

# Archivage de l'audiovisuel

Dans la jungle des formats de fichier

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

**Toute la Mémoire du Monde 2019**  
Cinémathèque française, Paris, France  
13–17 mars 2019

1

## Table des matières

- histoire
- compression
- formats
- outils

2

# Histoire

3

## Le média et son support

- cinéma
- télévision
- vidéo
- informatique
- jeux

4

## Cinéma

- pellicule
- pellicule → fichier → pellicule
- pellicule → fichier
- fichier

5

## Télévision

- pellicule
- direct
- bande magnétique
- fichier

6

## Vidéo

- bande magnétique
- fichier

7

## Le média et son support

- cinéma: pellicule, fichier
- télévision: pellicule, bande magnétique avec signal analogique ou numérique, fichier
- vidéo: bande magnétique avec signal analogique ou numérique, fichier
- informatique: [...], fichier
- jeux: [...], fichier

8

March 17, 1953

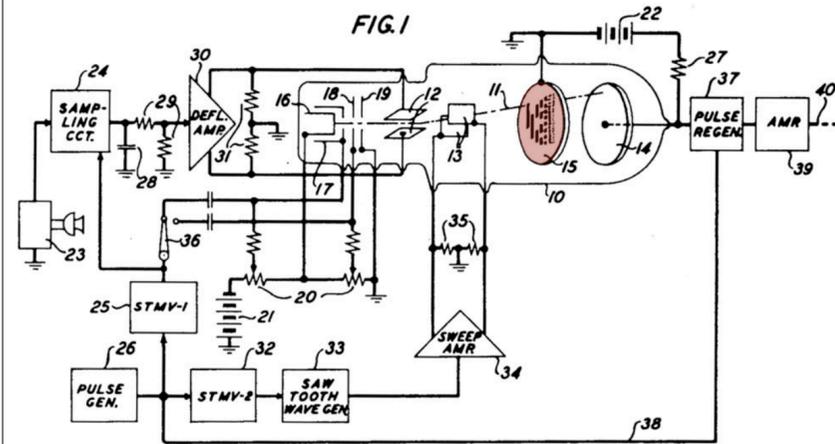
F. GRAY

2,632,058

PULSE CODE COMMUNICATION

Filed Nov. 13, 1947

4 Sheets-Sheet 1



9

# Compression

10

## Quelle compression?

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

11

## 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

12

## 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

13

## Compressé avec perte

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

Exemples: ProRes 422, ProRes 4444, DNxHD, DNxHR

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

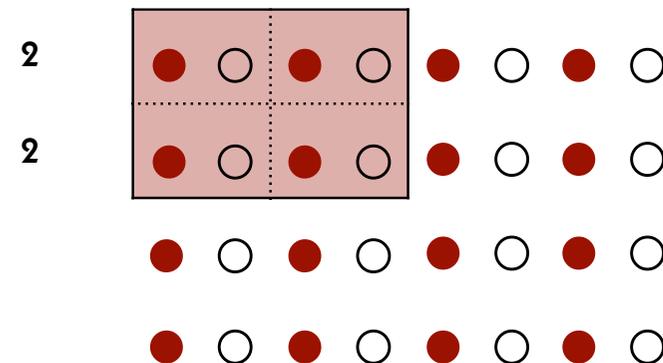
14

## Sous-échantillonnage

- 4:4:4
- 4:2:2
- 4:2:0

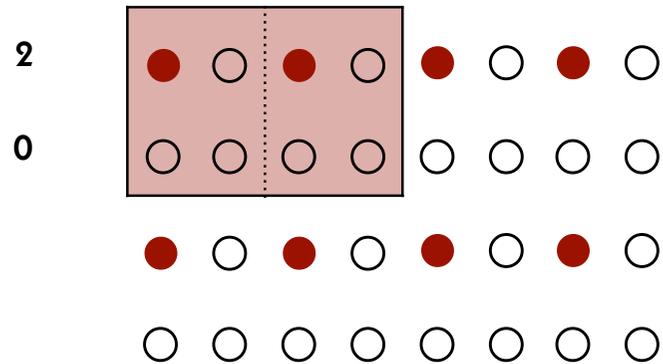
15

## 4:2:2



16

## 4:2:0



17

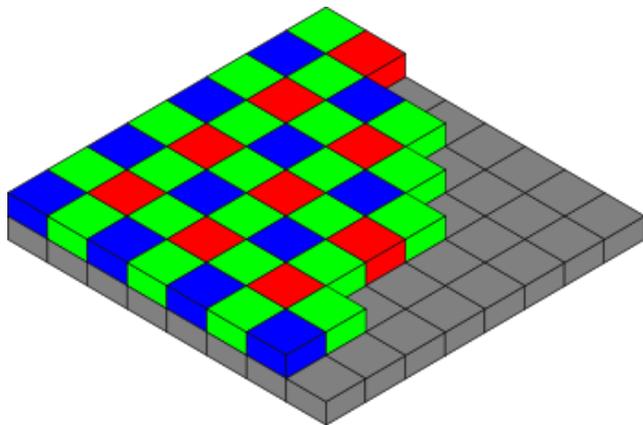
## Compressé à la création

- optimisé tant pour l'acquisition que pour la postproduction

Exemples: CineForm RAW, ProRes RAW

18

## Bayer



19

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

20

# Formats

21

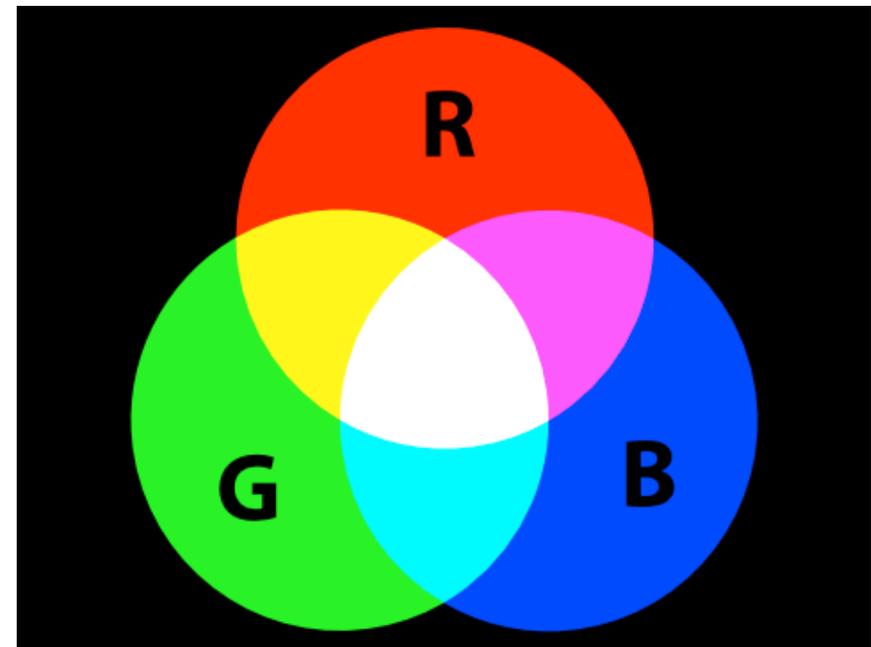
## Espaces colorimétriques

- XYZ, L\*a\*b\*
- RGB et R'G'B', CMY et C'M'Y'
- Y'IQ, Y'UV, Y'D<sub>B</sub>D<sub>R</sub>
- Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>, Y'CoC<sub>G</sub>
- Y'P<sub>B</sub>P<sub>R</sub>

22

**RGB et R'G'B'**  
CMY et C'M'Y'

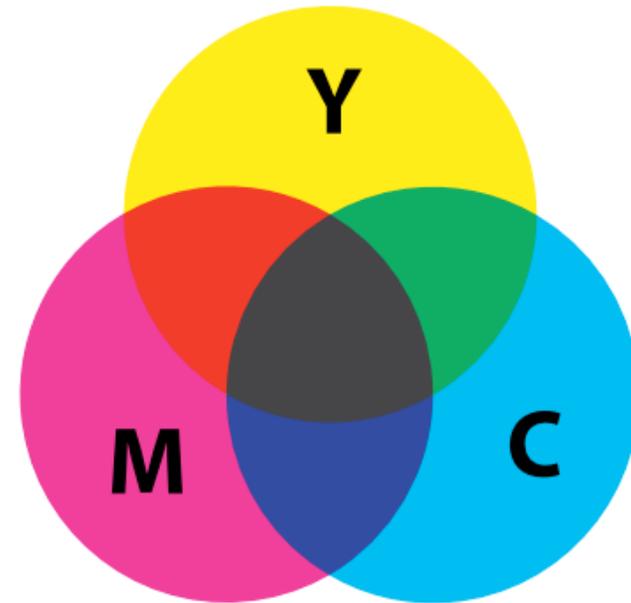
23



24

RGB et R'G'B'  
 CMY et C'M'Y'

25



26

Y' C<sub>B</sub> C<sub>R</sub>  
 Y' C<sub>O</sub> C<sub>G</sub>

27

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

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

28

Y' C<sub>B</sub> C<sub>R</sub>  
 Y' C<sub>O</sub> C<sub>G</sub>

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

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

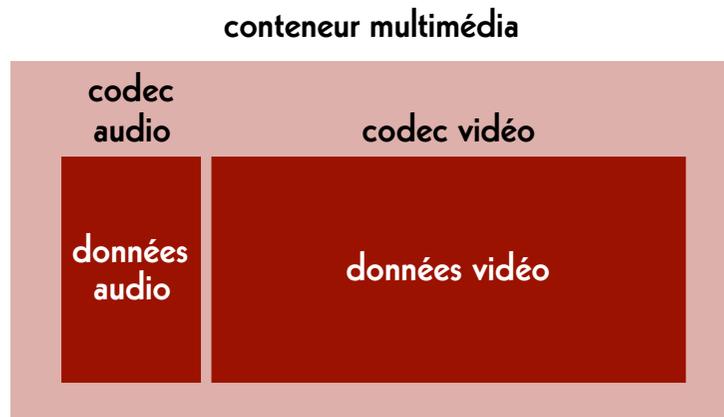
## RGB24

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

```

0111010100101010100010110101011110
010011010101010101010100001011101010
0111010100101010100010110101011110
000111010101010101010100001011101010
01101010100101010100010111010101111
001010101010101010000101110101010000
0111010100101010100010110101011110
010101010101010101000010111010100110
1001011101010010101010001011010101
1110010101010101010000101110101010
0111010100101010100010110101011110
010101010101010101001101010100000001
0010100010101010101001010101010101
  
```

## Structure des fichiers



33

## Formats d'image

- TIFF
- Cineon, DPX
- JPEG 2000
- DNG
- OpenEXR

34

## Formats de flux

- 8 bit non compressé
- 10 bit non compressé
- HuffYUV
- FFV1

35

## Normalisation

### SMPTE

- CineForm/VC-5, ProRes, AXF

### ISO

- TI/A [?]

### IETF

- EBML, Matroska, FFV1 et FLAC

36

## IETF

### Internet **E**ngineering **T**ask **F**orce

- spécifications à la base de l'internet
- organisme de normalisation ouvert
- basé sur le bénévolat

→ [ietf.org](http://ietf.org)

37

## CELLAR

### Codec **E**ncoding for **L**oss**L**ess **A**rchiving and **R**ealtime transmission

- EBML
- Matroska
- FFV1 et FLAC

→ [datatracker.ietf.org/wg/cellar/about/](http://datatracker.ietf.org/wg/cellar/about/)

38

## EBML

### Extensible **B**inary **M**eta **L**anguage

- «binary XML format»
- code source ouvert

→ [github.com/Matroska-Org/ebml-specification](https://github.com/Matroska-Org/ebml-specification)

39

## Matroska (.mkv)

- conteneur multimédia extensible
- basé sur EBML
- code source ouvert

→ [github.com/Matroska-Org/matroska-specification](https://github.com/Matroska-Org/matroska-specification)

40

## FFV1

**FF**mpeg **V**ideo codec **1** [FF = **F**ast **F**orward]

- «simple and efficient lossless intra-frame only video codec»
- code source ouvert

→ [github.com/ffmpeg/ffv1](https://github.com/ffmpeg/ffv1)

41

## FLAC

**F**ree **L**ossless **A**udio **C**odec

- «fastest and most widely supported lossless audio codec»
- code source ouvert

→ [github.com/cellar-wg/Cellar-FLAC](https://github.com/cellar-wg/Cellar-FLAC)

42

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

43

# Outils

44

## Transformations de fichier

**ffmpeg** (CLI)

→ [ffmpeg.org](https://ffmpeg.org)

**Cookbook for Archivists**

→ [avpres.net/FFmpeg/](https://avpres.net/FFmpeg/)

**ffmprovisr**

→ [amiaopensource.github.io/ffmprovisr/](https://amiaopensource.github.io/ffmprovisr/)

45

## Contrôle qualité

**QCTools** (GUI), **qcli** (CLI)

→ [bavc.org/preserve-media/preservation-tools](https://bavc.org/preserve-media/preservation-tools)

**QCTools Documentation**

→ [bavc.github.io/qctools/](https://bavc.github.io/qctools/)

**AV Artifact Atlas**

→ [bavc.github.io/avaa/](https://bavc.github.io/avaa/)

46

## Métadonnées techniques

**MediaInfo** (GUI, CLI)

→ [mediaarea.net/MediaInfo](https://mediaarea.net/MediaInfo)

**ffprobe** (CLI)

→ [ffmpeg.org](https://ffmpeg.org)

47

## Extraction du son optique

**AEO-Light** (GUI)

→ [usc-imi.github.io/aeo-light/](https://usc-imi.github.io/aeo-light/)

**AEO-Light Manual**

→ [github.com/usc-imi/aeo-light/releases/download/v2.2-beta/AEO-Light-2.2-beta-Manual.pdf](https://github.com/usc-imi/aeo-light/releases/download/v2.2-beta/AEO-Light-2.2-beta-Manual.pdf)

48

## Passerelle entre images et flux

### **RAWcooked** (CLI)

→ [mediaarea.net/RAWcooked](http://mediaarea.net/RAWcooked)

49

## Lecteurs multimédia

### **VLC** (GUI)

→ [www.videolan.org/vlc/](http://www.videolan.org/vlc/)

### **ffplay** (CLI)

→ [ffmpeg.org](http://ffmpeg.org)

### **mpv** (CLI)

→ [mpv.io](http://mpv.io)

50

## Encodeur DCP

### **DCP-o-matic** (GUI)

→ [dcpomatic.com](http://dcpomatic.com)

51

## AMIA Open Source

### **vrecord** (CLI)

→ [github.com/amiaopensource/vrecord](https://github.com/amiaopensource/vrecord)

### **audiorecorder** (CLI)

→ [github.com/amiaopensource/audiorecorder](https://github.com/amiaopensource/audiorecorder)

### **LTOpers** (CLI)

→ [github.com/amiaopensource/ltopers](https://github.com/amiaopensource/ltopers)

52

# Bibliographie

53

## Formats de fichier

Reto Kromer: **Matroska and FFV1: One File Format for Film and Video Archiving?**, in «Journal of Film Preservation», n° 96 (avril 2017), FIAF, pp. 41–45

→ [retokromer.ch/publications/JFP\\_96.html](http://retokromer.ch/publications/JFP_96.html)

54

## Migration des données

Reto Kromer: **On the Bright Side of Data Migrations**, in «IASA Journal», n° 49 (décembre 2018), IASA, pp. 18–22.

→ [retokromer.ch/publications/IASA\\_49.html](http://retokromer.ch/publications/IASA_49.html)

55

## AV Preservation by reto.ch

chemin du Suchet 5  
1024 Écublens  
Switzerland

Web: [reto.ch](http://reto.ch)  
Twitter: @retoch  
Email: [info@reto.ch](mailto:info@reto.ch)



56