

## LA VIDÉO NUMÉRIQUE EN PRATIQUE: DÉCOMPRESSION ET AFFICHAGE DE FLUX VIDÉO

### OBJECTIFS:

- Décoder des flux vidéo
- Interpréter les formats de sortie
- Traiter puis afficher les images natives
- Désentrelacer les images entrelacées
- Afficher en cadence les images

### PRÉREQUIS:

- Une machine sur laquelle vous pouvez:
  - compiler du C
  - utiliser tout autre langage et environnement favoris (Python...)
  - être administrateur pour pouvoir installer ce qui est nécessaire.
- Installez `ffmpeg`, `vlc` et/ou `vlc-nox` (`cvlc`)
- Installez un visualiseur d'images capable de présenter des `pgm` et des `ppm` (`geeqie` par exemple)

### INDICATIONS:

- Les fichiers vidéo fournis sont dans le dossier `videos`
- Les outils de décompression fournis sont dans le dossier `tools`
- Les usages recommandés sont dans les fichiers `README.xxx` avec `xxx` = le nom de l'outil.

### A. Jouer un flux MPEG-2 élémentaire de test:

1. Dans le dossier `videos/elementary`, avec `vlc`, visualisez les séquences MPEG-2 suivantes :

```
vlc -V x11/xvideo bw_numbers.m2v / pendulum.m2v /  
Jaggies1.m2v
```

Ce sont des flux de test conformes à la spécification MPEG-2.  
Ils ont pour but d'aider à implémenter un décodage et un affichage adéquats.

**i Attention: `bw_numbers.m2v` est très pédagogique mais clignote fortement quand on le désentrelace!**

Choisissez l'une d'entre elles pour vos expérimentations ci-dessous.

2. Avec `mpeg2dec`, convertissez en pile d'images votre séquence MPEG-2 choisie (cf. aide de `mpeg2dec`).  
Il est recommandé de sortir les images au format `pgm` pour pouvoir les traiter ultérieurement.

3. Observez les `pgm` générées. Comment sont-elles structurées?  
Quel est le format de l'image: résolution, profondeur, sampling mode?
4. Modifiez `mpeg2dec` pour logger simplement les flags  
`progressive_frame`, `top_field_first`, `repeat_first_field`  
de chaque image décodée.
5. Avec votre propre code et dans le langage de votre choix,  
implémentez un convertisseur d'images vers un format plus  
humainement lisible (`ppm RGB` est assez universel).  
Cela vous servira à:
  - Comprendre et implémenter une conversion YUV → RGB
  - Faire une application que vous allez progressivement enrichir.
6. Implémentez une option pour que votre programme rende soit en `ppm`,  
soit directement à l'écran (API libre).
7. Dans le cas d'un rendu à l'écran, rajoutez une option permettant de  
forcer la cadence (en images par seconde) via la ligne de commande.
8. Modifiez `mpeg2dec` pour que depuis le MPEG-2 Sequence Header, vous  
releviez également la valeur `frame_period`, sachant que :  
`frame_period = 27M / cadence_ips`
9. Faites en sorte que votre programme gère cette `frame_period` si elle  
est disponible, sinon se rabatte sur une valeur par défaut de 25 ips.  
La cadence que vous forcez éventuellement en ligne de commande  
(question A.7) est prioritaire.
10. Implémentez un désentrelaceur bob.  
Pour vous aider, comparez vos résultats avec `vlc` en mode bob :  
`vlc -V x11 (ou xvideo) --deinterlace=-1 --deinterlace-mode  
bob <file.m2v>`

## Rappels :

- A partir d'une frame entrelacée (paire de fields), le désentrelaceur doit fournir deux frames désentrelacées.
- Durant le désentrelacement, faites attention au réalignement de la chroma et de la luma en fonction du sampling mode et de la polarité top/bottom du field en cours.
- Le désentrelaceur doit se conformer à la spécification MPEG-2, c'est à dire ne désentrelacer que les images marquées comme entrelacées et dans le bon ordre (flags de la question A.4),

Conseil: gardez cependant la possibilité de forcer ces flags via la ligne de commande de votre application, cela vous sera fort utile.

## B. Jouer un flux vidéo MPEG-2 occidental:

1. Dans le dossier `videos/ts`, avec `ffplay`, jouez le fichier `cnn.ts`  
Quel est le PID du flux vidéo?
2. `mpeg2dec` sait démultiplexer un PID de TS (option `-t <pid>`)  
pour tenter de le décoder comme un flux vidéo élémentaire.  
Connaissant le PID vidéo de `cnn.ts`, convertissez-le en pile de `pgm`  
via `mpeg2dec`.
3. Avec votre application, désentrelacez les `pgm` et jouez-les en cadence.  
Qu'observez-vous?
4. Visualisez les flags `progressive_frame`, `top_field_first`  
provenant de `mpeg2dec`.  
A votre avis, que se passe-t-il ?

Pour vous aider, comparez votre résultat visuel avec `vlc`  
en mode bob :

```
vlc -V x11/xvideo --deinterlace=-1 --deinterlace-mode bob  
cnn.ts
```

5. Dans `mpeg2dec`, trouvez et loggez le flag `progressive_sequence`.  
Si il est `==1` , ce flag dit que dans une séquence MPEG-2, toutes les  
images sont progressives.  
Que constatez-vous?  
Quelle (triste) erreur de compréhension a effectué l'encodeur?
6. Quelle option heuristique pouvez-vous implémenter pour tenter de  
jouer convenablement ce fichier?

### C. Jouer un flux vidéo MPEG-2 extrême-oriental:

On s'intéresse au flux `videos/ts/ctv.ts`, qui contient plusieurs programmes.

1. Avec `ffplay`, trouvez les numéros de programmes.  
Relevez le troisième PID vidéo.
2. Démultiplexez-le avec `mpeg2dec` et jouez-le via votre application.
3. Sans tenir compte du jeu d'acteurs, est-ce que le gâteau est vraiment appétissant? Pourquoi?

Pour vous aider, comparez avec `vlc` comme précédemment.

A votre avis, que s'est-il passé dans cette séquence précise?

4. Avec `ffplay`, trouvez le premier PID vidéo.
5. Idem question C.2.
6. En vous efforçant davantage à ne pas tenir compte du jeu d'acteurs, quelle particularité supplémentaire rencontrez-vous avec ce flux?

### D. Vers un meilleur désentrelaceur:

Faites un désentrelaceur adaptatif simple, c'est à dire qui:

1. Découpe chaque field en petites zones,
2. Estime un seuil « immobile / en mouvement » pour chaque zone entre deux fields de même polarité (rendez ce seuil configurable),
3. Désentrelace en bob les zones en mouvement du field courant,
4. Sinon, mélange en weave les zones immobiles du field courant avec le field précédent.
5. Notamment avec `ctv.ts`, observez-vous des améliorations satisfaisantes? Pourquoi ?
6. Pour vous aider, comparez votre résultat visuel avec `vlc` en mode X :  

```
vlc -V x11/xvideo --program=??? --deinterlace=-1 --deinterlace-mode X ctv.ts
```