

Formats de fichiers audiovisuels

Sophie Bunz, Reto Kromer, Émilie Magnin

**Traitement des fichiers audiovisuels
en pratique**

Berne, 22 janvier 2020

1

Table des matières

- audio numérique et vidéo numérique
- conteneur, codec, raw data
- différents formats pour différentes utilisations
- transformation de fichiers audiovisuels

2

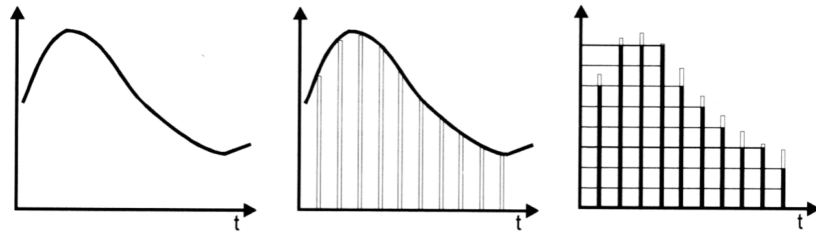
Audio numérique

3

Audio numérique

- échantillonnage
- quantification

4



numérisation = échantillonnage + quantification

5

Échantillonnage

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

6

Quantification

- 16 bit ($2^{16} = 65\,536$)
- 24 bit ($2^{24} = 16\,777\,216$)
- 32 bit ($2^{32} = 4\,294\,967\,296$)

7

Vidéo numérique

8

Vidéo numérique

- définition
- profondeur de couleurs
- linéaire, exponentielle, logarithmique
- espace colorimétrique
- sous-échantillonnage
- illuminant

9

Définition

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

10

Profondeur de couleurs

- 8 bit ($2^8 = 256$)
- 10 bit ($2^{10} = 1\,024$)
- 12 bit ($2^{12} = 4\,096$)
- 16 bit ($2^{16} = 65\,536$)
- 24 bit ($2^{24} = 16\,777\,216$)

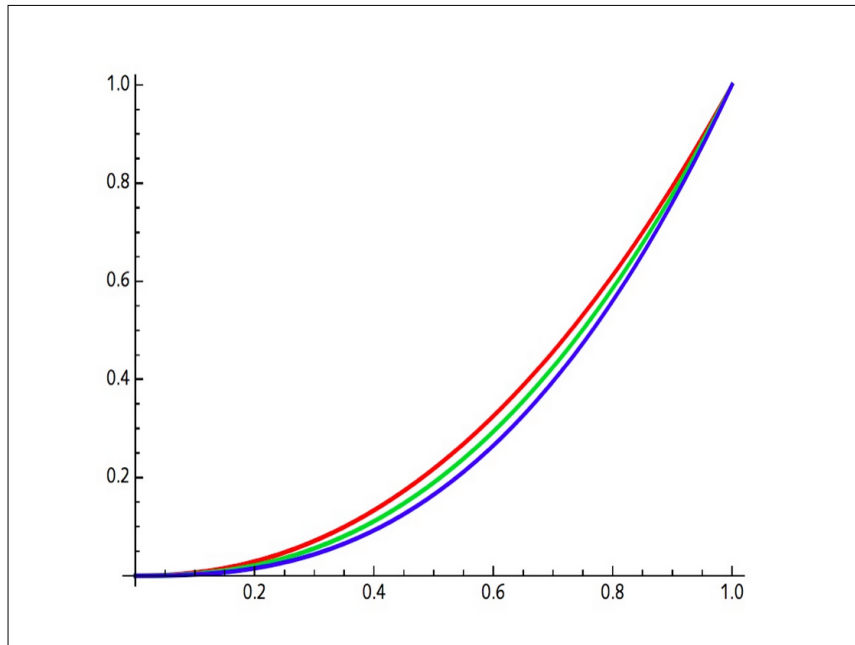
11

Linéaire, exponentielle, logarithmique

«gris moyen»

- fonction linéaire: 18%
- fonction exponentielle: 50%
- fonction logarithmique: 50%

12

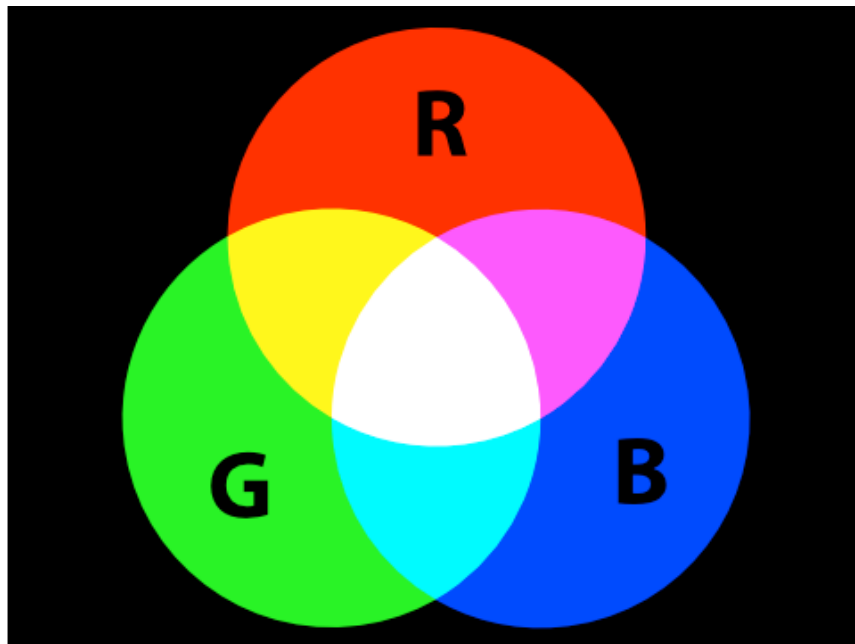


13

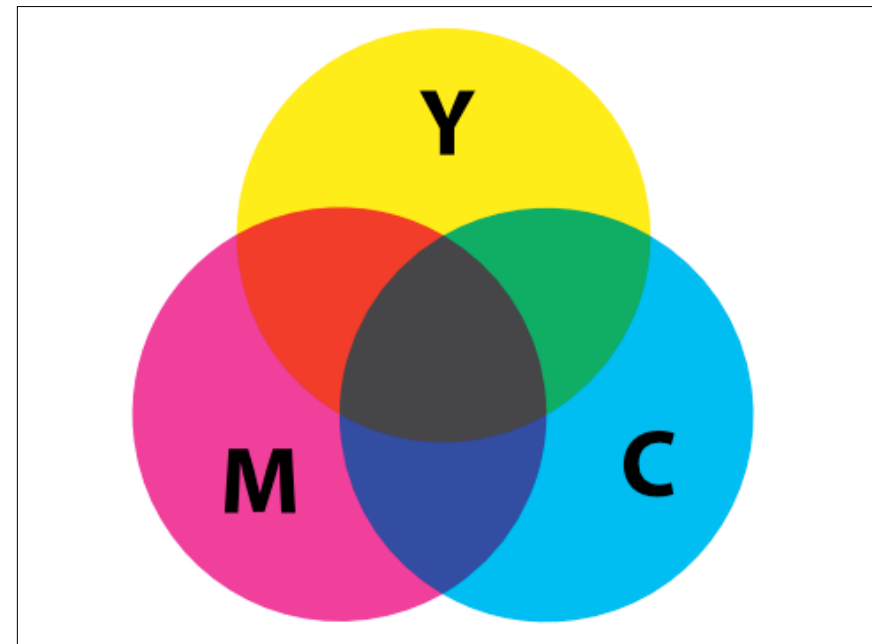
Espace colorimétrique

- XYZ, $L^*a^*b^*$
- RGB / R'G'B' / CMY / C'M'Y'
- Y'IQ / Y'UV / Y'D_BD_R
- Y'C_BC_R / Y'CoC_G
- Y'P_BP_R

14



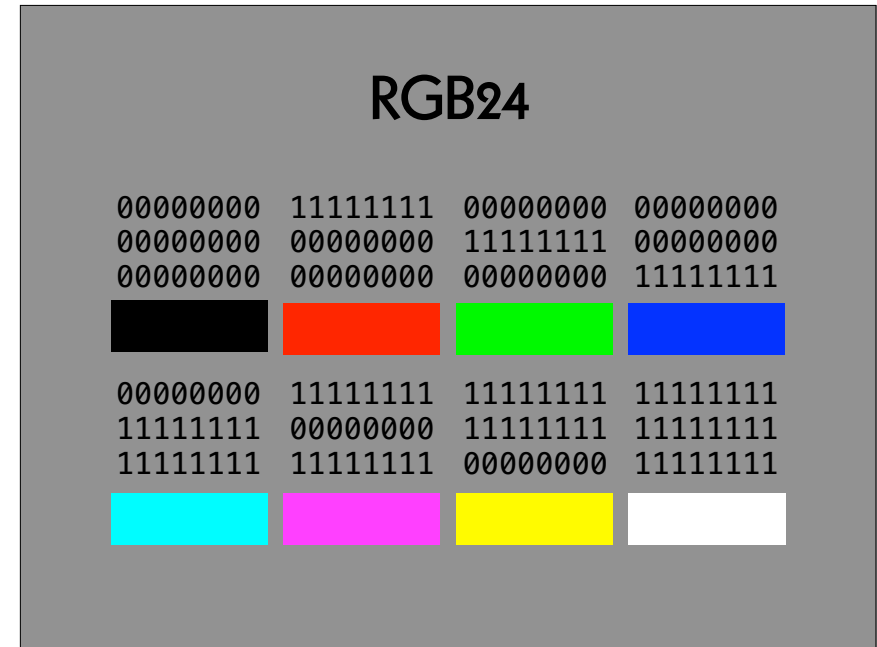
15



16



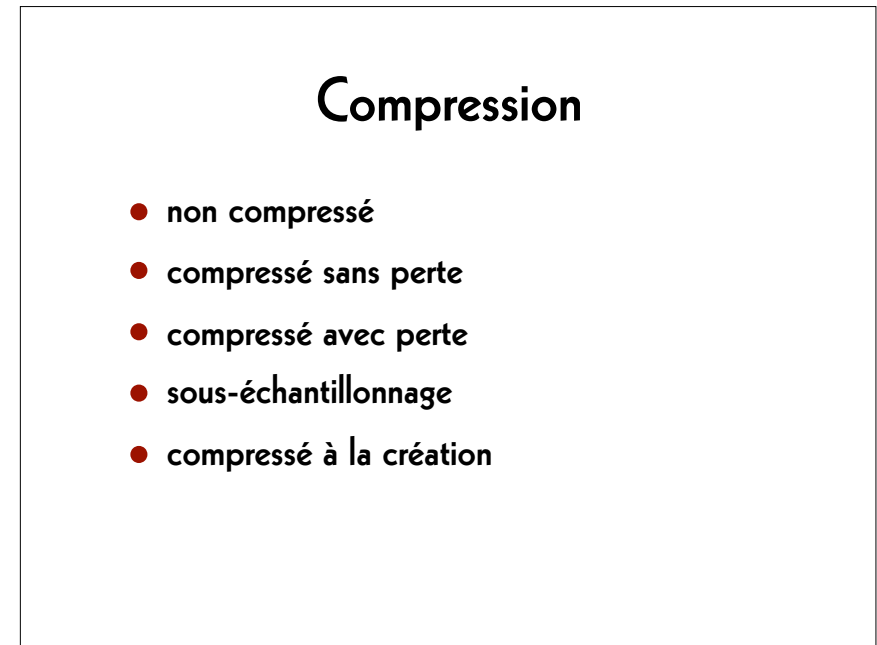
17



18



19



20

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

21

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

22

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

23

Sous-échantillonnage

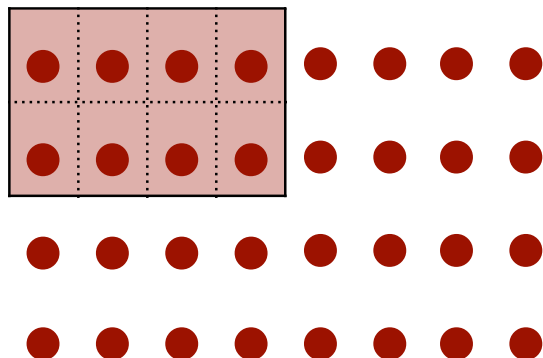
- 4:4:4
- 4:2:2
- 4:2:0 / 4:1:1

24

4:4:4

4

4

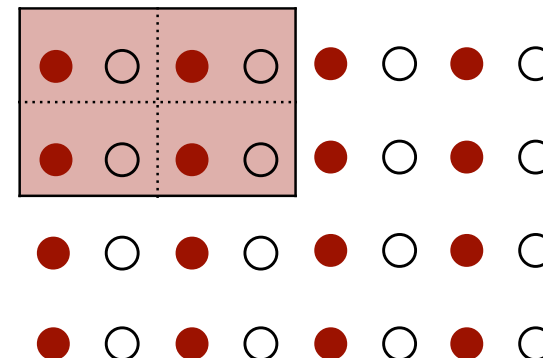


25

4:2:2

2

2

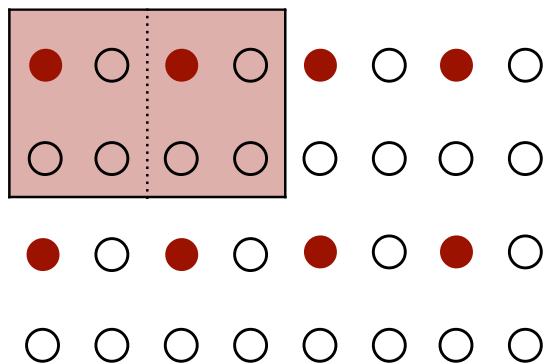


26

4:2:0

2

0

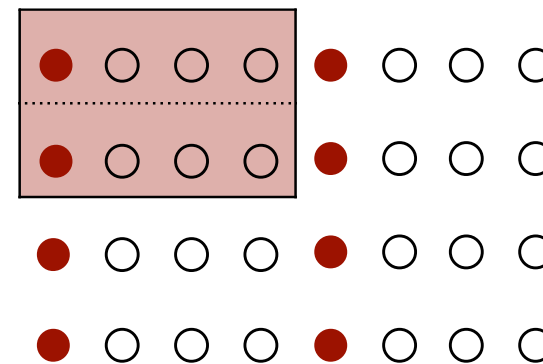


27

4:1:1

1

1



28

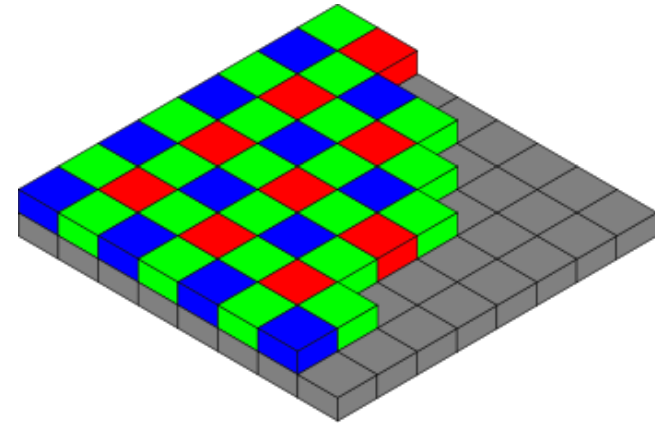
Compressé à la création

- optimisé tant pour l'acquisition que pour la postproduction

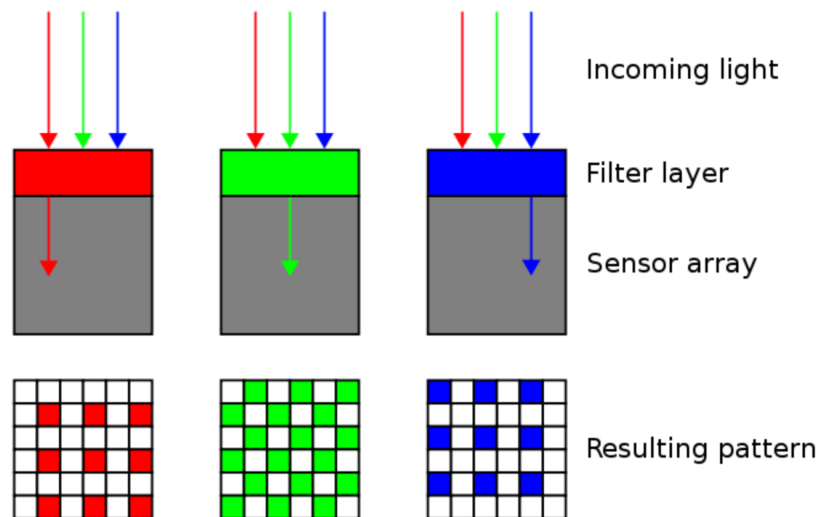
Exemples: CineForm RAW, ProRes RAW

29

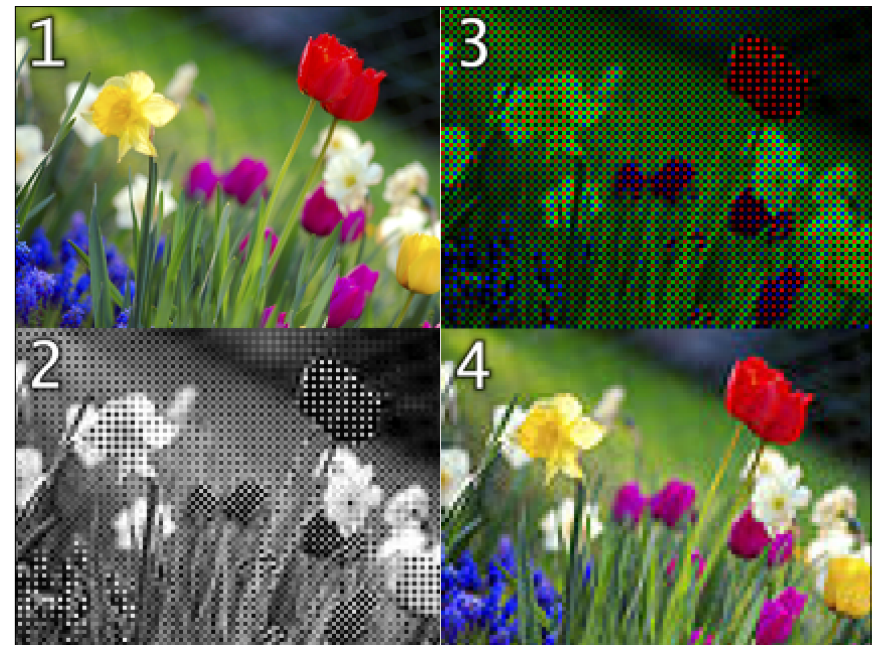
Bayer



30



31

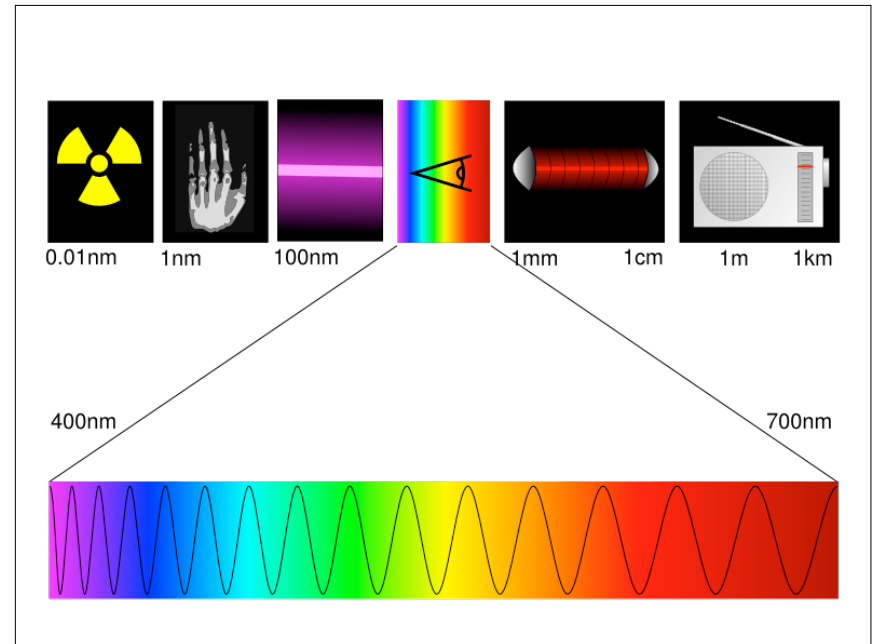


32

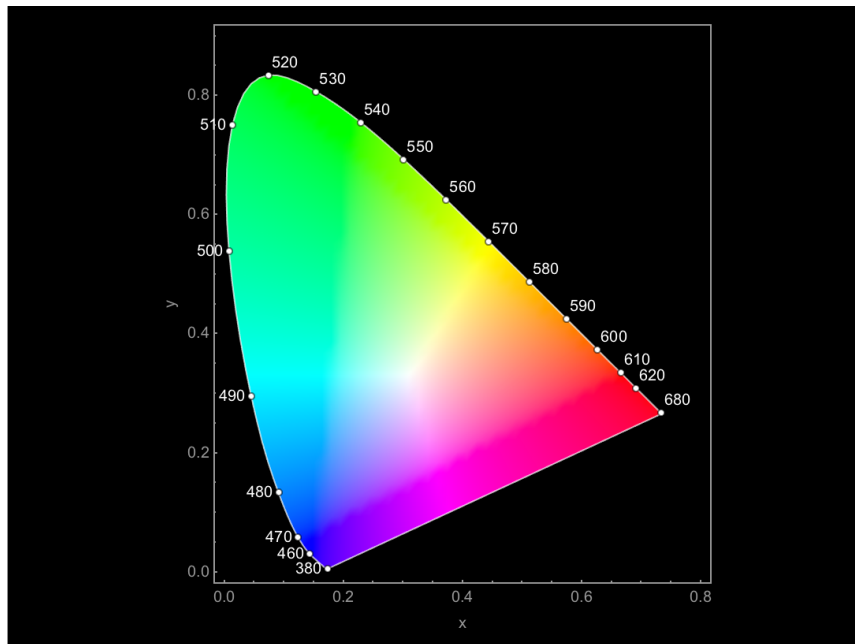
Illuminant

- D50
- D55
- D65
- D75

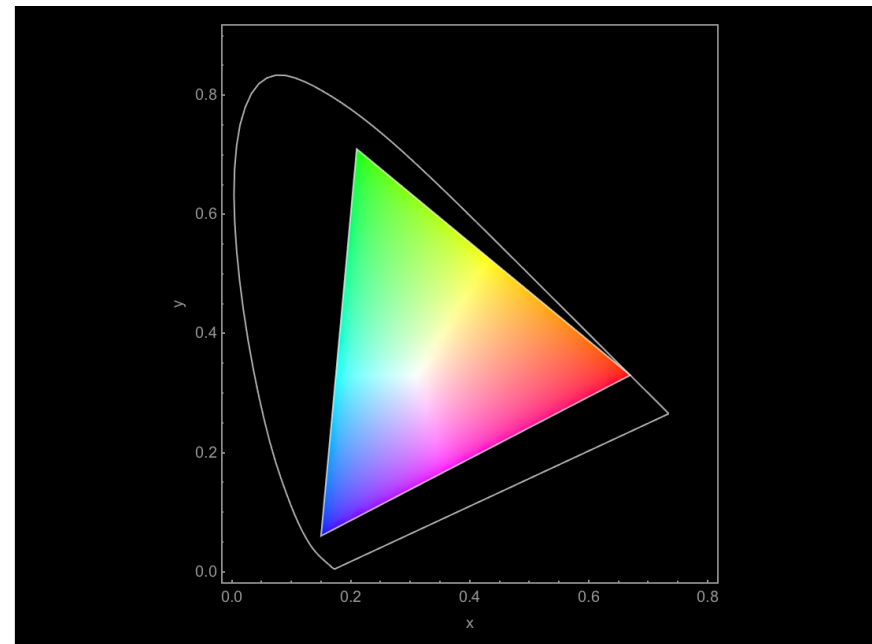
33



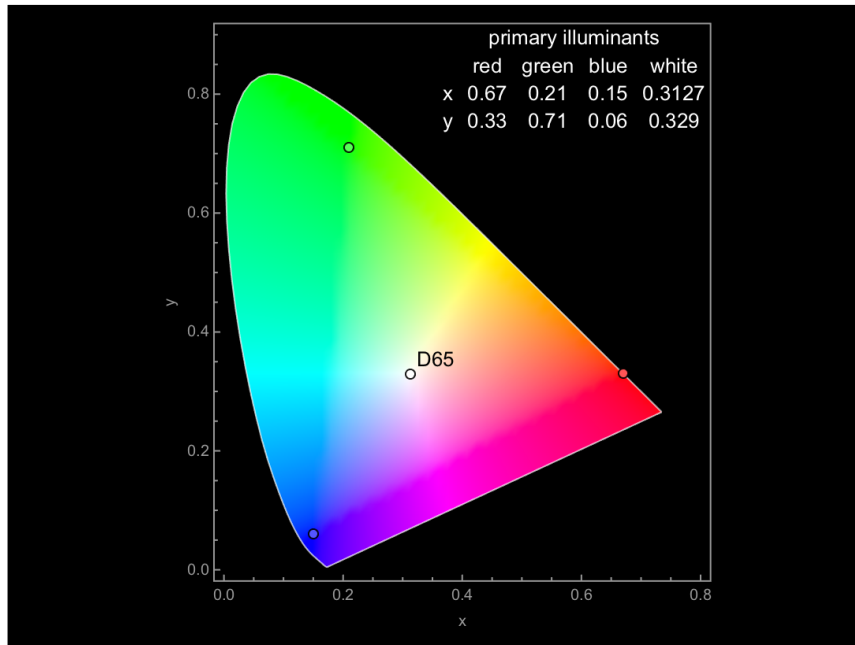
34



35



36



37

Structure des fichiers

38

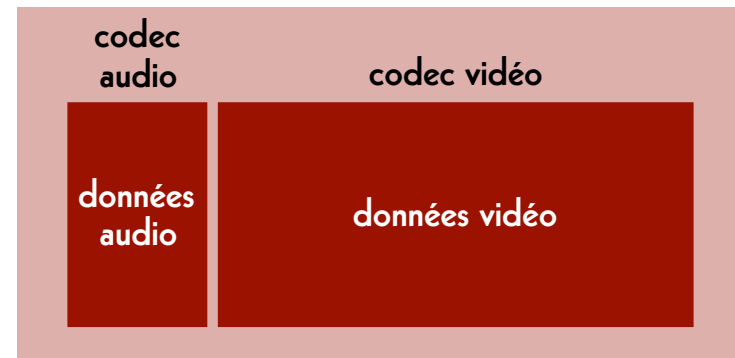
```

0111010100101010100010110101011110
010011010101010101010100001011101010
011101010010101010100010110101011110
000111010101010101010100001011101010
0110101010010101010001011010101111
001010101010101010000101110101010000
011101010010101010100010110101011110
010101010101010101000010111010100110
1001011101010010101010001011010101
1110010101010101010000101110101010
011101010010101010100010110101011110
010101010101010101001101010100000001
0010100010101010101010010101010101
  
```

39

Structure des fichiers

conteneur multimédia



40

Conteneur multimédia

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

41

Images individuelles

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

42

Codec audio

- WAVE
- BWF
- AAC
- MP3
- FLAC

43

Codec vidéo (master)

images

- TIFF
- DPX
- JPEG 2000
- OpenEXR
- DNG

vidéo

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

44

Codec vidéo (mezzanine)

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

45

Codec vidéo (accès)

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

46

**Data is anything
but «raw».**

47

Données audio

- pcm_s16le
- pcm_s24le
- pcm_s32le

48

Données vidéo

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

49

Que contient mon DPX?

- log neg encoding
- log RGB encoding or quasi-log encoding
- gamma encoding or power function encoding
- scene-linear encoding

50

Formats de fichiers

51

Principes

- Une archive doit être capable de traiter les formats de fichiers qu'elle possède.
- open source
- simple à utiliser et bien documenté
- largement utilisé par la communauté

52

Différents formats pour différentes utilisations

master d'archivage

→ pour la préservation et l'archivage

formats mezzanine

→ pour le montage et la postproduction

formats de distribution

→ pour la diffusion et l'accès

53

Elena Rossi-Snook:
**Archiving without access
isn't preservation,
it's hoarding.**

54

Master d'archivage (actuel)

film

- folder, TIFF, 2K, RGB, 4:4:4, 16 bit
- MXF, DPX, 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

55

Formats mezzanine (actuel)

vidéo

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

audio

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

56

Formats de distribution (actuel)

MP4

vidéo

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

audio

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

57

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

58

Formats de distribution

WebM (un sous-ensemble de Matroska)

vidéo

- H.265, HD, yuv420p
- AV1, HD, yuv420p

audio

- FLAC, 48 kHz, 16 bit

59

Bibliographie

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

→ https://retokromer.ch/publications/JFP_96.html

60

Avantages et inconvénients

61

conteneur:

- dossier
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska

codec:

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

62

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

63

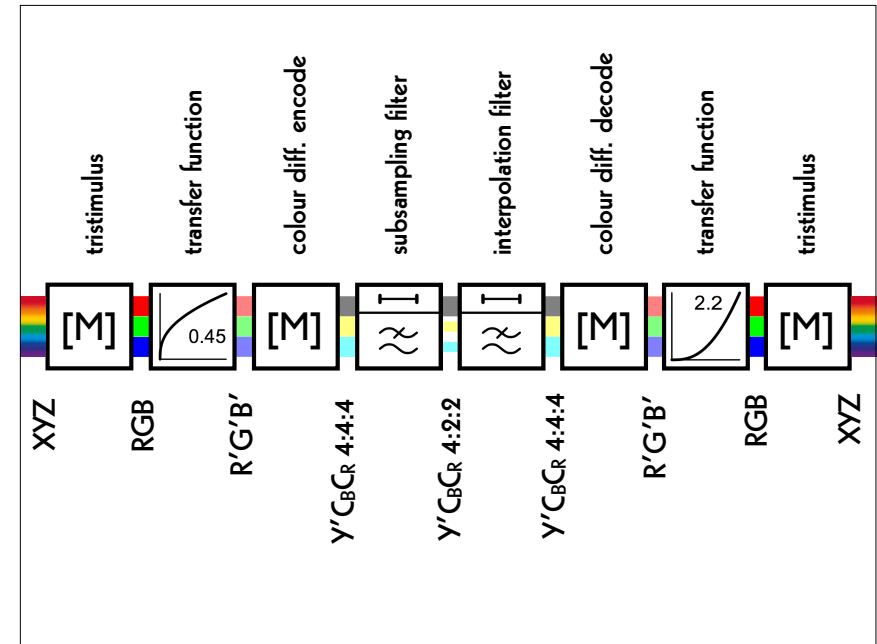
Transformations

64

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.140251 \\ 1 & -0.393931 & -0.580809 \\ 1 & 2.028398 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y'_{601} \\ U \\ V \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.956295 & 0.621025 \\ 1 & -0.272558 & -0.646709 \\ 1 & -1.104744 & 1.701157 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y'_{601} \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

65



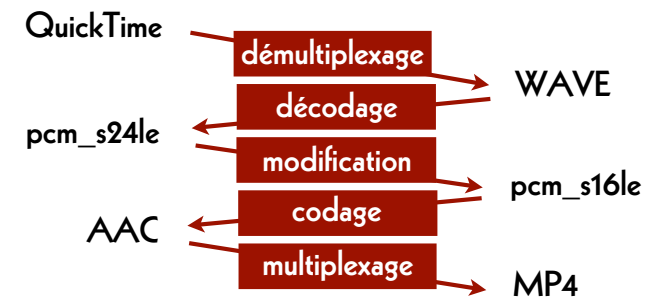
66

Transformations de fichiers

démultiplexage
décodage
modification
codage
multiplexage

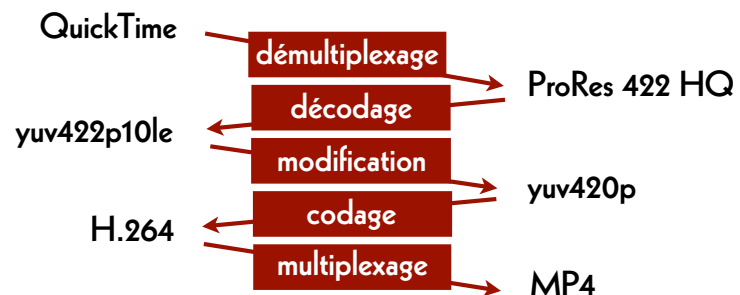
67

Exemple: audio



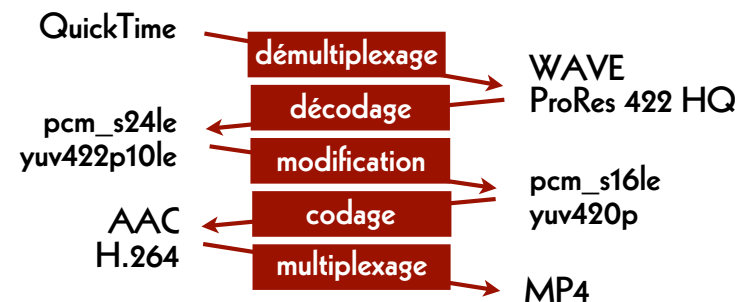
68

Exemple: vidéo



69

Exemple: audiovisuel



70

Remerciements

- École polytechnique fédérale
- Massachusetts Institute of Technology
- Kinemathek Lichtspiel, Bern
- Charles Poynton
- Dave Rice & Misty De Meo
- Agathe Jarczyk & David Pfluger

71

AV Preservation by reto.ch

chemin du Suchet 5
1024 Écublens
Switzerland

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



72