À propos de fichiers audiovisuels

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

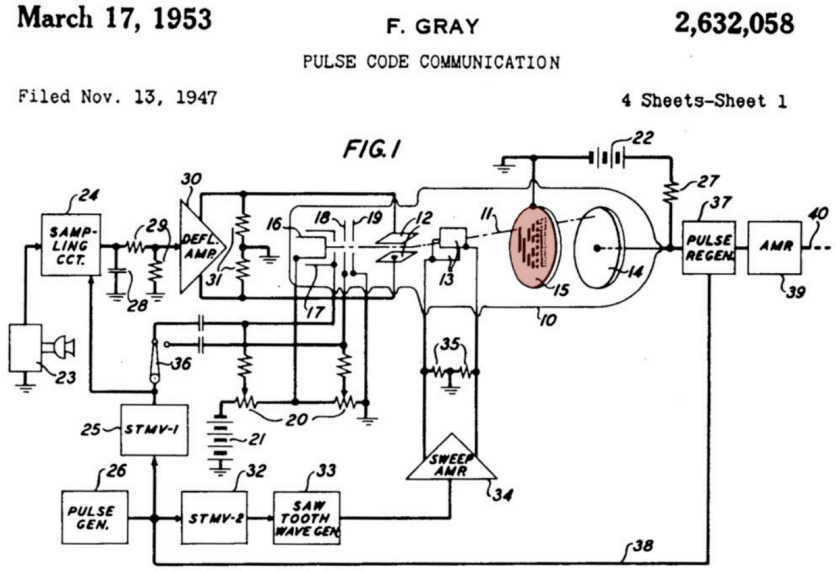
FFmpeg et autres logiciels libres pour les archives audiovisuelles

Cinémathèque des Pays de Savoie et de l'Ain
Veyrier-du-Lac, France, 4–5 avril 2019

Table des matières

- son numérique et image numérique
- conteneur, codec, données «raw»
- différent formats pour différentes utilisations
- transformations de données audiovisuelles

Son numérique



March 17, 1953 F. GRAY 2,632,058

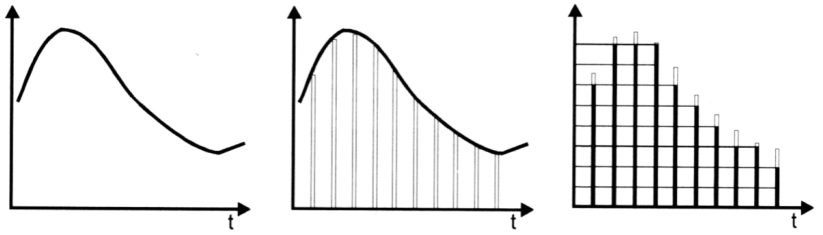
PULSE CODE COMMUNICATION

Filed Nov. 13, 1947 4 Sheets-Sheet 1

FIG. 1

Son numérique

- échantillonnage
- quantification



digitisation = sampling + quantisation

Cadence d'échantillonnage

- 44.1 kHz
- 48 kHz
- 96 kHz
- 192 kHz

Quantification

- 16 bit
- 24 bit
- 32 bit

Image numérique

Image numérique

- résolution
- profondeur de couleurs
- codage linéaire, polynomial ou logarithmique
- espaces colorimétriques
- compression et sous-échantillonnage
- illuminant

Résolution

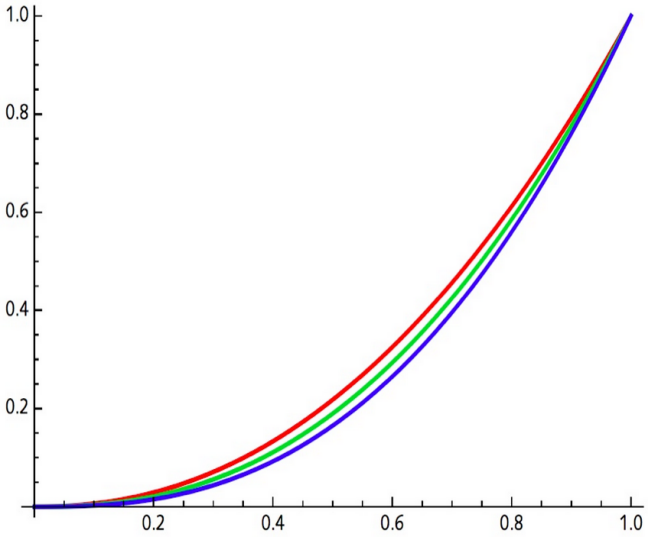
- SD 480i / SD 576i
- HD 720p / HD 1080i
- 2K / HD 1080p
- 4K / UHD-1
- 8K / UHD-2

Profondeur de couleurs

- 8 bit
- 10 bit
- 12 bit
- 16 bit
- 24 bit

La question du gris moyen

- codage linéaire: 18%
- codage polynomial: 50%
- codage logarithmique: 50%



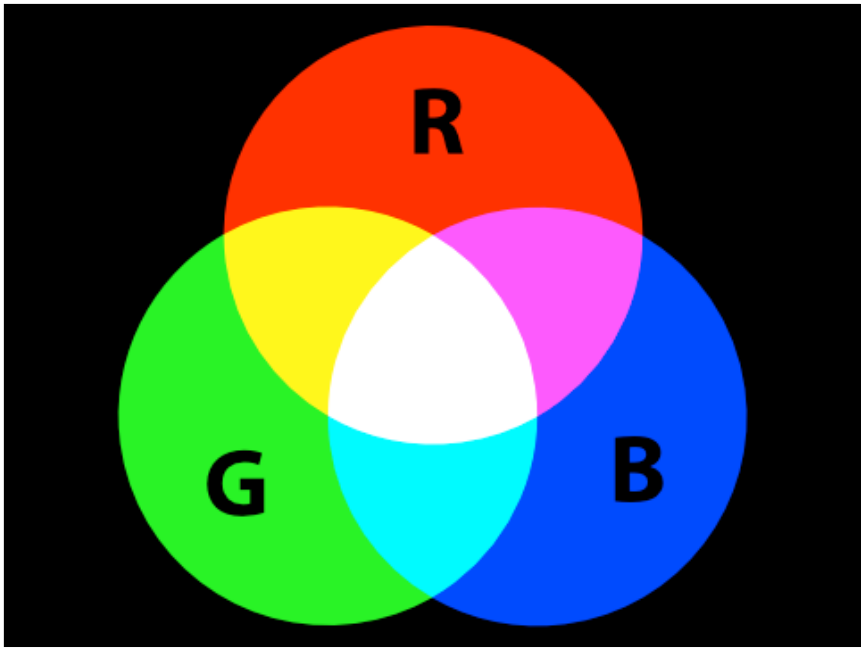
Espaces colorimétriques

- XYZ, L*a*b*
- RGB et R′G′B′, CMY et C′M′Y′
- Y′IQ, Y′UV, Y′D_BD_R
- Y′C_BC_R, Y′C_OC_G
- Y′P_BP_R



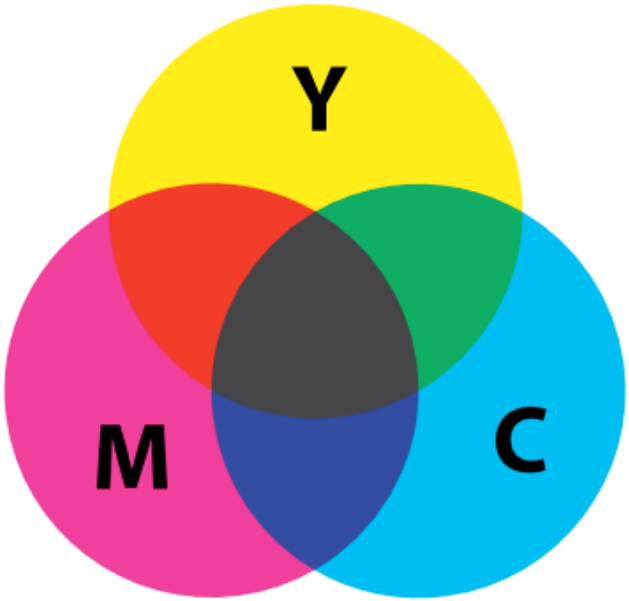
RGB et R′G′B′

CMY et C′M′Y′



RGB et R′G′B′

CMY et C′M′Y′



Y′C_BC_R

Y′C_OC_G

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1.396523 \\ 1 & -0.342793 & -0.711348 \\ 1 & 1.765078 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y' \\ C_B \\ C_R \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} Y' \\ C_B \\ C_R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.168074 & -0.329965 & 0.498039 \\ 0.498039 & -0.417947 & -0.080992 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix}$$

Y′C_BC_R

Y′C_OC_G

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y' \\ C_O \\ C_G \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} Y' \\ C_O \\ C_G \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 0 & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{4} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix}$$

RGB24

00000000 11111111 00000000 00000000
00000000 00000000 11111111 00000000
00000000 00000000 00000000 11111111

00000000 11111111 11111111 11111111
11111111 00000000 11111111 11111111
11111111 11111111 00000000 11111111



Quelle compression?

- non compressé
- compressé sans perte
- compressé avec perte
- compressé à la création

Non compressé

+ données plus faciles à traiter
+ logiciels plus rapides à exécuter
– fichiers plus lourds
– fichiers plus lents à écrire, lire et transmettre

Exemples: TIFF, DPX, DNG, OpenEXR

Compressé sans perte

+ fichiers plus légers
+ plus rapides à lire, écrire, transmettre
− données plus complexes à traiter
− logiciels plus longs à exécuter

Exemples: JPEG 2000, FFV1

Compressé avec perte

- optimisé pour l'acquisition et/ou pour la postproduction
- optimisé pour la diffusion

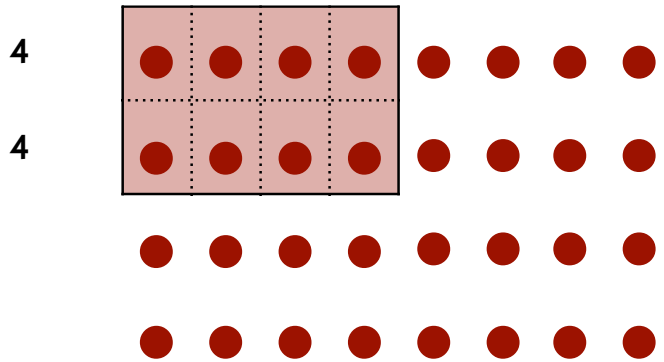
Exemples (mezzanine): ProRes 422, ProRes 4444, DNxHD, DNxHR

Exemples (accès): H.264 (AVC), H.265 (HEVC), AV1

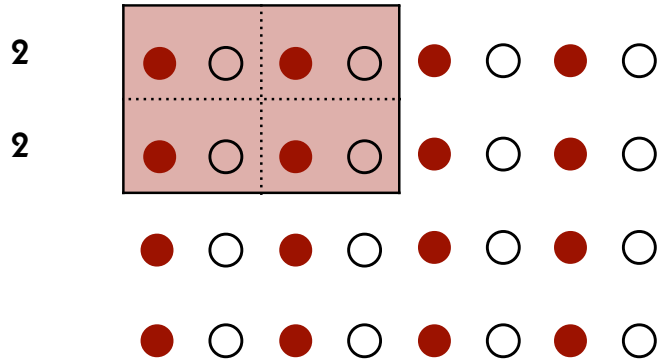
Sous-échantillonnage

- 4:4:4
- 4:2:2
- 4:2:0 / 4:1:1

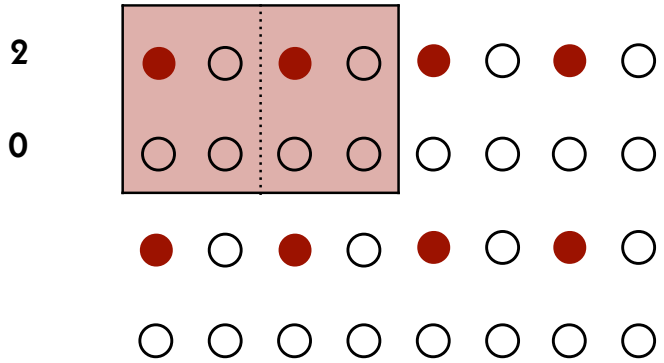
4:4:4



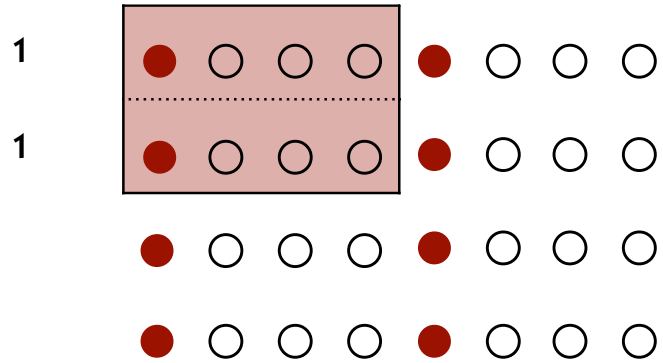
4:2:2



4:2:0



4:1:1

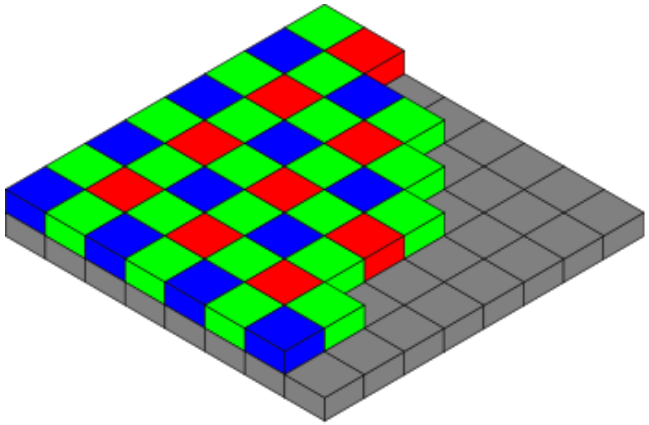


Compressé à la création

- optimisé tant pour l'acquisition que pour la postproduction

Exemples: CineForm RAW, ProRes RAW

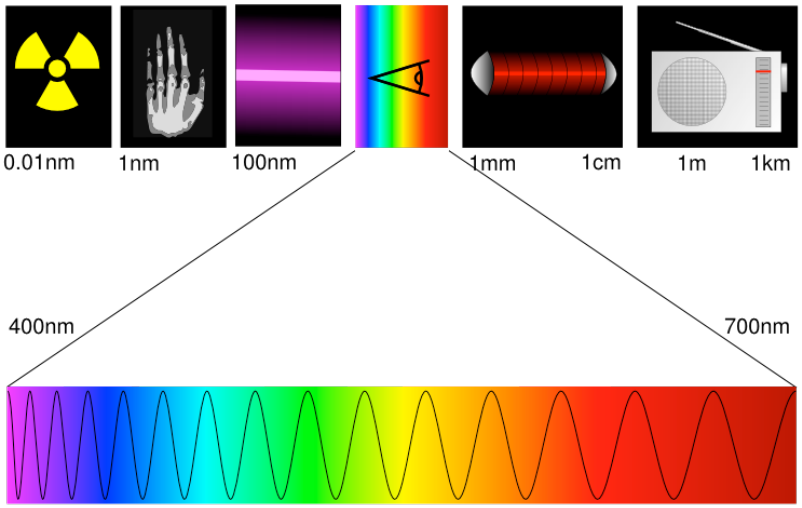
Bayer

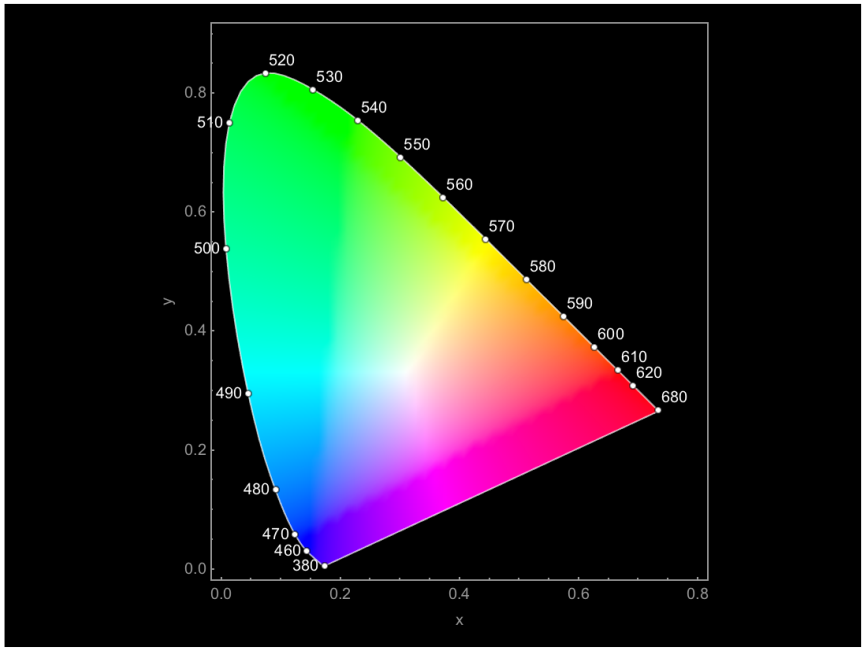


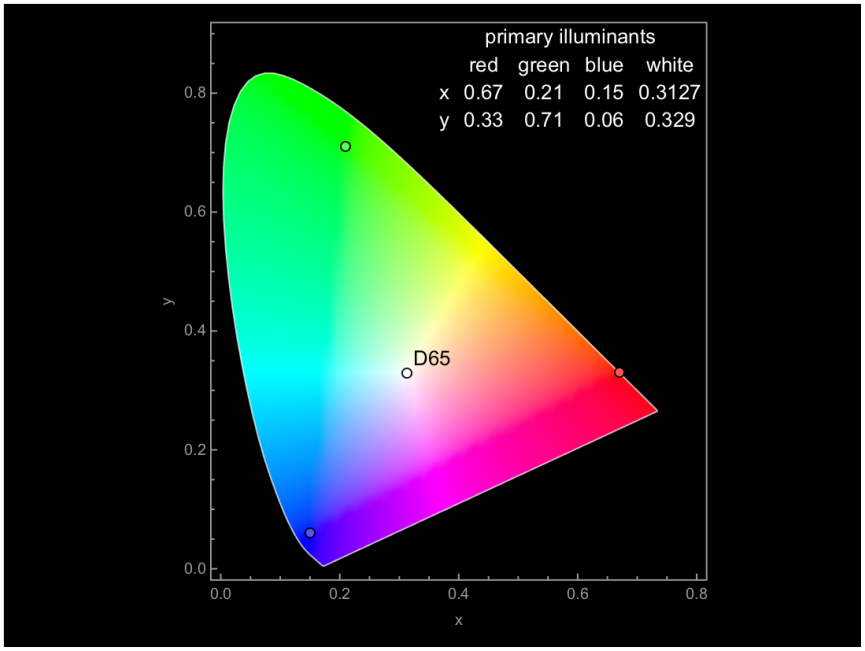
```
float bayer_matrix[16] {
    0, 128,  32, 160,
  192,  64, 224,  96,
   48, 176,  16, 144,
  240, 112, 208,  80
}
```

Illuminant

- D50
- D55
- D65
- D75



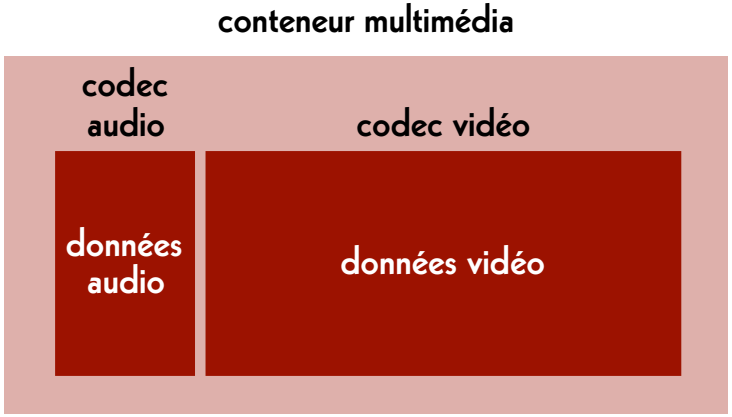




Structure

```
01110101001010101000101101010111100
01001101010101010101000010111010100
01110101001010101000101101010111100
00011101010101010101000010111010100
01101010100101010100010110101011110
00101010101010101000010111010100000
01110101001010101000101101010111100
01010101010101010000101110100110000
10010111010100101010100010110101010
11100101010101010100001011101010100
01110101001010101000101101010111100
01010101010101010011010101000000010
00101000101010101010010101010101010
```

Structure des fichiers



Conteneur multimédia (flux)

- MP4
- MOV
- AVI
- MXF
- Matroska (.mkv)
- Flash

Conteneur multimédia (images)

- dossier
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska (.mkv)
- CinemaDNG

Codec audio

- WAVE
- BWF
- FLAC
- AAC
- MP3

Codec vidéo (master)

images

- TIFF
- DPX
- JPEG 2000
- OpenEXR
- DNG

flux

- 8 bit raw
- 10 bit raw
- HuffYUV
- FFV1

Codec vidéo (mezzanine)

- ProRes 422, ProRes 4444, ProRes RAW
- DNxHD, DNxHR
- CineForm RAW

Codec vidéo (accès)

- H.264, H.265 (HEVC), AV1

Data is anything
but «raw».

Données audio

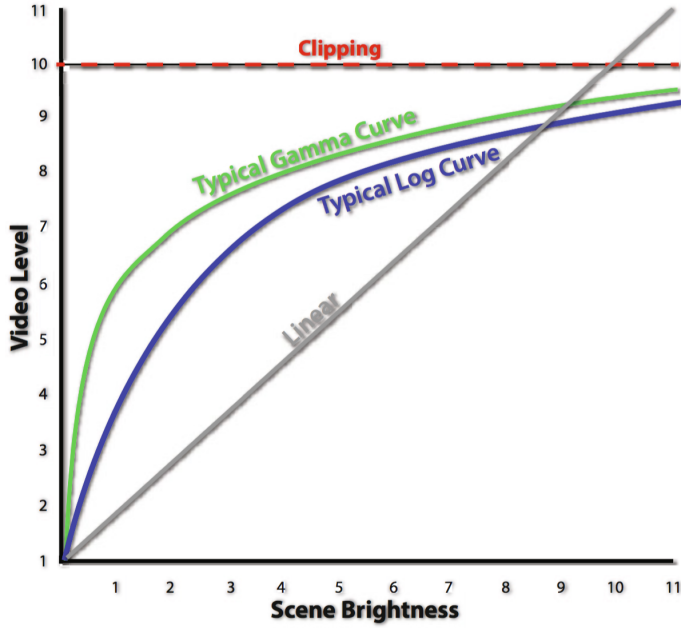
- pcm_s16le
- pcm_s24le
- pcm_s32le

Données vidéo

- rgb48le
- rgb24
- rgb72le
- yuv444p16le
- yuv422p10le
- uyvy422
- yuv420p
- yuv444p24le
- bayer_bggr16le
- bayer_bggr24le

Qu'y a-t-il dans mon DPX?

- codage logarithmique négatif
- codage logarithmique RGB ou codage quasi-logarithmique
- codage gamma ou codage polynomial
- codage scene-linear



Formats de fichier

Principles

- **The archive must be able to handle the file formats it holds.**

- open source
- simple to use and well documented
- widely used by the community

Different Purposes

archive master format:
➔ for preservation

mezzanine format:
➔ for professional use in post-production

dissemination formats:
➔ for widely spreading and easy access

Elena Rossi-Snook:

Archiving without access isn't preservation, it's hoarding.

Master d'archive (aujourd'hui)

film
- folder, TIFF, 4K/2K, RGB, 4:4:4, 16 bit
- MXF, DPX, 4K/2K, R'G'B', 4:4:4, 10 bit

vidéo
- AVI, raw, HD, $Y'C_BC_R$, 4:2:2, 10 bit
- Matroska, FFV1, HD, $Y'C_BC_R$, 4:2:2, 10 bit

audio
- BWF, 96 kHz, 24 bit
- FLAC, 96 kHz, 24 bit

Fichier mezzanine (aujourd'hui)

vidéo
- ProRes 4444, 2K
- DNxHR, 2K
- ProRes 422 HQ, HD
- DNxHD 175x, HD

audio
- BWF, 48 kHz, 24 bit
- WAVE, 48 kHz, 24 bit

Fichier d'accès (aujourd'hui)

MP4

vidéo
- H.264, SD, yuv420p, «lossy»
- H.264, HD, yuv420p, «lossy»

audio
- AAC, 44.1 kHz, 16 bit
- AAC, 48 kHz, 16 bit

Master d'archive et mezzanine

film
- Matroska, FFV1, 2K, «RGB», 4:4:4, 16 bit

vidéo
- Matroska, FFV1, HD, $Y'C_BC_R$, 4:2:2, 10 bit

audio
- Matroska, FLAC, 96 kHz, 24 bit

Fichier d'accès

WebM (a subset of Matroska)

vidéo

- VP8/VP9/AV1, HD

audio

- Vorbis/Opus

Discussion

conteneur:

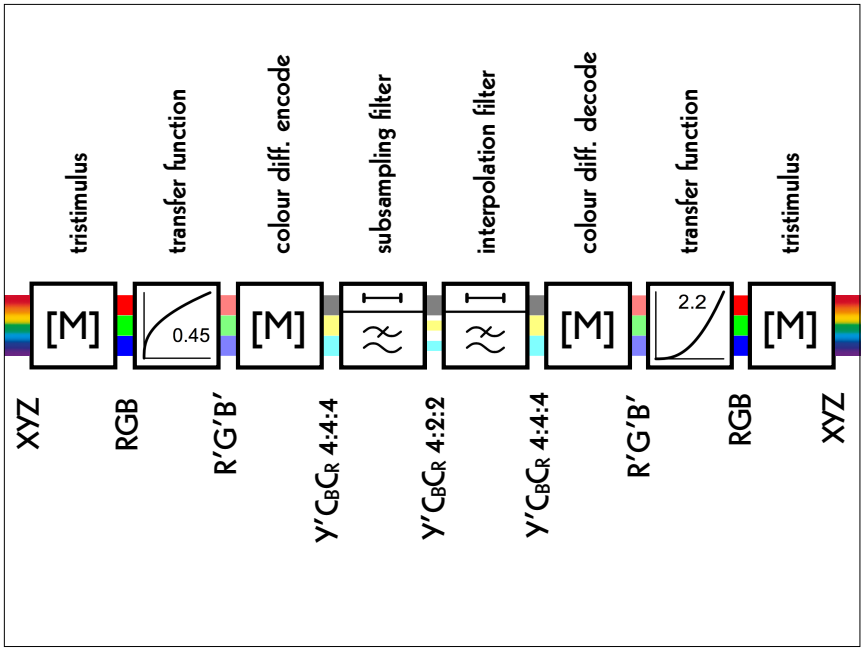
- folder
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska

codec:

- Cineon, DPX
- TIFF
- JPEG 2000
- FFV1
- OpenEXR
- CineForm RAW
- ProRes RAW

	avantages	inconvénients
TIFF DPX DNG OpenEXR	traitement plus simple	fichiers plus lourds
FFV1 JPEG 2000	fichiers plus légers	traitement plus complexe

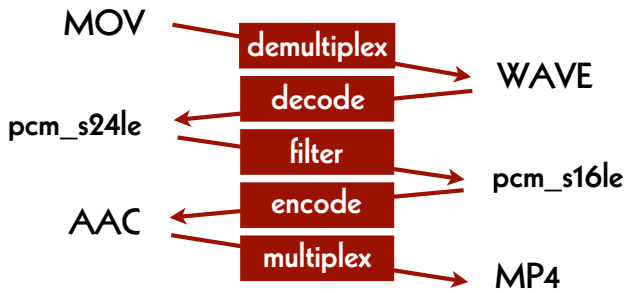
Transformations



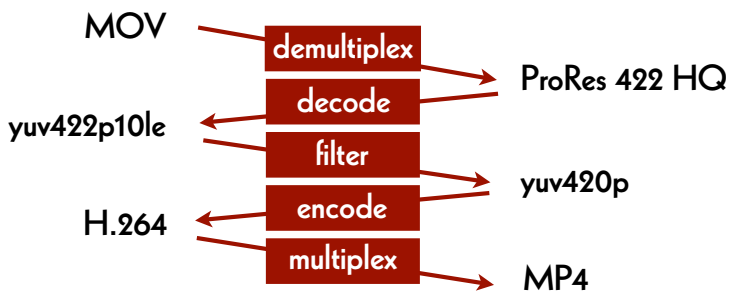
Transformations des données

- demultiplex
- decode
- filter
- encode
- multiplex

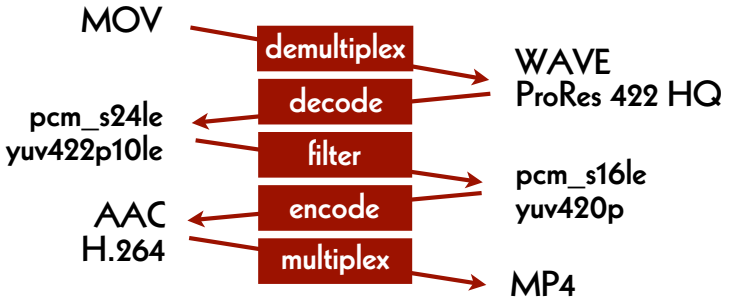
Exemple 1: audio



Exemple 2: vidéo



Exemple 3: audio et vidéo



Remerciements

- École polytechnique fédérale de Lausanne
- Massachusetts Institute of Technology
- Kinemathek Lichtspiel, Bern

- Charles Poynton
- Dave Rice et Misty De Meo
- Agathe Jarczyk et David Pfluger

AV Preservation by reto.ch

chemin du Suchet 5
1024 Écublens
Switzerland

Web: reto.ch
Twitter: @retoch
Email: info@reto.ch

CC BY