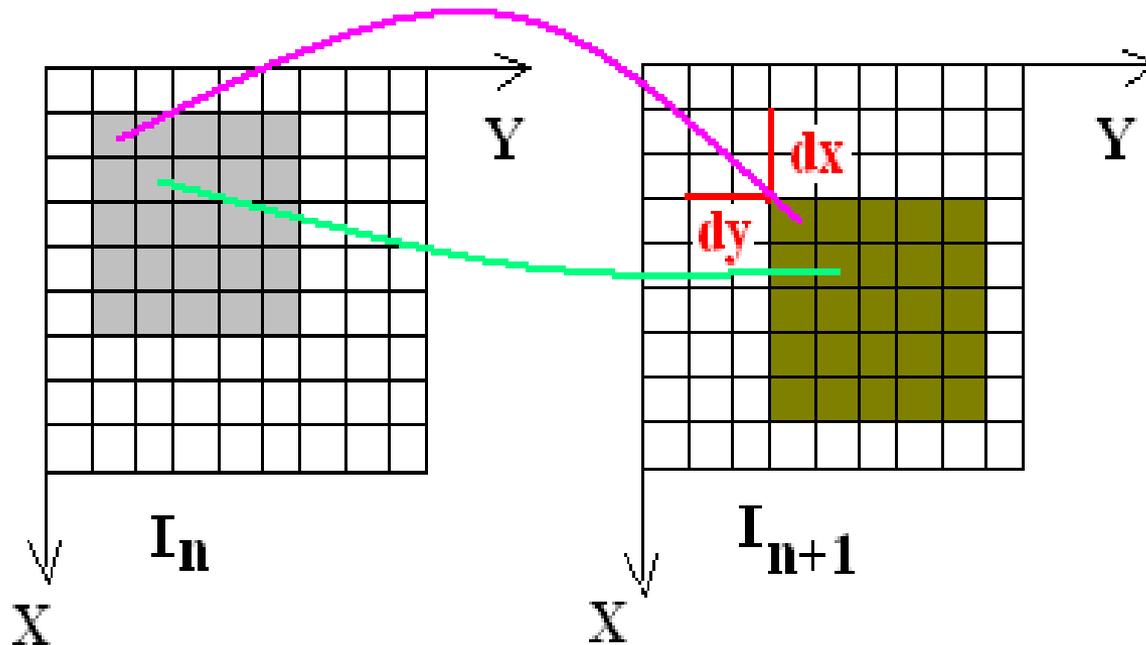
### Comment comparer les blocs ? (Blocs Matching)

- Trouver les blocs entre les frames **n+1** et **n** ayant les intensités très proches
- Utiliser entre les blocs l'erreur moyenne quadratique (Mean Square Error):

$$\text{MSE} = \left( \frac{1}{N \times M} \right) \sum_{x,y} (I_{n+1}(x + dx, y + dy) - I_n(x, y))^2$$

# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

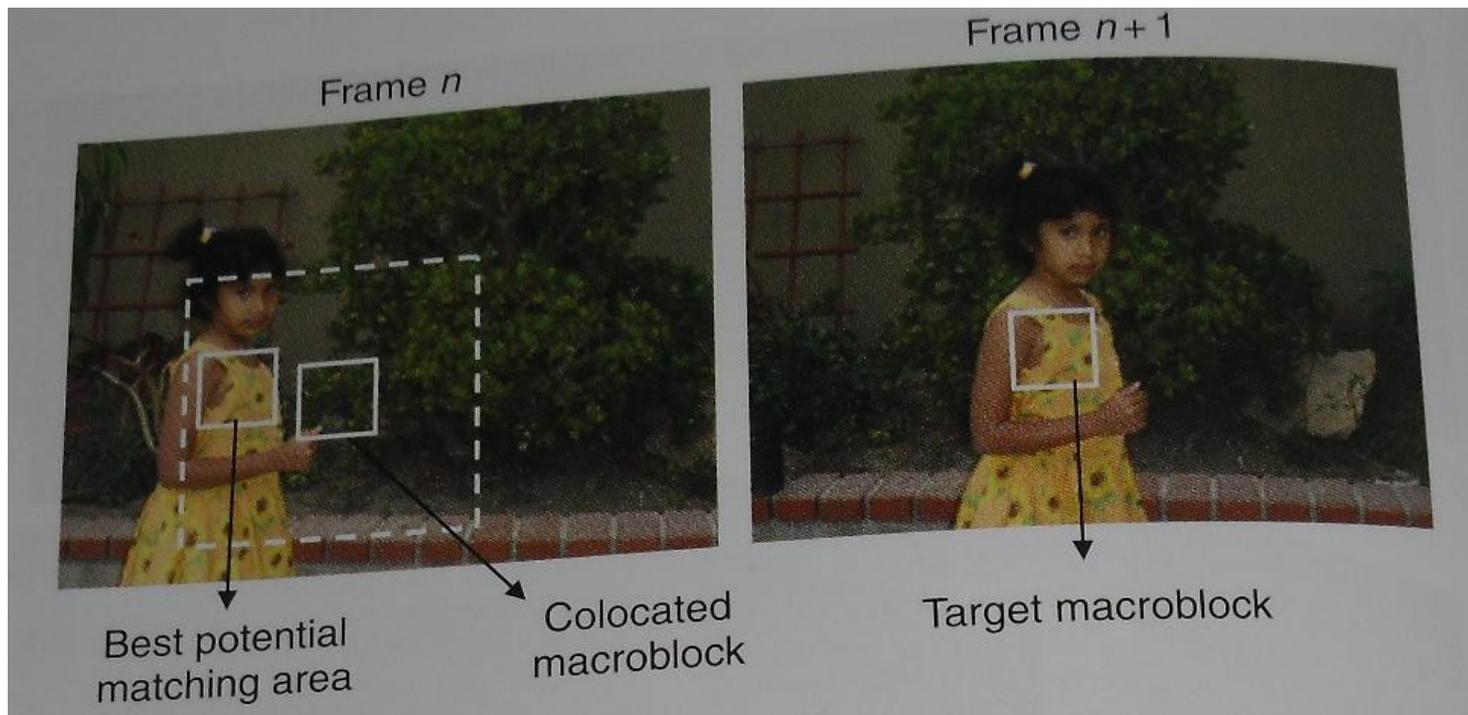
## 4.3 Compression de la vidéo numérique



Pour chaque bloc  $b_i$  de l'image  $I_n$  chercher le bloc  $B_j$  correspondant dans l'image  $I_{n+1}$  permettant d'avoir MSE minimum.

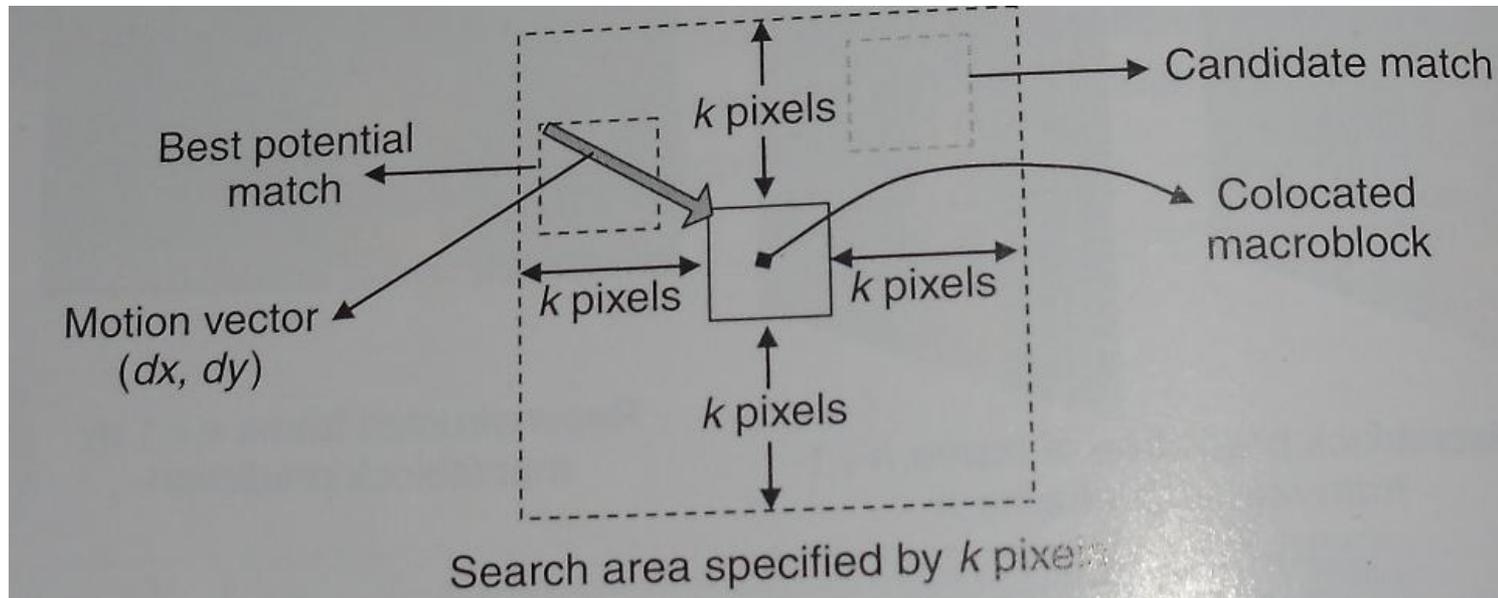
# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

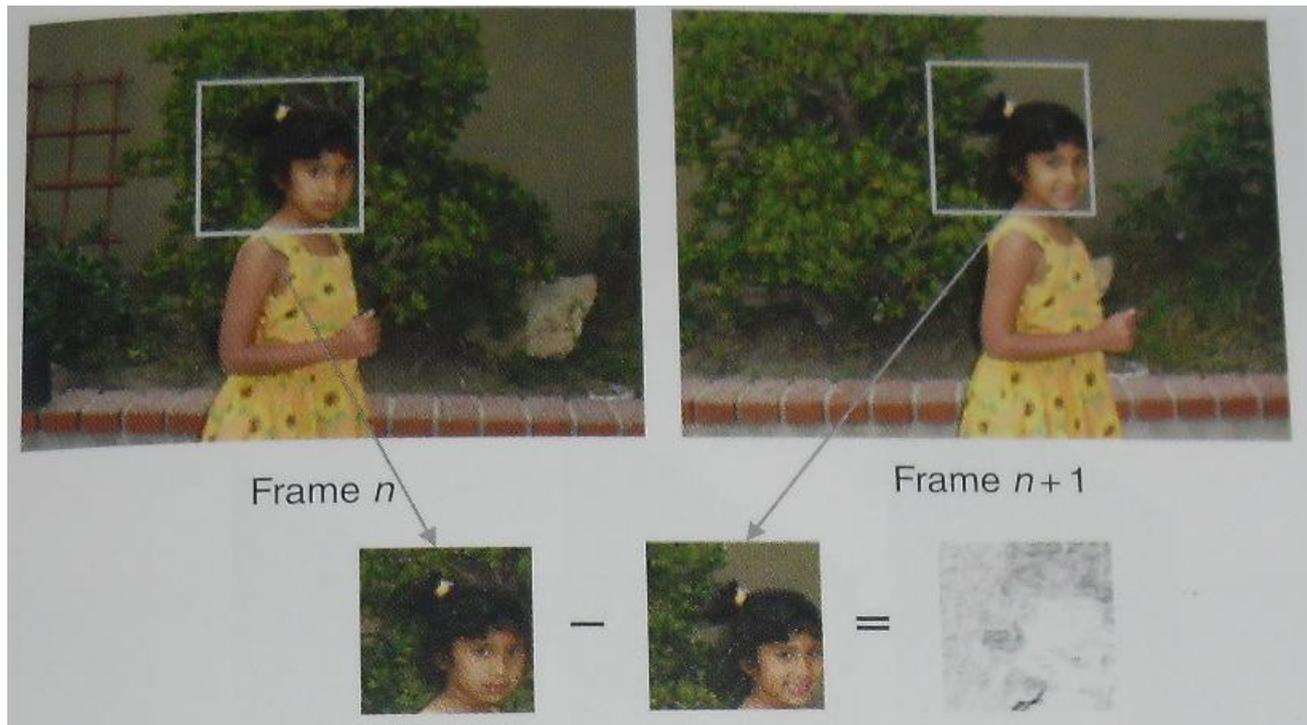
## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

L'efficacité du codage dépend de la taille des blocs (pour MPEG, les blocs sont à 16x16)

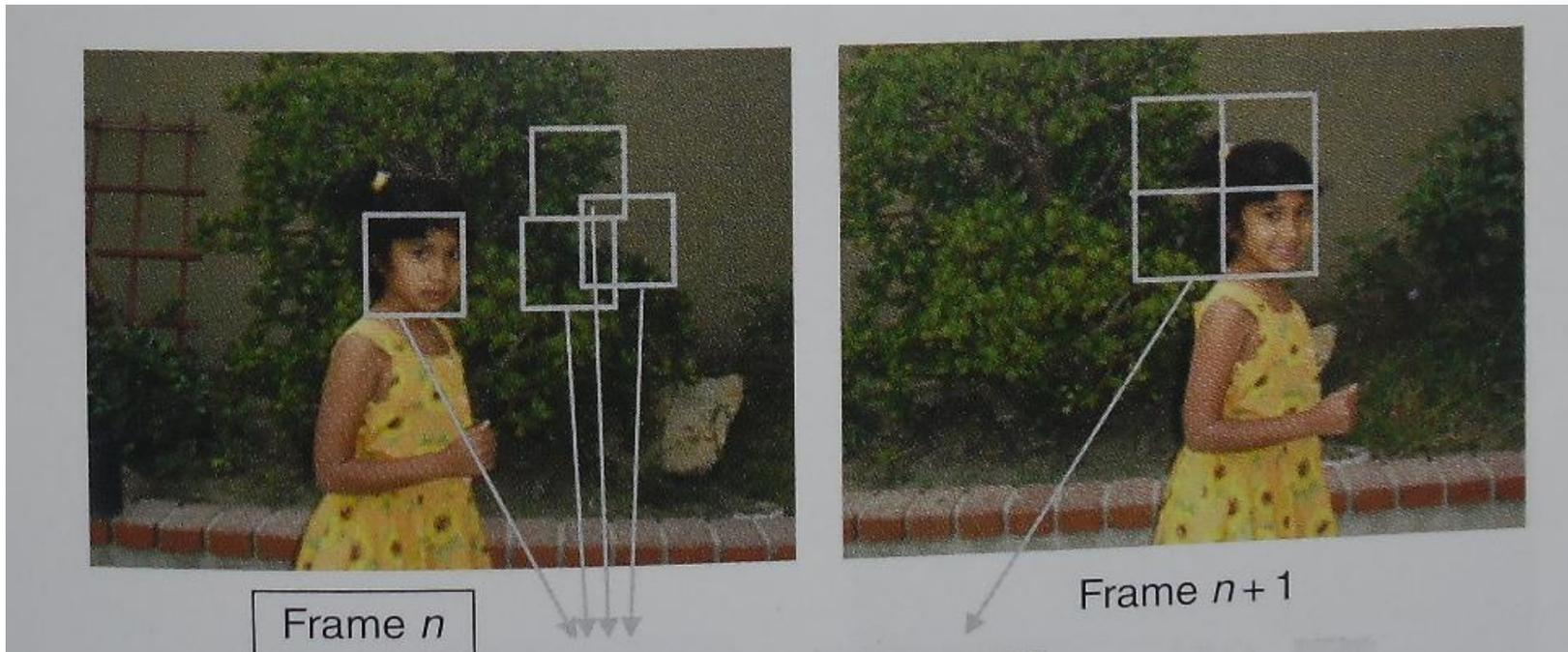
- **Plus la taille est grande, les erreurs (résidus) des blocs deviennent importants.**
- Plus la taille est petite, le nombre de blocs en mouvement est important

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

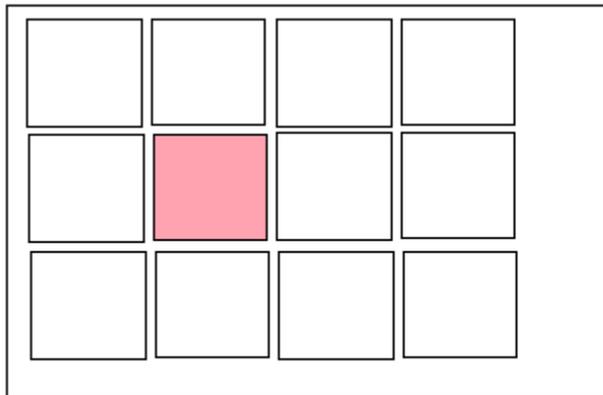


# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

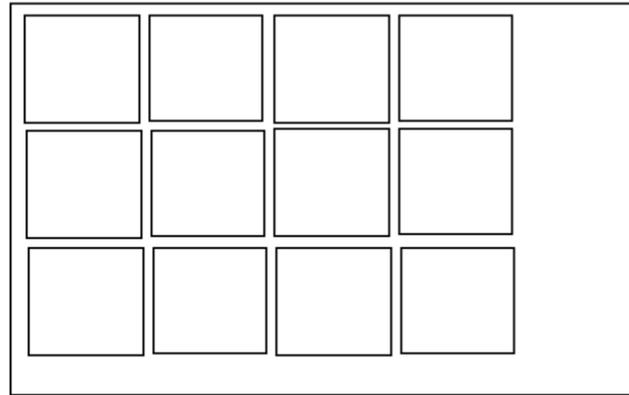


# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



Frame t

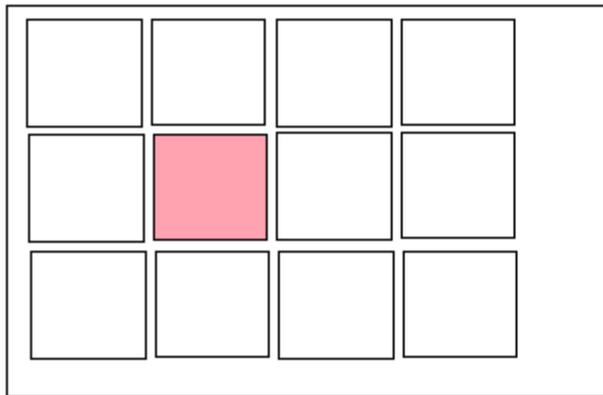


Frame t+1

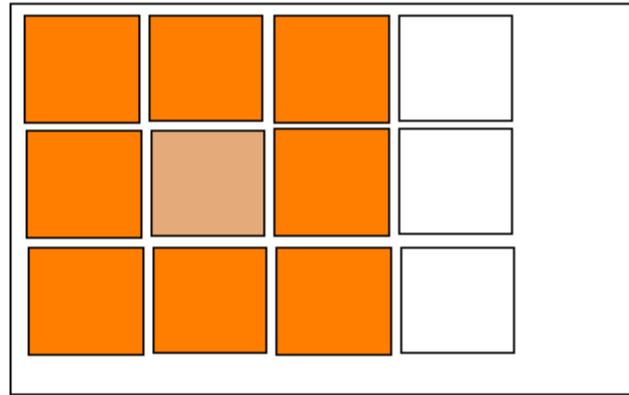
Zone de recherche du bloc correspondant

# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



Frame t



Frame t+1

Zone de recherche du bloc correspondant

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **Vecteurs de mouvement (Motion vectors)**

Calculer le vecteur déplacement entre les blocs appariés

Ce vecteur est utilisé par le décodeur pour retrouver l'emplacement du bloc sur la frame  $n$  à partir du bloc sur la frame précédente ( $n-1$ )

Le vecteur mouvement est nul pour un background statique, mais ceci n'est pas toujours vrai.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **Espace de recherche**

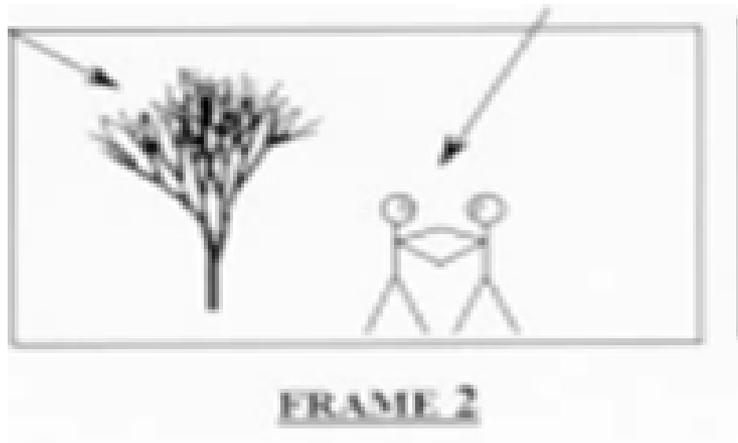
Si la recherche d'un bloc correspondant se fait sur toute la frame, il y aura beaucoup de calculs.

Restreindre la recherche d'un bloc sur un voisinage très limité.

- Petit espace de recherche pour un mouvement lent
- Grand espace de recherche pour un mouvement rapide

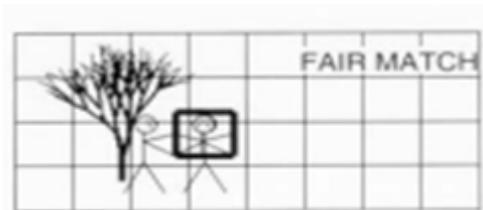
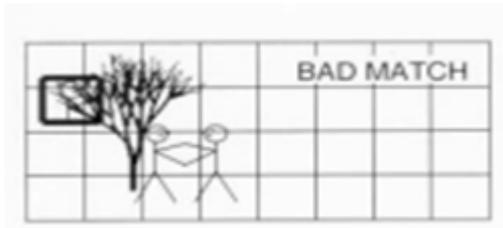
# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

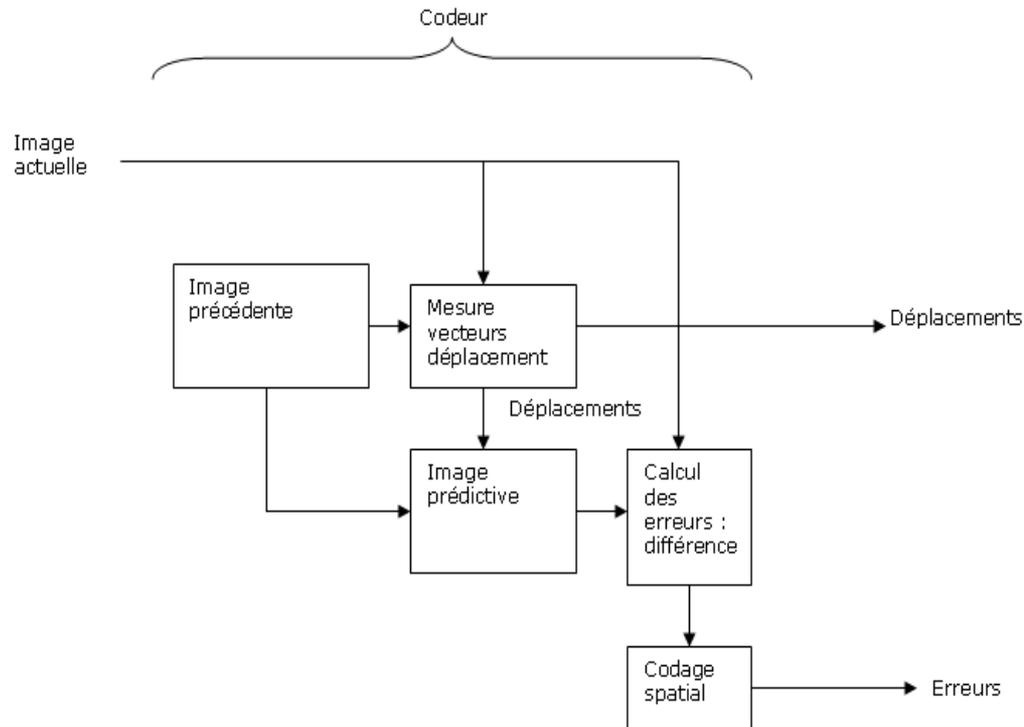
### **Codage du résidu**

La différence entre le bloc codé et le meilleur bloc correspondant dans la frame précédente est connu par le terme résidu.

Ce résidu doit être codé et transmis avec le vecteur mouvement pour pouvoir reconstruire le bloc.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

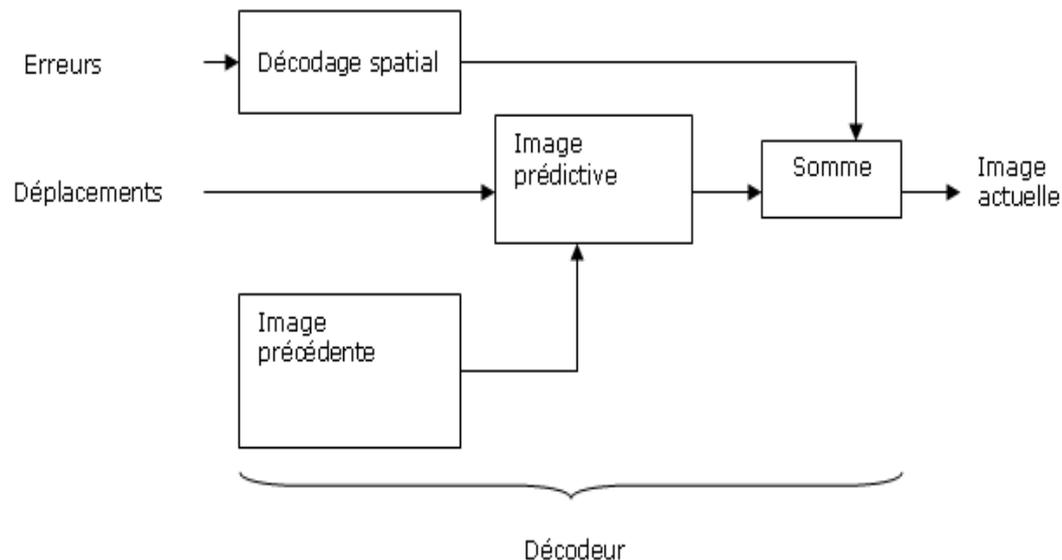
## 4.3 Compression de la vidéo numérique



*Codeur temporel MPEG*

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



*Décodeur temporel MPEG*

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 **Compression de la vidéo numérique**

### **Types de prédiction**

La compression des frames vidéo peut se faire soit :

- En intra-mode qui suit le standard jpeg pour la compression de chaque image (type I).
- Inter mode la frame est prédite en se basant sur la frame de référence qui est choisie comme étant la précédente frame (type P)..
- Dans certaines circonstances, l'utilisation d'une frame suivante est utile (type B).

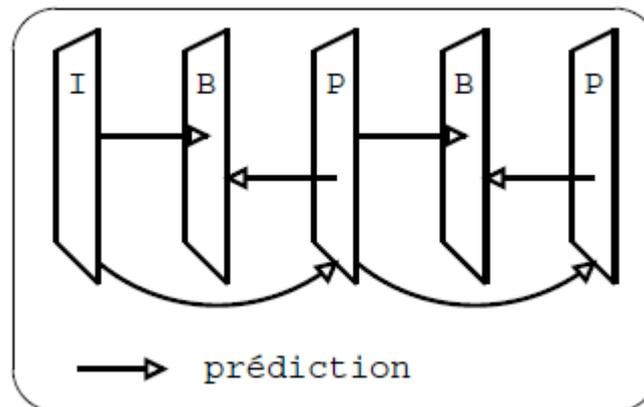
# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

### Les frames de type I

Pour ce type de frame, seule la redondance spatiale est utilisée pour la compression (jpeg).

Les frames de type I sont insérées périodiquement dans la séquence des frames prédites.

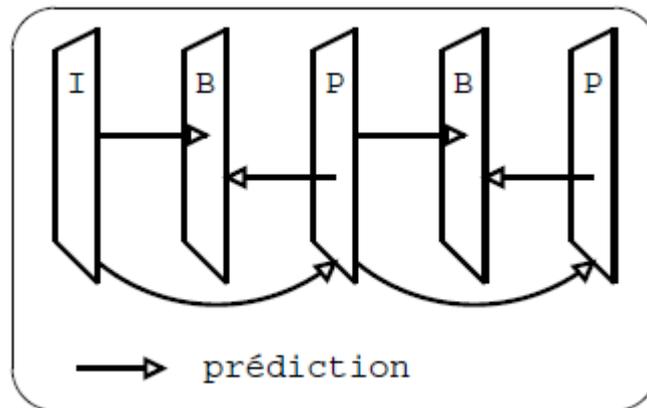


# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

### Les frames de type P

Elles sont codées en utilisant la redondance temporelle en les comparant avec la frame précédente.

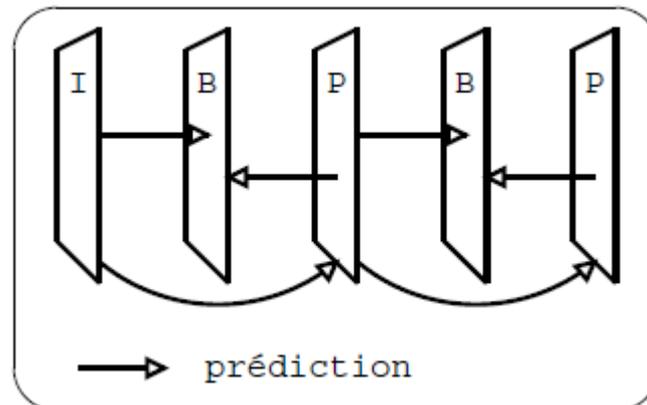


# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

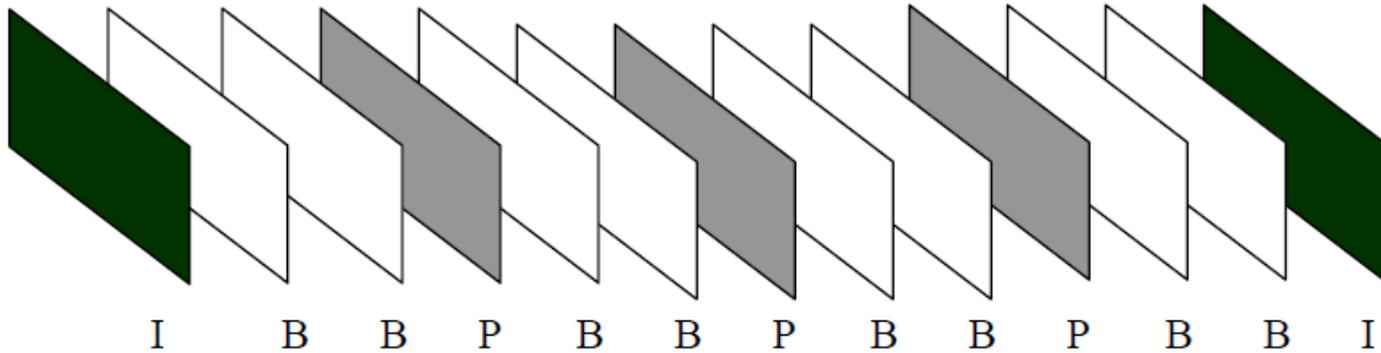
### Les frames de type B (Bidirectionnelle)

Elles sont codées en utilisant la redondance temporelle en les comparant avec la frame précédente et suivante (I,P) ou (P,P).

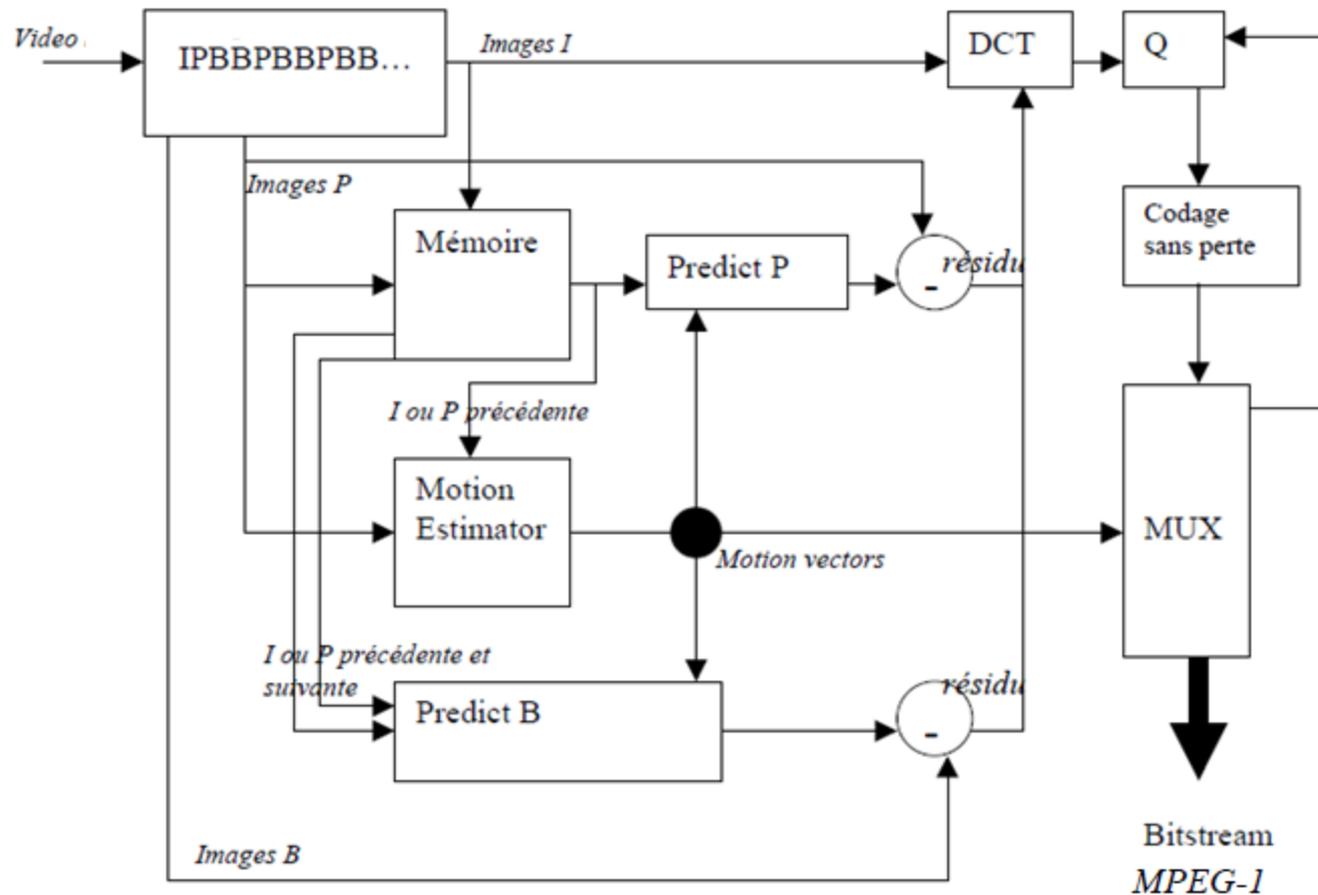


# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.3 Compression de la vidéo numérique

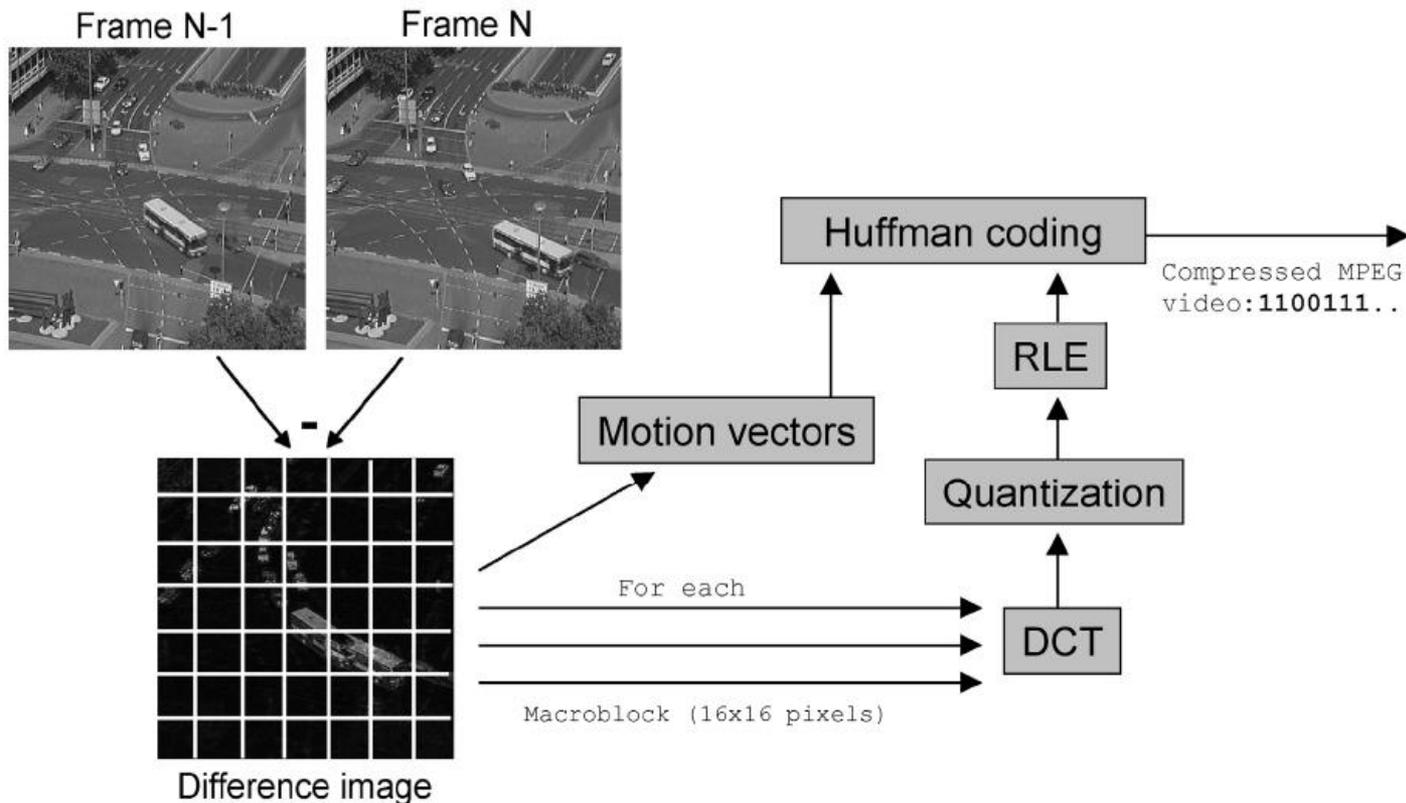


# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression



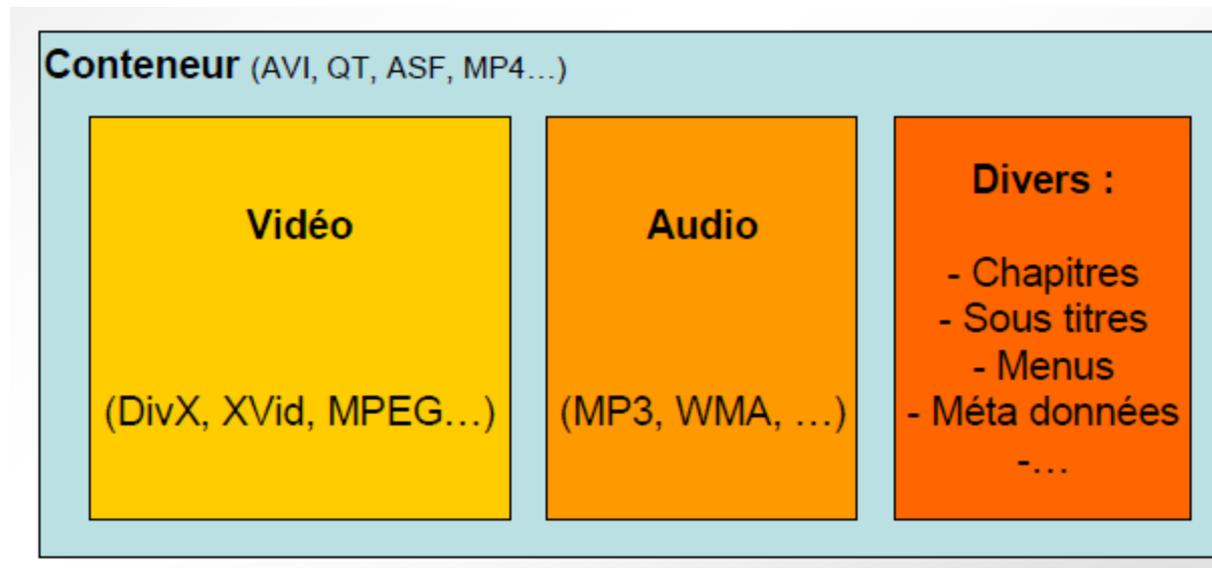
# Chapitre 4. La vidéo: Formats et compression

## 4.3 Compression de la vidéo numérique



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**



# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **AVI**

L'**Audio Video Interleave** (Imbrication Audio Vidéo), dont l'abréviation est **AVI**, est un format de fichier conçu pour stocker des données audio et vidéo.

AVI utilise un même paquet standard « fichier conteneur » afin de permettre la lecture simultanée de l'image et du son.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **AVI**

Il a été mis au point par Microsoft en novembre 1994.

Utilisé par la majorité des appareils photo numériques avec 15 frames/sec

Un fichier vidéo en AVI peut être encodé avec un codec quelconque: DivX est souvent utilisé, MPEG2/4, etc. et pour l'audio: mp3, PCM, etc

Il permet de réunir en un seul fichier une piste vidéo et 99 pistes audio au maximum, ce qui permet de bénéficier, par exemple, de plusieurs langues pour un même film.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **QUICKTIME (QT)**

- **QuickTime** est un framework multimédia développé par Apple en 1989, puis mise sur le marché en 1991 pour le Macintosh. Elle fut portée sur Windows en 1992 afin d'accélérer son adoption par l'industrie.

Peut contenir des pistes audio, vidéo, et des textes (pour les sous titres)

Une piste peut être également un stream (diffusion en temps réel par internet)

Nécessite le lecteur Quicktime.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **QUICKTIME (QT)**

Un fichier QuickTime contient une ou plusieurs pistes, chacune comporte un type de données particuliers : audio, vidéo, effet ou texte (pour des sous-titres par exemple).

Chaque piste contient une *piste media*, soit le *Stream* codé numériquement (avec un codec tel JPEG, DivX...) ou une référence à un media situé dans un autre fichier ou sur un réseau.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **ASF**

(Advanced Streaming Format), lié à Windows Media, que l'on retrouve plutôt sous forme de fichiers WMV

Comme tout format de conteneur, ASF ne spécifie pas les formats de compression des flux audio et vidéo qu'il contient, mais uniquement la structure de ces flux.

Ce qui implique que les fichiers au format ASF peuvent être encodés avec un très grand nombre de codecs.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **ASF**

Les fichiers ASF peuvent aussi contenir des métadonnées telles que le nom de l'artiste, le titre, l'album, l'année, le genre, le réalisateur.

Au début de son histoire, les fichiers de ce format se présentaient avec l'extension .asf

Elle a été depuis remplacée par les extensions .wma (Windows Media Audio, audio seulement) et .wmv (Windows Media Video, audio et vidéo).

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **MP4**

**Le MP4** : c'est un Quicktime amélioré, souvent utilisé pour les DivX. Très souple, peut

- contenir des images.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

### **Le 3GP :**

Dérivé du MP4 pour les téléphones mobiles

**3GP** est un conteneur vidéo destiné au téléphone mobile de troisième génération (3G). C'est une version simplifiée du MP4. Les fichiers 3GP ont pour extension .3gp ou .3g4.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Les conteneurs**

- MKV (Matroska), conteneur libre,

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

### **MPEG**

- **\*.mpeg.** (*Moving Pictures Experts Group*).

Format de fichier audio et vidéo utilisant la compression avec perte. Utilisé pour la diffusion en continu sur Internet (le streaming).

Il existe plusieurs standards de MPEG: le MPEG-1, le MPEG-2, le MPEG-4,

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

### **MPEG-1**

Première norme audio et vidéo utilisé plus tard pour les Vidéo CD.

Ce format offre une résolution à l'écran de 352 x 240 pixels à 30 images par seconde ou de 352 x 288 à 25 images par seconde avec un débit d'environ 1,5 Mbit/s.

Elle comprend le populaire format audio MPEG-1 partie 3 audio couche 3(MP3).

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

### **MPEG-2**

Norme applicable au codage de l'audio et la vidéo, ainsi que leur transport pour la télévision numérique : télévision numérique par satellite, télévision numérique par câble, télévision numérique terrestre, et (avec quelques restrictions) pour les vidéo disques DVD.

C'est le format utilisé jusqu'à présent pour la TV sur ADSL. Les débits habituels sont de 2 à 6 Mbit/s pour la résolution standard (SD), et de 15 à 20 Mbit/s pour la haute résolution (HD)

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

**MPEG-7** : Norme de description pour la recherche du contenu multimédia.

**MPEG-21** : Norme proposant une architecture pour l'interopérabilité et l'utilisation simple de tous les contenus multimédia.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

### **MOV**

\*.**mov**. Ce format désigne un type de fichiers vidéos au standard Quicktime et donc lisibles avec le lecteur QuickTime.

Il est moins courant que le format \*.avi. Généré par quelques marques d'appareils photo numériques comme Sony, pour créer des séquences vidéos.,

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

### **MP4**

\*.**mp4**. Ce format (format vidéo compressé) est très utilisé sur Internet. Il permet l'affichage d'un flux vidéo à mesure qu'il est diffusé. Pour lire une vidéo enregistrée dans le format MP4, il suffit d'utiliser un lecteur multimédia comme le lecteur VLC.

Répandu sur Internet et pris en charge sur tout un éventail d'appareils électroniques grand public, dont l'iPhone<sup>®</sup>, l'iPad<sup>®</sup> et d'autres,

Il fournit de la vidéo numérique haute qualité, hautement compactée.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

**wmv**

- **\*.wmv** (*Windows Media Video*).. Ces fichiers sont obtenus, par exemple, lors de la création d'un diaporama avec Windows Movie Maker.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo: Codec**

**VOB**

\***.VOB** (*Video Object file*). Utilisé pour créer des applications sur DVD.

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo**

### **M-JPEG**

**Motion-JPEG** ou **M-JPEG** est un codec vidéo qui compresse les images une à une en JPEG

# Chapitre 4. **La vidéo: Formats et compression**

## 4.4 **Formats de la vidéo**

### **MJPEG 2000**

### **MJPEG 2000 ou Motion JPEG 2000.**

Le principe est très simple : chaque image de la vidéo est codée au format JPEG 2000.

Une vidéo MJPEG 2000 est donc une simple concaténation d'images au format JPEG 2000, moyennant quelques modifications mineures sur les en-têtes, de la même manière que le MJPEG est une compilation d'images JPEG.