

# M3.21 – Numérisation des signaux audio-vidéo, compression et stockage 2 – TD 2

IUT d'Arles – DUT SRC – 2010-2011

**Objectifs :** Étudier la compression au format MPEG. Savoir analyser une séquence d'image, et compresser avec Huffman.

## 1 Rappels sur les étapes de la compression MPEG

La méthode de compression MPEG s'effectue en plusieurs étapes :

1. Définition du GOP (Group of Images) pour identifier les images I, P et B dans une vidéo.
  - a. Les images I sont des images **Intra**, ou encore des images **clés** (Key-Frames).
  - b. Les images P sont des images prédictives, ou P-Frames.
  - c. Les images B sont des images bidirectionnelles, ou B-Frames.
2. Transformation des images I, P, B en images I', P', B' (calculs simplifiés) :
  - a. Chaque image I reste inchangée :  $I' = I$
  - b. L'image P' est le résultat de la différence entre l'image P et l'image I ou P précédente.
  - c. L'image B' est le résultat de la moyenne des 2 différences entre l'image B courant et les images I ou P, précédentes et suivantes.
3. Compression des images I', P', B' en images I'', P'', B'' (calculs simplifiés) :
  - a. Pour chaque image I', on applique la compression JPEG (c'est-à-dire une transformée en cosinus discret (DCT) suivie d'une compression de Huffman ou arithmétique).
  - b. Pour chaque image P' et B', on applique successivement deux compressions sur chaque bloc, de taille  $8 \times 8$  :
    - i. Chaque bloc subit une transformation de l'espace RVB vers YUV.
    - ii. On réduit le nombre de chrominances en utilisant un mode YUV a:b:c
    - iii. Enfin, on applique la compression de type JPEG sur le résultat obtenu.

### Remarque :

Il faut savoir qu'en réalité, on ne code pas directement la différence ou la moyenne de 2 différences pour les images P et B, mais on code aussi le vecteur de mouvement.

#### - Images P :

Les images P sont codées en utilisant une prédiction compensée en mouvement. Plus précisément, pour chaque bloc ( $8 \times 8$ ) de l'image P courante, on compare le bloc au bloc correspondant (même position) de l'image précédente I ou P.

- Si les deux blocs sont identiques pixels à pixels, on ne code que l'adresse du bloc.
- Si les blocs sont différents, on étend la recherche dans un voisinage du bloc correspondant de l'image précédente. Pour cela, il s'agit d'effectuer une **recherche** parmi tous les blocs voisins qui sont dans la zone de recherche, il s'agira alors de sélectionner le bloc voisin dont l'erreur MSE est la moindre et inférieure à un seuil .
  - Si un tel bloc existe, on codera le vecteur de mouvement ainsi que la différence pixel à pixel entre les blocs, codée en JPEG.
  - Sinon, on codera le bloc en JPEG.

- Images B :

Le codage des images B ressemble à celui des images P, mis à part le fait que la zone de recherche d'un bloc similaire se fait non seulement dans l'image précédente (I ou P) mais également dans l'image suivante (I ou P).

## 2 Étude de la compression MPEG

### 2.1 Identification des images I, B et P

Pour identifier les images I, B ou P, il est important de connaître la structure du GOP spécifique à la vidéo à coder. Pour coder un GOP, on utilise deux paramètres M et N. On dit que l'on a un GOP M-N.

- Q1. A quoi correspondent ces deux paramètres M et N ?
- Q2. Quelle relation doivent vérifier les paramètres M et N ?
- Q3. Déterminer la structure du GOP dans le cas 3-12, et dans le cas 2-10.
- Q4. Quelles images se compressent le mieux parmi les images I, B et P ?
- Q5. Quelles images risquent de se compresser le moins ?
- Q6. Que se passe-t-il si N diminue, avec M fixe ? Que se passe-t-il si M diminue, avec N fixe ?

Un flux MPEG-2 standard est basé sur un GOP fixe. Mais d'autres formats, tels que le flux H264 ou MPEG-4, utilisent un GOP variable.

- Q7. Selon vous, quelle est la raison de l'utilisation d'un GOP variable et non fixe ?

### 2.2 Débit et taux de compression

On désire sauvegarder sur un Blu-Ray un film, au format MPEG-4, de durée 2h38min20s, de qualité HD 720p en 16:9, et en couleurs RVB, en utilisant la vitesse d'affichage d'un cinéma.

Les réglages de ce codage ont permis de spécifier les paramètres suivants :

- Utilisation d'un GOP 3-12
- Utilisation du mode YUV 4:1:1 (cf. rappel page suivante)
- Taux de compression JPEG moyen pour les images :
  - I → 8:1
  - P → 15:1
  - B → 21:1

- Q8. Déterminer le nombre d'images de la vidéo.
- Q9. Image I :
- a. Combien y a-t-il d'images clés ou internes I dans la vidéo ?
  - b. Déterminer la taille moyenne des images I après compression.

Q10. Image P :

- a. Combien y a-t-il d'images P dans la vidéo ?
- b. Déterminer la taille moyenne des images I après compression.

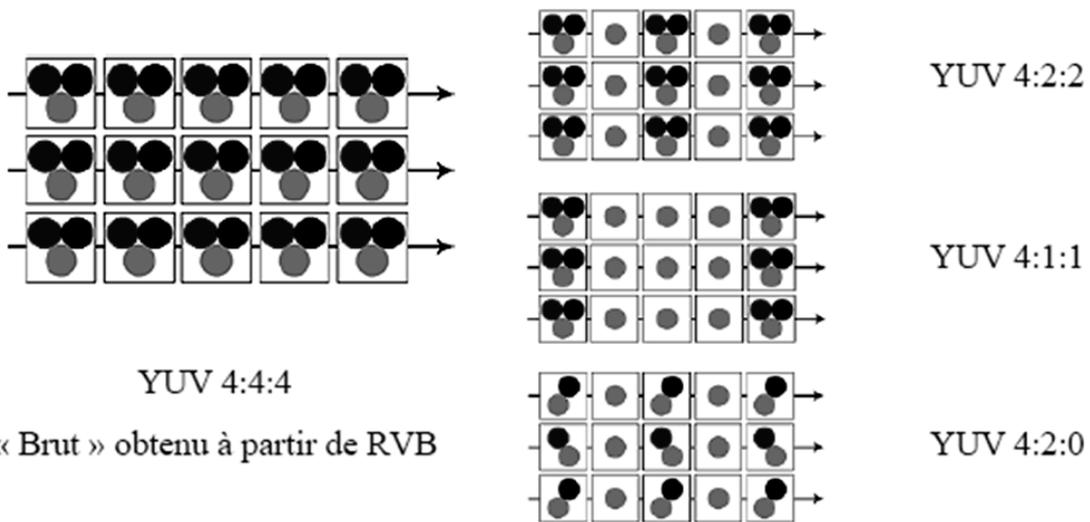
Q11. Image B :

- a. Combien y a-t-il d'images B dans la vidéo ?
- b. Déterminer la taille moyenne des images I après compression.

Q12. Quelle est la taille de la vidéo compressée ?

Q13. Déterminer le taux de compression de la vidéo, sachant que le TD1 donnait un poids de la vidéo non compressée de 630.4 Go ou 587.1 Gio environ.

On rappelle ci-dessous comment est effectuée la simplification des modes YUV a:b:c, pour les modes les plus courants.



### 2.3 Compression des images de la vidéo

Soit une série d'images, et le GOP correspondant, définis par la séquence suivante :

100	0	0
200	50	0
200	200	100

I

125	25	0
175	75	25
200	175	125

B

125	25	25
150	50	50
175	150	150

B

100	50	50
125	75	75
150	150	150

P

Q14. Déterminer la suite résultante après transformation des images P et B par des calculs de différence ou de moyenne des différences.