

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  
والبحث العلمي

**جامعة هواري بومدين  
للعلوم والتكنولوجيا**

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

الهاتف / الفاكس : +213 21 24 76 07

# ***Cours: COMMUNICATION MULTIMEDIA***

## ***Master MIV, 2020/2021***

Prof. Slimane Larabi

# **Chapitre 4. Compression de données avec perte**

## **Compression de vidéo (MPEG)**

### **Sommaire**

#### **4.1 Introduction**

#### **4.2 Principe de base de la compression MPEG**

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

##### **4.2.2 La compression spatiale**

##### **4.2.3 La compression temporelle**

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.1 Introduction

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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.1 Introduction

#### 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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

Deux techniques peuvent être utilisées pour la compression vidéo:

- **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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.1 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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.1 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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.1 Format YUV 4:1:1

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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.1 Format YUV 4:1:1

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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.1 Format YUV 4:1:1



Image initiale, Composante R, V, B

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.1 Format YUV 4:1:1



Composantes Y, U, V

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.2 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

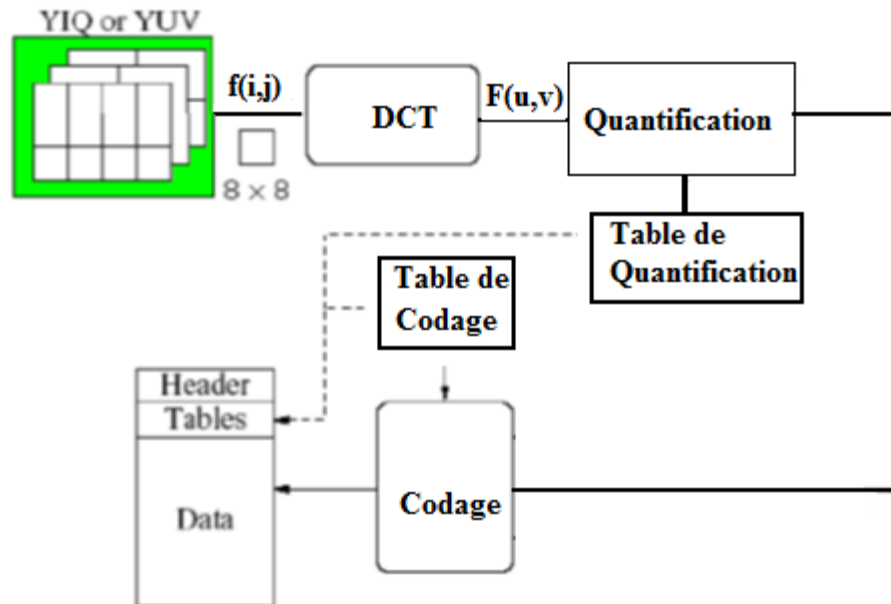
La redondance temporelle n'est pas prise en compte  
Simple et facile à implémenter

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.2 La compression spatiale



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.3 La compression temporelle

La compression temporelle a pour objectif *l'exploitation de la redondance temporelle entre frames adjacentes dans une vidéo mais non identiques.*

#### **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)

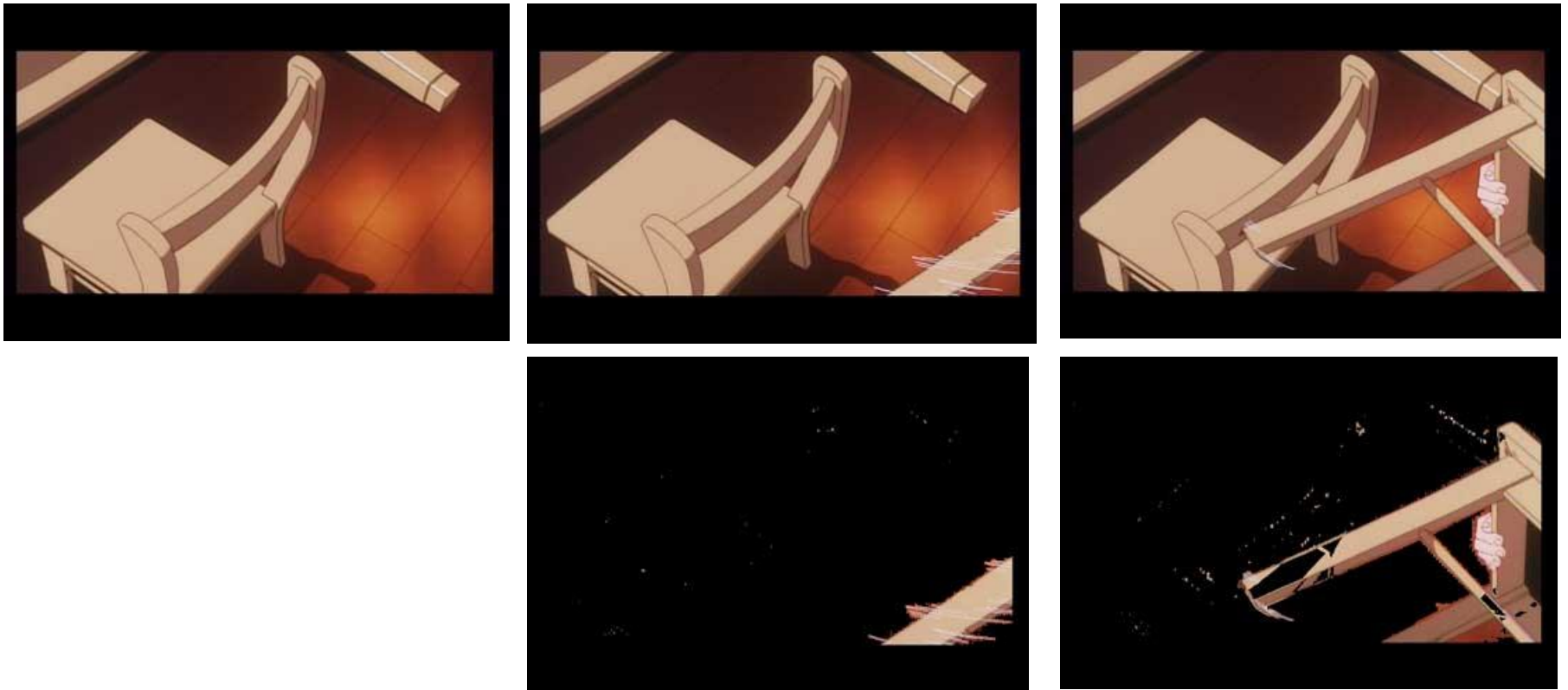
- Coder la première frame en JPEG et l'utiliser comme référence
- Diviser la prochaine frame en blocs et comparer chacun d'eux avec le bloc correspondant dans la frame de référence.
- Coder les différences entre les blocs
- Continuer avec les autres frames

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 4.2 Principe de base de la compression MPEG

#### 4.2.3 La compression temporelle



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

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

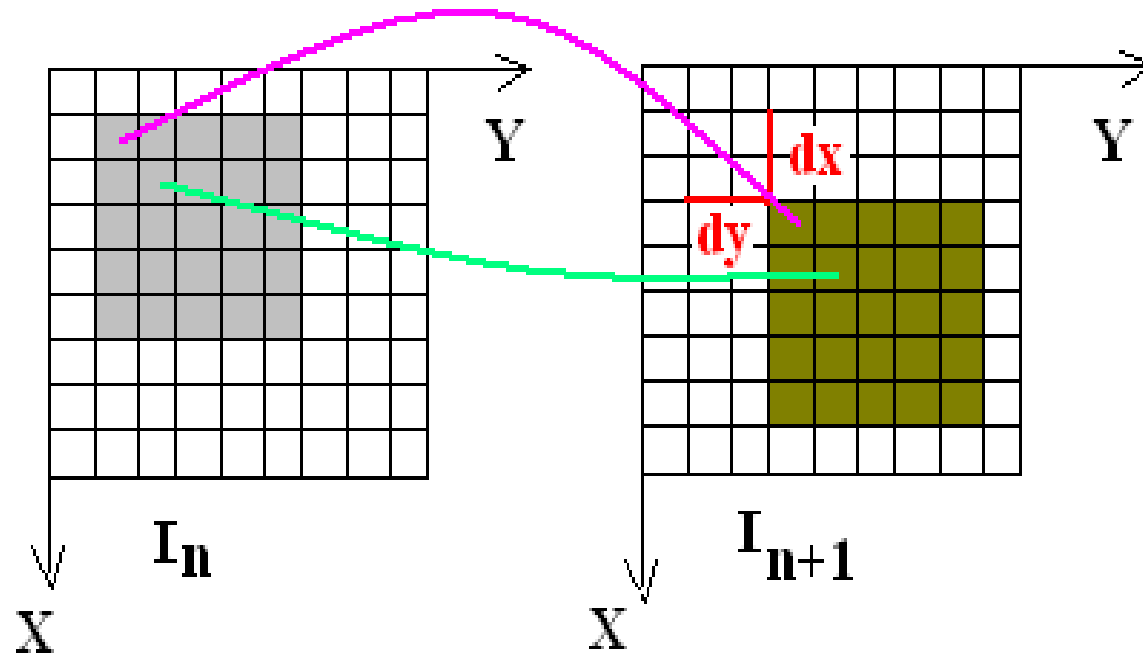
- Trouver les blocs entre les frames **n+1** et **n** ayant les intensités très proches
- Utiliser entre les blocs l'erreur moyenne quadratique (Mean Square Error):

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



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

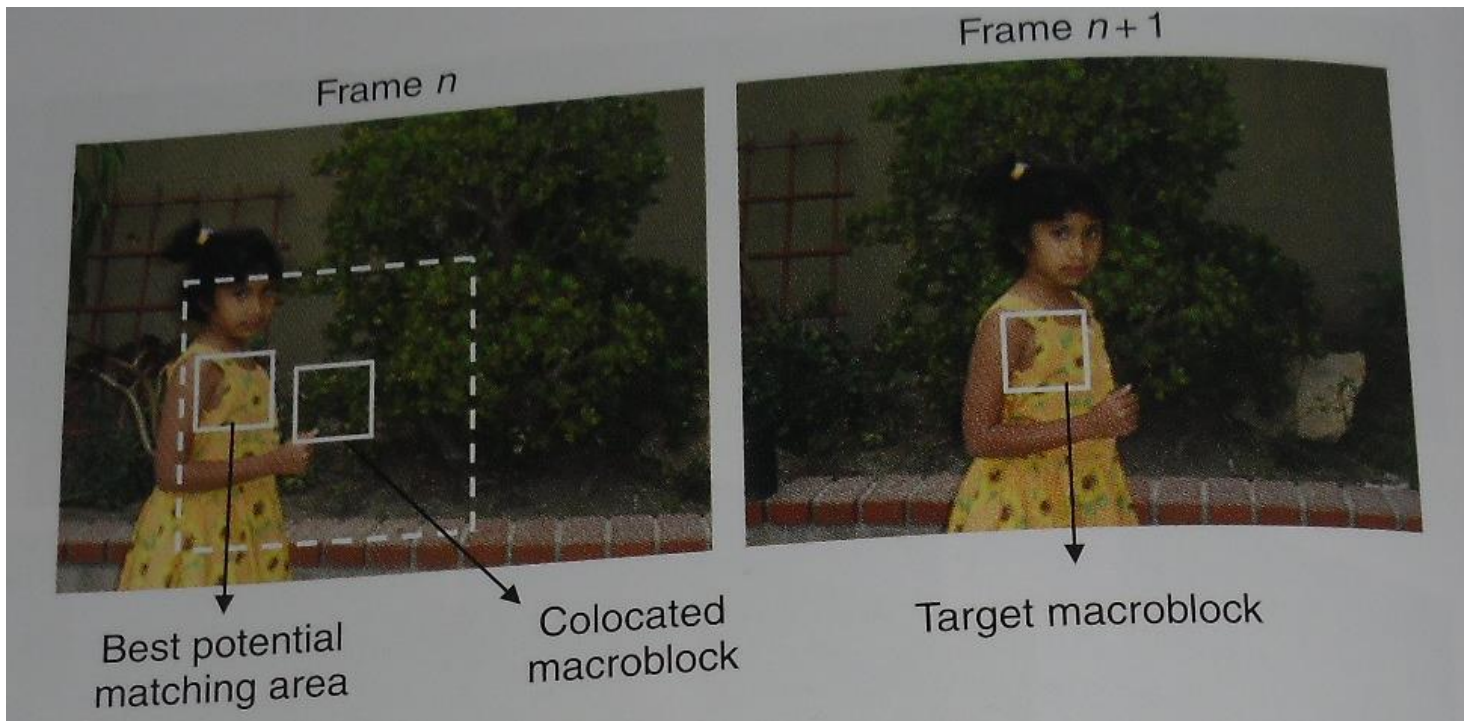
## Compression de vidéo (MPEG)



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.

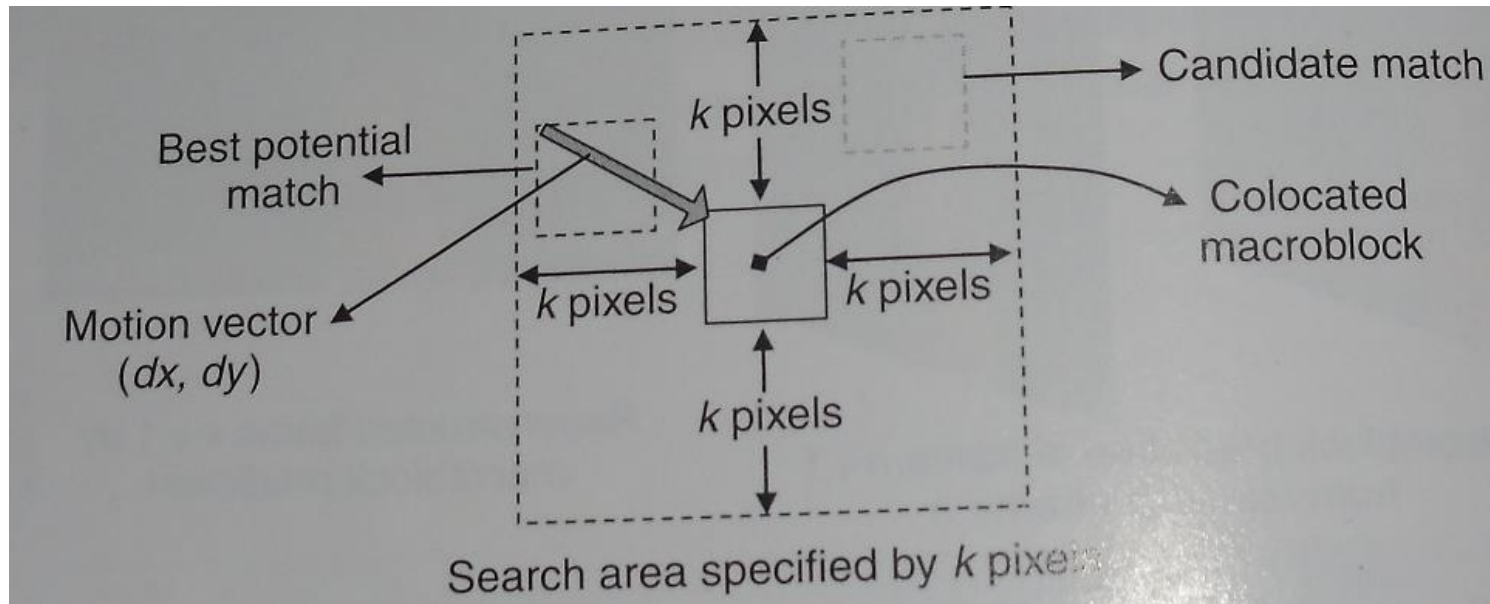
# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

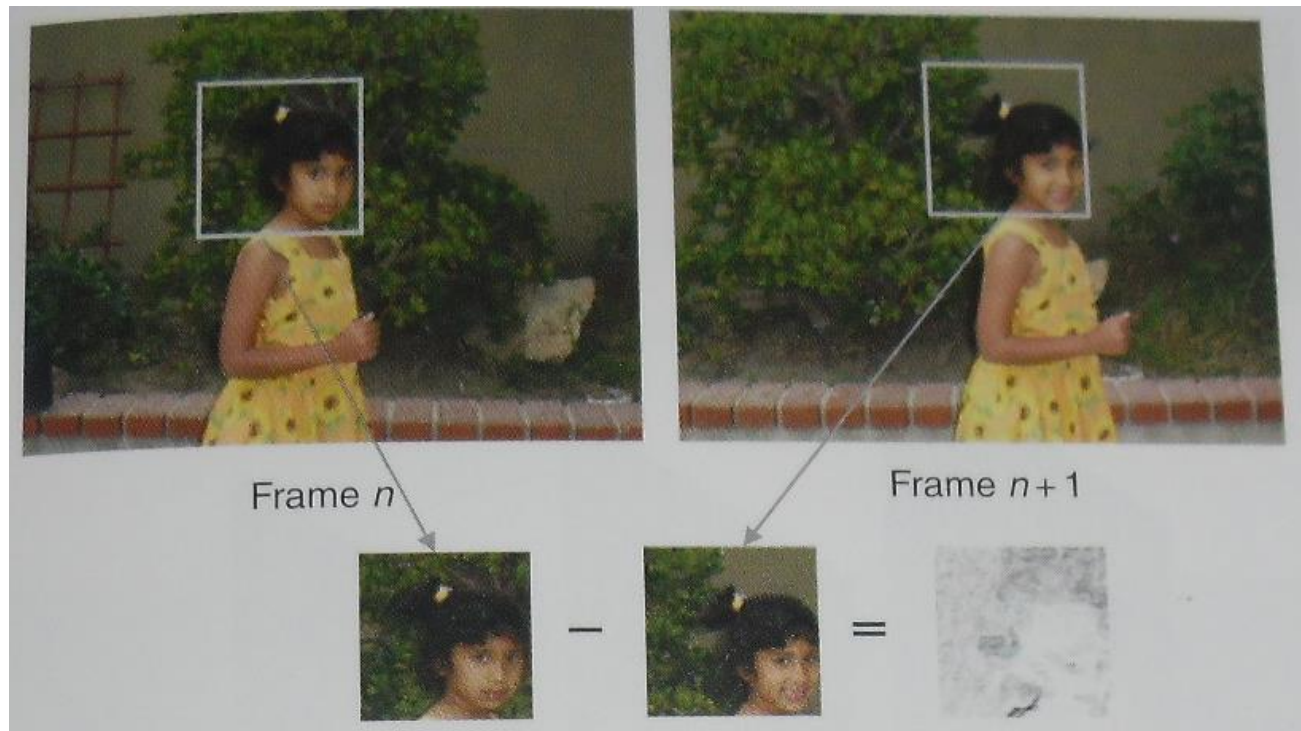
## Compression de vidéo (MPEG)

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. Compression de données avec perte

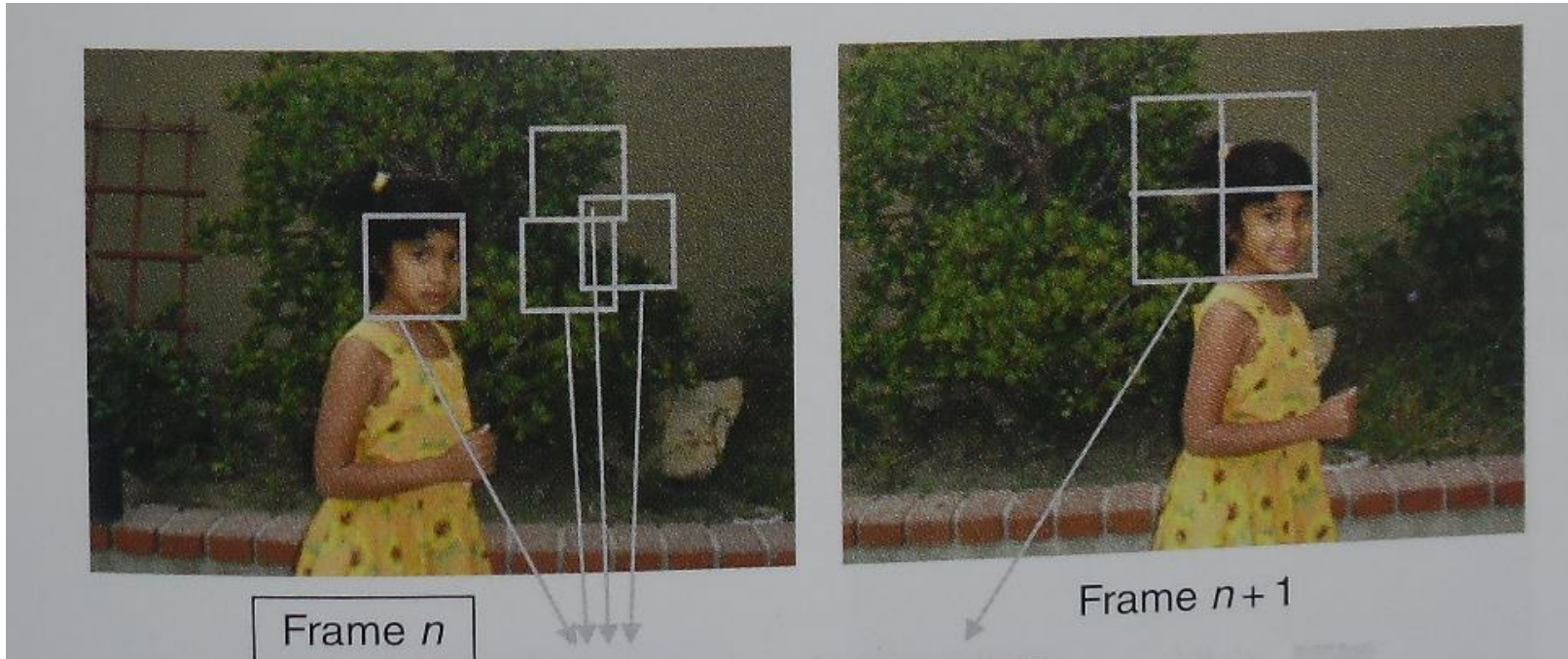
## Compression de vidéo (MPEG)





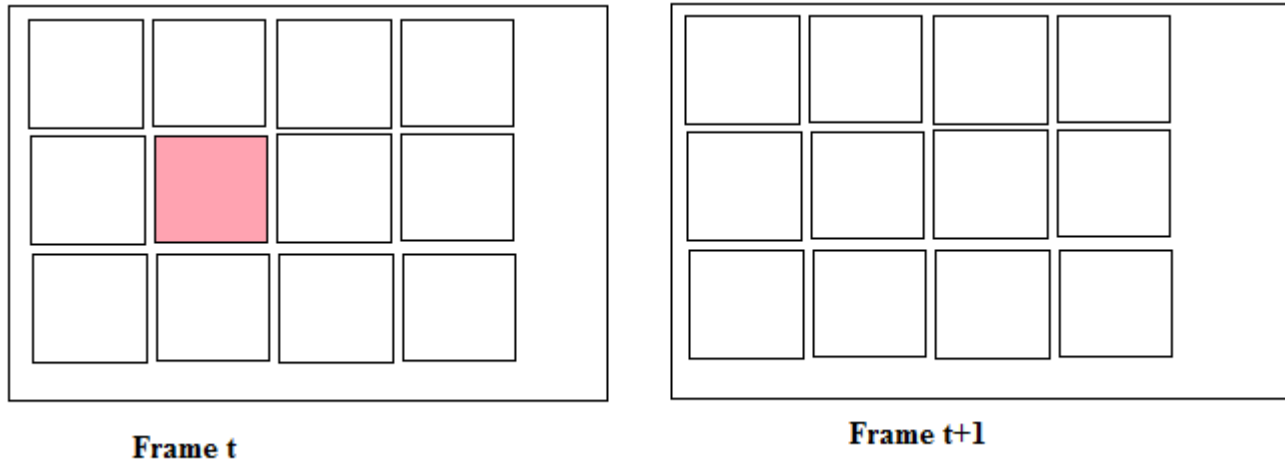
# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

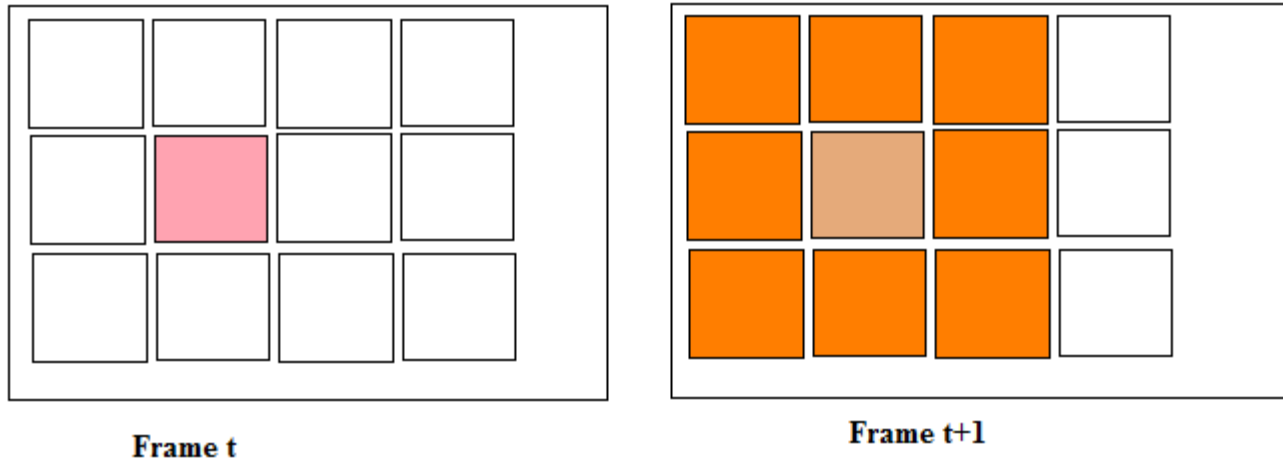
## Compression de vidéo (MPEG)



Zone de recherche du bloc correspondant

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)



Zone de recherche du bloc correspondant



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### **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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

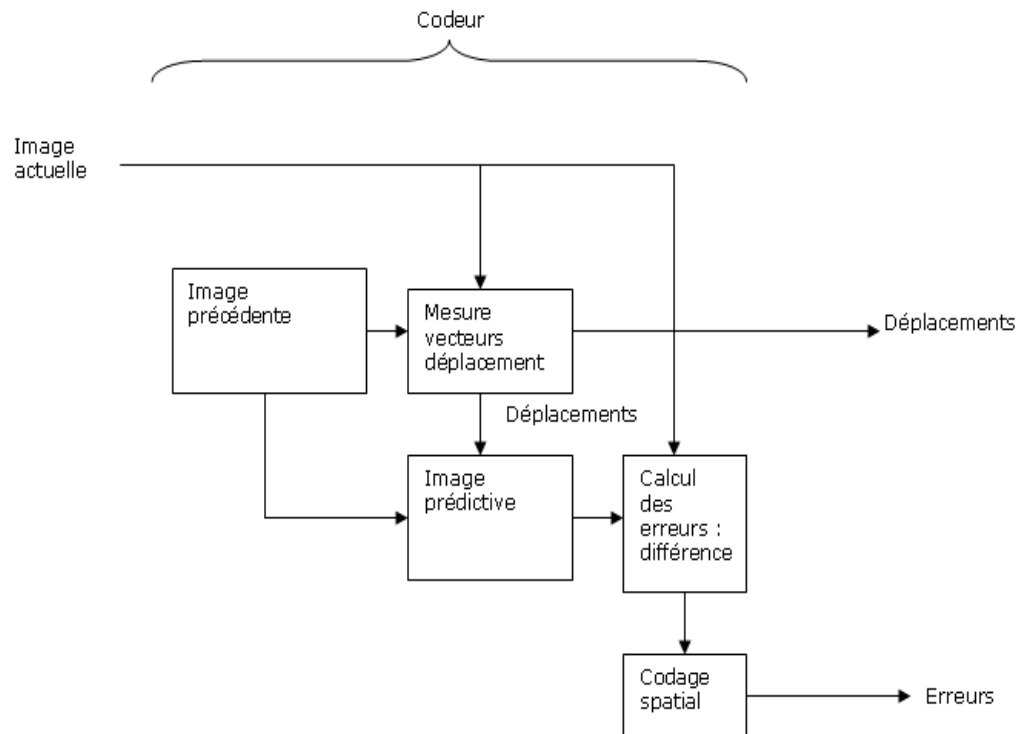
### Codage du résidu

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.

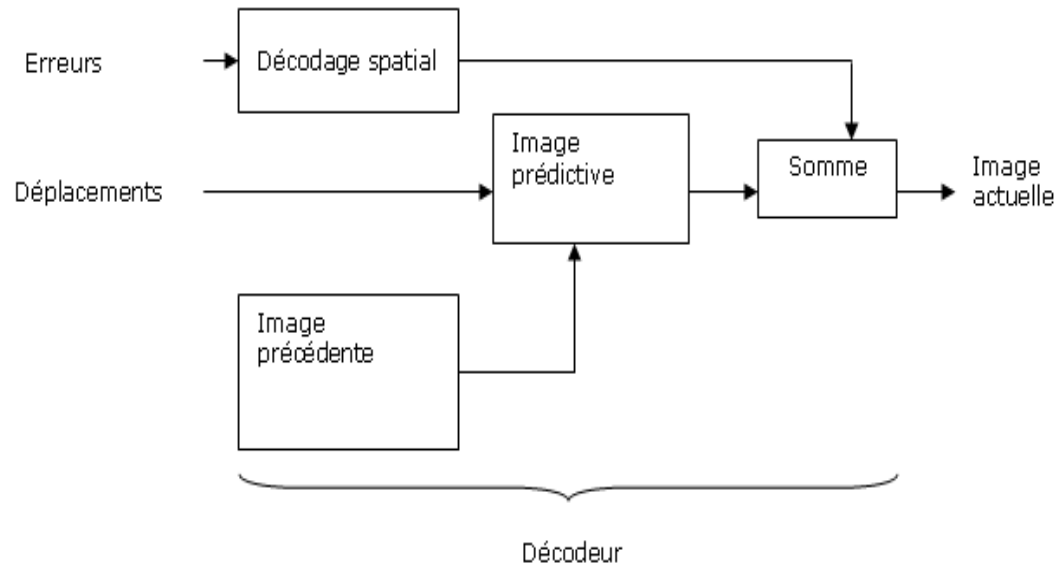
# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)



# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)



*Décodeur temporel MPEG*

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 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).

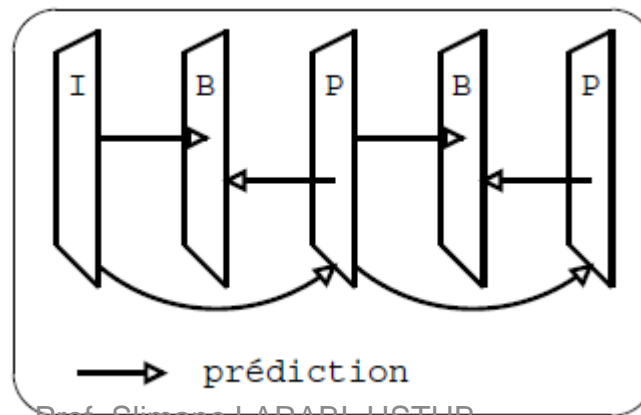
# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### 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.

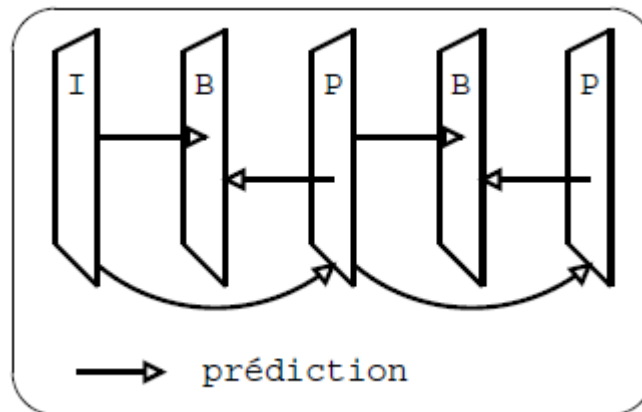


# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### Les frames de type P

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



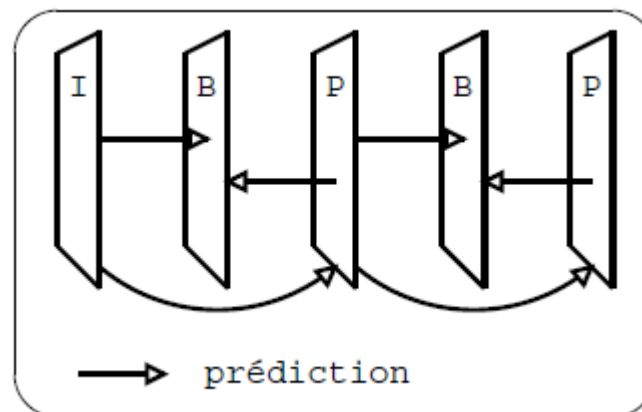


## Chapitre 4. Compression de données avec perte

### Compression de vidéo (MPEG)

## 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. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

### Les frames de type B (Bidirectionnelle)

Un bloc est codé:

- En intra
- Interpolé entre P et I
- Par une frame précédente ou suivante I ou P ou dans les deux directions

# Chapitre 4. Compression de données avec perte

## Compression de vidéo (MPEG)

