

# Traitemetnt vidéo

Guillaume Arseneault

2021-11-04



# Table des matières

<b>Lisez-moi</b>	<b>7</b>
Sources . . . . .	7
<b>1 582-543-MO Traitement vidéo</b>	<b>9</b>
1.1 Description du cours . . . . .	9
1.2 Objectifs . . . . .	9
1.3 Préalables . . . . .	10
1.4 Méthodologie . . . . .	10
1.5 Développement . . . . .	10
1.6 Contexte particulier d'apprentissage . . . . .	11
1.7 Contenus essentiels . . . . .	11
<b>2 Calendrier</b>	<b>15</b>
2.1 Séance 1; 3 février . . . . .	16
2.2 Séance 2; 10 février . . . . .	16
2.3 Séance 3; 17 février . . . . .	17
2.4 Séance 4; 24 février . . . . .	17
2.5 Séance X; 3 mars . . . . .	17
2.6 Séance 5; 10 mars . . . . .	17
2.7 Séance 6; 17 mars . . . . .	18
2.8 Séance 7; 24 mars . . . . .	18
2.9 Séance 8; 31 mars . . . . .	18
2.10 Séance X; 7 avril . . . . .	18
2.11 Séance 9; 14 avril . . . . .	18
2.12 Séance 10; 21 avril . . . . .	19
2.13 Séance 11; 28 avril . . . . .	19
2.14 Séance 12; 5 mai . . . . .	19
2.15 Séance 13; 12 mai . . . . .	19
2.16 Séance 14; 18 mai . . . . .	20
2.17 Séance X; 19 mai . . . . .	20
2.18 Séance 15; 25 mai . . . . .	20
<b>3 Exercices</b>	<b>21</b>
3.1 Présentation corpus vidéo . . . . .	21

3.2 Rédaction d'une question portant sur le traitement vidéo . . . . .	22
3.3 Jeu-questionnaire théorique . . . . .	22
3.4 Palette de scènes vidéo interactives . . . . .	22
3.5 Performance audiovisuelle temps réel et document accompagnateur	23
<b>4 Corpus d'art vidéo</b>	<b>25</b>
4.1 Les origines . . . . .	25
4.2 Eadward Muybridge . . . . .	25
4.3 Georges Méliès . . . . .	28
4.4 Dziga Vertov . . . . .	28
4.5 Futurisme et l'art vidéo . . . . .	28
4.6 Umberto Boccioni . . . . .	28
4.7 Anton Giulio Bragaglia . . . . .	28
4.8 Marcel Duchamp . . . . .	39
4.9 Stan Brakhage . . . . .	39
4.10 John Milton Cage . . . . .	40
4.11 Norman McLaren . . . . .	40
4.12 1960 et le début de la vidéo . . . . .	43
4.13 Nam June Paik . . . . .	43
4.14 Steina and Woody Vasulka . . . . .	43
4.15 Wolf Vostell . . . . .	43
4.16 Les Levine . . . . .	45
4.17 1970 . . . . .	45
4.18 Valie Export . . . . .	45
4.19 Frank Gillette . . . . .	45
4.20 Michael Snow . . . . .	45
4.21 Jud Yalkut . . . . .	45
4.22 Shigeko Kubota . . . . .	45
4.23 Marina Abramovic & Ulay . . . . .	45
4.24 Jean-Pierre Boyer . . . . .	45
4.25 David Rokeby . . . . .	45
4.26 Ryoji Ikeda . . . . .	48
4.27 Contemporains . . . . .	48
4.28 Alexandre Burton + Julien Roy . . . . .	48
4.29 Sabrina Ratté . . . . .	48
4.30 Allison Moore . . . . .	49
4.31 Guillaume Vallée . . . . .	49
4.32 TIND :: thisisnotdesign . . . . .	49
4.33 Dérapages . . . . .	49
4.34 Festivals . . . . .	49
<b>5 Historique du traitement vidéo</b>	<b>51</b>
5.1 Évolution des technologies associées . . . . .	51
5.2 Évolution historique du traitement vidéo dans les différentes formes d'art . . . . .	51
5.3 Langages et moyens expressifs de l'image en mouvement . . . . .	52

<i>TABLE DES MATIÈRES</i>	5
<b>6 Lexique technique et technologique</b>	<b>53</b>
6.1 Constituantes du signal vidéo . . . . .	53
6.2 Nature du signal . . . . .	54
6.3 Protocoles de transport . . . . .	55
<b>7 Acquerir</b>	<b>61</b>
7.1 Physique de l'imagerie numérique . . . . .	61
7.2 Rapport de cadre (Ratio) . . . . .	61
7.3 Acquisition vidéo numérique temps réel . . . . .	67
7.4 Percevoir l'imagerie numérique . . . . .	67
<b>8 Échantillonner</b>	<b>69</b>
8.1 Compression du signal . . . . .	69
8.2 Lexique de l'encodage . . . . .	72
8.3 Encodage/décodage de fichiers . . . . .	73
<b>9 Traiter</b>	<b>75</b>
9.1 Vocabulaire du traitement vidéo . . . . .	75
9.2 Transformations géométriques . . . . .	78
9.3 Altération des pixels . . . . .	78
9.4 Utilisation de mémoire tampon . . . . .	84
<b>10 Programmer</b>	<b>85</b>
10.1 Fonctions du traitement vidéo temps réel . . . . .	85
10.2 Utilisation de nuanciers (shaders) . . . . .	85
10.3 Programmation de la captation . . . . .	86
10.4 Logiciels de programmation . . . . .	86
10.5 Programmation d'effets temps réel . . . . .	86
10.6 Programmation de compositions visuelles génératives . . . . .	86
<b>11 Interagir</b>	<b>87</b>
11.1 Lecture . . . . .	87
11.2 Effets visuels et filtres applicables en temps réel sur des matériaux visuels . . . . .	87
11.3 Flot de données entre les objets du logiciel . . . . .	87
11.4 Utilisation d'interfaces de contrôle interactives . . . . .	87
11.5 Communication via protocoles paramétriques temps réel . . . . .	87
11.6 Usages de capture vidéo temps réel . . . . .	88
<b>12 Déployer</b>	<b>89</b>
12.1 Intégration des composantes dans une production interactive . . . . .	89
12.2 Configuration logicielle et matérielle d'une production interactive . . . . .	89
12.3 Tests et contrôle de la qualité . . . . .	90
<b>13 Médiathèque</b>	<b>91</b>
<b>14 Examples HTML</b>	<b>93</b>

<b>15 FFmpeg</b>	<b>95</b>
15.1 FFmpeg . . . . .	95
15.2 FFplay . . . . .	97
15.3 ffmpeg grab gl . . . . .	98
<b>16 Open Broadcast Studio</b>	<b>99</b>
16.1 Profil . . . . .	99
16.2 Collection de scène . . . . .	99
16.3 Scène . . . . .	99
16.4 Sources vidéos . . . . .	99
16.5 Caméra virtuelle . . . . .	100
16.6 Tutoriels OBS francophone démystifiant l'interface . . . . .	100
16.7 Plugiciel . . . . .	100
<b>17 Pure Data</b>	<b>105</b>
17.1 Intégration . . . . .	105
<b>18 Shaders</b>	<b>107</b>
<b>19 Matériel</b>	<b>109</b>
19.1 . . . . .	109

# Lisez-moi

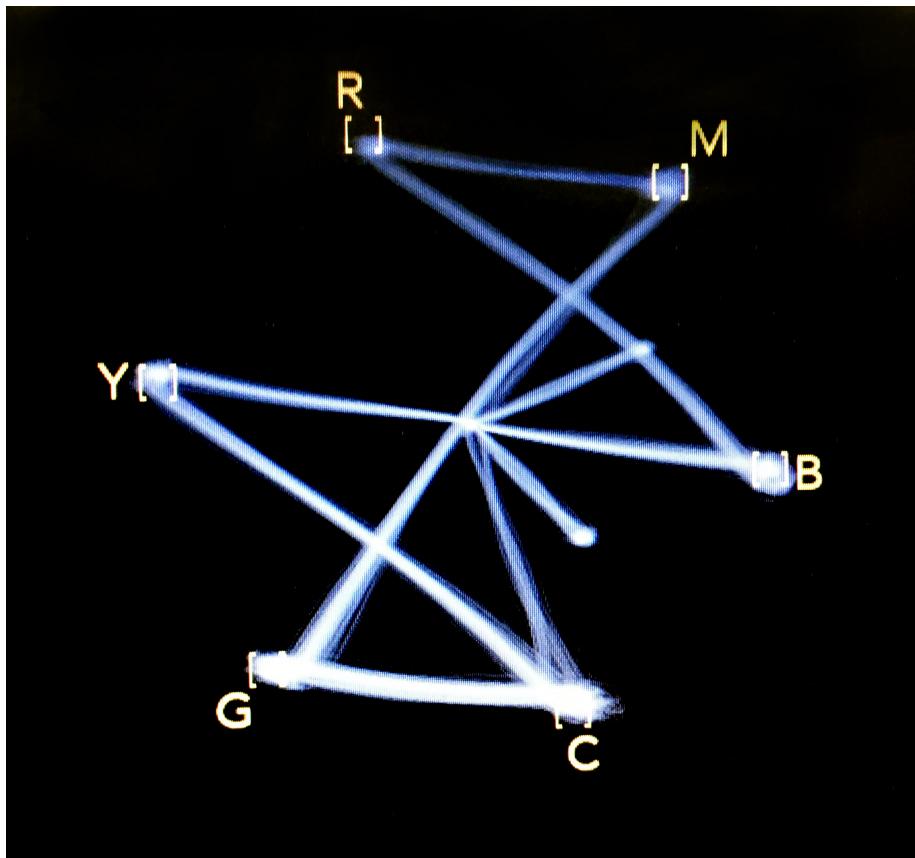


FIGURE 1: Barres de calibration couleur sur vectorscope (Marsh, 2016)

## Sources

Compilation via Bookdown (Xie et al., 2020)

- *GIT*(Torvalds, 2006) hébergé [github.com/tim-montmorency/543-traitement-video](https://github.com/tim-montmorency/543-traitement-video)
- *Libre*(Stallman, 1983)
- Écrit en *RMarkdown*(Allaire et al., 2020)
  - HTML
  - PDF
  - EPUB
- Bibliographie Bibtex

# **Chapitre 1**

## **582-543-MO Traitement vidéo**

### **1.1 Description du cours**

- Techniques D'INTÉGRATION MULTIMÉDIA
- Département des techniques d'intégration multimédia
- 582.A1
- Pondération : 1-2-2
- Unités: 1,66
- Heures-contact : 45
- Session : 4

Ce cours permet à l'étudiante ou l'étudiant d'enregistrer, de modifier et de traiter des images en temps réel. L'étudiant sera appelé à appliquer des effets visuels aux images vidéo et à adapter les images en fonction de l'intégration.

### **1.2 Objectifs**

#### **1.2.1 Intégrateur et ministériel**

- 015J Traiter les images en mouvement

#### **1.2.2 Apprentissages**

- Adapter l'image en mouvement (Importance relative: 40% )
- Programmer des effets visuels interactifs (Importance relative: 40% )
- Intégrer l'image en mouvement interactive à une production médiatique (Importance relative: 20% )

### 1.3 Préalables

#### 1.3.1 Préalable absolu au présent cours :

- 582 413 MO Montage vidéo

#### 1.3.2 Préalable absolu aux cours suivants :

- 582 513 MO Conception de projet multimédia
- 582 66B MO Expérience multimédia interactive
- 582 66G MO Production Web en entreprise

### 1.4 Méthodologie

L'approche pédagogique de ce cours emprunte à celle employée dans les séminaires de recherche-création en média numérique. Une attention particulière est attribuée au partage de l'expérimentation en lien avec le sujet du cours. Différentes activités pédagogiques seront à l'honneur, notamment :

- Exposés magistraux
- Démonstrations
- Séances de questions
- Présentations étudiantes
- Valorisation des apprentissages autonomes
- Utilisation créative de logiciels
- Travaux pratiques itératifs

### 1.5 Développement

#### 1.5.1 Attitudes professionnelles

- Curiosité
- Capacité de partage
- Créativité
- Esprit critique
- Sens esthétique

#### 1.5.2 Habilétés transdisciplinaires

- Profil technologies de l'information et de la communication (TIC)
- Les étudiantes et étudiants auront à exploiter les TIC de manière efficace et responsable.
- Recherche, traitement et présentation de l'information.

## 1.6 Contexte particulier d'apprentissage

- À distance; synchrone.
- Possibilité d'utiliser le laboratoire informatique et le studio si nécessaire.

### 1.6.1 Fiche technique

- Ordinateurs, projecteurs à haute luminosité ou télévision, haut-parleurs professionnels, casque audio, matériel disponible pour TIM
- Logiciels de montage vidéo et traitemet vidéo en temps réel
- Languages et protocoles de paramétrage
- Technicienne ou technicien en travaux pratiques

## 1.7 Contenus essentiels

### 1.7.1 Survol historique

- Évolution historique du traitement vidéo dans les différentes formes d'art
  - Performance
  - Installation
  - Évolution des technologies associées
- Langages et moyens expressifs de l'image en mouvement

### 1.7.2 Fondements techniques

- Formats de fichiers
- Encodage des vidéos
- Captation vidéo en temps réel
- Logiciels de traitement vidéo en temps réel et d'interactivité
- Logiciels de programmation nodale
- Notions de traitement vidéo
  - pixels
  - couleurs
  - texture
  - matrice
  - mémoire tampon
  - alpha channel
  - rendu OpenGL

### 1.7.3 Traitement de l'image en mouvement

- Usage de capture vidéo en temps réel

- Effets visuels et filtres applicables en temps réel sur des matériaux visuels
- Traitement visuel en temps réel à l'aide d'effets et de logiciels de programmation multimédia et nodale
- Flot de données entre les objets du logiciel
- Exploitation des fonctions des logiciels de traitement vidéo en temps réel
- Utilisation de nuanceurs (shaders)

#### 1.7.4 Programmation d'effets visuels

- Programmation de compositions visuelles génératives
- Réalisation d'un échantillonneur/mélangeur visuel
- Programmation pour contrôler la lecture vidéo,
  - montage temps réel
  - niveau des couleurs
  - alpha channel
- Programmation nodale pour créer des effets en temps réel
  - position
  - rotation
  - dimensions
  - mixage d'images
  - incrustation
  - distorsion
  - délais
  - rétroaction (feedback)
  - modification de couleurs
  - chromakey
  - lumière
  - fumée
  - texture
- Nuanceurs (shaders) : vertex, pixel et géométrie

#### 1.7.5 Image en mouvement et interactivité

- Intégration des composantes dans une production interactive
- Configuration logicielle et matérielle d'une production interactive
- Conceptualisation et scénarisation d'un projet visuel interactif
- Captation de mouvement et de présence
- Programmation de la captation de mouvement et de présence
- Utilisation d'interfaces de contrôle interactives
- Utilisation d'OSC, MIDI, DMX ou ArtNet pour interagir avec d'autres logiciels et interfaces de contrôle

### 1.7.6 Gestion de projets

- Schématisation
- Prototypage
- Gestion de banques d'images
- Optimisation des performances de l'application
- Test de contrôle de qualité
- Prérglages
- Optimisation de la programmation et commentaires
- Console de débogage
- Exportation de projets
- Formats de sauvegarde
  
- Application autonome
- Sauvegarde et archivage des médias
- Ajustement des effets visuels en fonction des tests



## Chapitre 2

# Calendrier

Calendrier Collège Montmorency 2020-2021

Séance	OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE	ACTIVITÉS AUTONOMES
1; 3 février	Plan de cours; Survol corpus artistique; Consignes Présentation corpus vidéo;	Recherche d'un sujet Présentation corpus vidéo
2; 10 février	Historique du traitement vidéo; Formatif Préapprobation Présentation corpus Vidéo	Préparation Présentation corpus vidéo
3; 17 février	Sommatif Présentation corpus Vidéo	
4; 24 février	Composantes du signal vidéo; Acquérir l'image en mouvement; Échantillonner l'image en mouvement; Consignes Question traitement vidéo	Préparation Question traitement vidéo
X; 3 mars	Journées de rattrapage (Pas de cours)	
5; 10 mars	Traiter l'image en mouvement; Formatif Préapprobation Question traitement vidéo	Soumettre Question traitement vidéo
6; 17 mars	Consignes Palette vidéo interactive; Sommatif Quiz traitement vidéo	Préparation Palette vidéo interactive
7; 24 mars	Programmer des sources visuelles	Préparation Palette vidéo interactive

Séance	OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE	ACTIVITÉS AUTONOMES
8; 31 mars	Interagir avec des sources vidéo	Préparation Palette vidéo interactive
X; 7 avril	Congé (Pas de cours)	
9; 14 avril	Suite Programmer des sources visuelles; et Interagir avec des sources vidéo	Préparation Palette vidéo interactive
10; 21 avril	Sommatif Palette vidéo interactive	
11; 28 avril	Déployer un projet vidéo temps réel; Consignes performance audiovisuelle temps réel	Préparation performance audiovisuelle temps réel
12; 5 mai	Suite Déployer un projet vidéo temps réel	Préparation performance audiovisuelle temps réel
13; 12 mai	Préparation performance audiovisuelle temps réel	Préparation performance audiovisuelle temps réel
14; 18 mai	Exceptionnellement un mardi, performance audiovisuelle temps réel;	Rédaction du document accompagnateur performance audiovisuelle temps réel
X; 19 mai	Épreuve uniforme de français (Pas de cours)	Rédaction document performance audiovisuelle temps réel
15; 25 mai	Remise du document accompagnateur performance audiovisuelle temps réel	

## 2.1 Séance 1; 3 février

### 2.1.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE

Plan de cour Survol corpus artistique Consignes Présentation corpus vidéo

### 2.1.2 ACTIVITÉS AUTONOMES

Recherche d'un sujet Présentation corpus vidéo

## 2.2 Séance 2; 10 février

### 2.2.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE

Historique du traitement vidéo Formatif Préapprobation Présentation corpus Vidéo

## 2.2.2 ACTIVITÉS AUTONOMES

Préparation Présentation corpus vidéo

## 2.3 Séance 3; 17 février

### 2.3.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE

Sommatif Présentation corpus Vidéo

### 2.3.2 ACTIVITÉS AUTONOMES

## 2.4 Séance 4; 24 février

### 2.4.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE

Composantes du signal vidéo Acquérir l'image en mouvement Échantillonner l'image en mouvement Consignes Question traitement vidéo

### 2.4.2 ACTIVITÉS AUTONOMES

Préparation Question traitement vidéo

## 2.5 Séance X; 3 mars

### 2.5.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE

Journées de rattrapage (Pas de cours)

### 2.5.2 ACTIVITÉS AUTONOMES

## 2.6 Séance 5; 10 mars

### 2.6.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE

Traiter l'image en mouvement Formatif Préapprobation Question traitement vidéo

### 2.6.2 ACTIVITÉS AUTONOMES

Soumettre Question traitement vidéo

**2.7 Séance 6; 17 mars****2.7.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Consignes Palette vidéo interactive Sommatif Quiz traitement vidéo

**2.7.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation Palette vidéo interactive

**2.8 Séance 7; 24 mars****2.8.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Programmer des sources visuelles

**2.8.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation Palette vidéo interactive

**2.9 Séance 8; 31 mars****2.9.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Interagir avec des sources vidéo

**2.9.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation Palette vidéo interactive

**2.10 Séance X; 7 avril****2.10.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Congé (Pas de cours)

**2.10.2 ACTIVITÉS AUTONOMES****2.11 Séance 9; 14 avril****2.11.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Suite Programmer des sources visuelles et Interagir avec des sources vidéo

## **2.11.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation Palette vidéo interactive

### **2.12 Séance 10; 21 avril**

#### **2.12.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Sommatif Palette vidéo interactive

#### **2.12.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

### **2.13 Séance 11; 28 avril**

#### **2.13.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Déployer un projet vidéo temps réel Consignes performance audiovisuelle temps réel

#### **2.13.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation performance audiovisuelle temps réel

### **2.14 Séance 12; 5 mai**

#### **2.14.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Suite Déployer un projet vidéo temps réel

#### **2.14.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation performance audiovisuelle temps réel

### **2.15 Séance 13; 12 mai**

#### **2.15.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Préparation performance audiovisuelle temps réel

#### **2.15.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Préparation performance audiovisuelle temps réel

**2.16 Séance 14; 18 mai****2.16.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Exceptionnellement un mardi, performance audiovisuelle temps réel

**2.16.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Rédaction du document accompagnateur performance audiovisuelle temps réel

**2.17 Séance X; 19 mai****2.17.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Épreuve uniforme de français (Pas de cours)

**2.17.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

Rédaction document performance audiovisuelle temps réel

**2.18 Séance 15; 25 mai****2.18.1 OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE**

Remise du document accompagnateur performance audiovisuelle temps réel

**2.18.2 ACTIVITÉS AUTONOMES**

# Chapitre 3

## Exercices

### 3.1 Présentation corpus vidéo

- Présentation de type partage d'écran de ~5 minutes
- Sommatif (15%)
- Individuel

#### 3.1.1 Consignes

- Choisir et présenter un court extrait médiatique comprenant un procédé de traitement vidéo original
  - Se référer à la section corpus pour une liste d'artistes potentiellement inspirants
- Présentez visuellement les informations suivantes
  - Contextualisation historique écrite de l'auteur comprenant
    - Nom,
    - année de naissance (si disponible) et décès (si disponible)
    - nationalité (ville, pays (si disponible)),
    - ex; personne vivante:

**Marina Abramovic, 1946 à Belgrade, Yougoslavie (aujourd'hui Serbie-Monténégro)**

— ex; personne décédée:

**Marcel Duchamp, 1887 à Blainville-Crevon (France), et mort le 2 octobre 1968 à Neuilly-s-**

- Présenter un ou des extraits visuels
- Contexte de diffusion de l'oeuvre
  - Titre
    - ex. Twenty four hour Psycho
  - médium, durée, date de parution
    - ex. Installation vidéo à 6 canaux, couleur, son, 12 minutes, 1997
- Décrire une technique de traitement vidéo employée

- Ex. La chronophotographie (décrire la technique) fut employé pour (décrire une motivation artistique)
- Présenter une hypothèse à la question suivante :
  - Est-ce que ce procédé de traitement vidéo étudié pourrait être produit en temps réel?
  - si oui, comment?
  - sinon, pourquoi?

## 3.2 Rédaction d'une question portant sur le traitement vidéo

- Rédaction dans un tableau en ligne
- Une question portant sur le traitement vidéo
- Une bonne réponse
- Trois réponses erronées
- Sommatif (10%)
- Individuel

### 3.2.1 Ex. question sur le traitement,

q: Quel type de traitement d'incrustation d'image x: b: c: d:

### 3.2.2 Consignes

- Rédiger une question pertinente et originale sur le traitement vidéo
- Incrire une réponse adéquate
- Inventer trois réponses erronées (formatif)
- Se référer aux contenus essentiels

## 3.3 Jeu-questionnaire théorique

- Formulaire en ligne à répondre avant la date prévue
- Sommatif (15%)
- Individuel

### 3.3.1 Consignes

- Répondre aux questions dans le formulaire avant l'échéance

## 3.4 Palette de scènes vidéo interactives

- Présentation de type partage d'écran ~5 minutes
- Sommatif 25%

- individuel

### 3.4.1 Consignes

- Assembler une palette de 8 scènes vidéo comprenant
  - échantillons vidéo
  - caméra vidéo
  - source HTML
  - source nuancier
  - etc.
- Démontrer
  - Capacité d'adapter l'image en mouvement
  - Capacité d'interagir avec des effets visuels interactifs
  - Maîtrise technique
  - Créativité
- Peut définitivement s'inspirer de la formule dérapage :
  - [https://derapage.ca/?fbclid=IwAR1VeYPaM7V9x1IoA0\\_eM9vtRQpD9VERCpwDl4oRTxOXK\\_n41Vol67EQH5E](https://derapage.ca/?fbclid=IwAR1VeYPaM7V9x1IoA0_eM9vtRQpD9VERCpwDl4oRTxOXK_n41Vol67EQH5E)

## 3.5 Performance audiovisuelle temps réel et document accompagnateur

- 35% individuel, produit en équipe
- Présentation courte au sein d'une diffusion audiovisuelle continue (Stream)
- Présenté lors de la ruche u
- Signal issu d'un processus de mélange de signaux en temps réel
- Variation en temps réel de paramètres vidéo programmés

### 3.5.1 Consignes

#### 3.5.1.1 Performance audiovisuelle temps réel

- Activité concertée avec le cours de Conception sonore interactive
- le traitement vidéo doit être effectué en temps réel
- Présentation de type streaming lors de la ruche (mardi)
- Tous les groupes doivent diffuser ce jour-là

#### 3.5.1.2 Consignes (document accompagnateur)

- Remise avant le 26 mai d'un texte individuel expliquant dans un langage approprié et précis les éléments suivant:
  - L'implication au sein du projet
  - Les intentions artistiques
  - Les défis techniques
  - La démarche
  - L'inspiration

- Le fonctionnement technique du travail
- Ce qui aurait pu améliorer le résultat
- N.B. : un document par étudiant, soumis à la fois au cours de Traitement vidéo ainsi qu'au cours de Conception sonore interactive. Seuls les éléments décrits dans ce texte compteront à l'évaluation. Ne pas oublier de détailler autant l'aspect visuel que le sonore.

## **Chapitre 4**

# **Corpus d'art vidéo**

(non exaustif bien sur)

### **4.1 Les origines**

### **4.2 Eadward Muybridge**

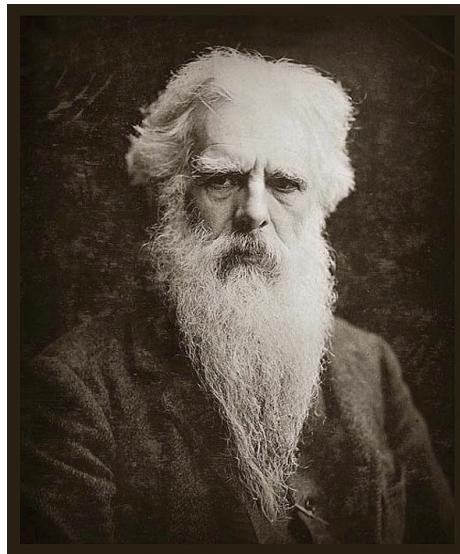


FIGURE 4.1: Eadward Muybridge (1830-1904)

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%A9nacistiscope>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Eadweard\\_Muybridge](https://fr.wikipedia.org/wiki/Eadweard_Muybridge)



FIGURE 4.2: Zoopraxiscope, 1893



FIGURE 4.3: Phénakistiscope, 1893

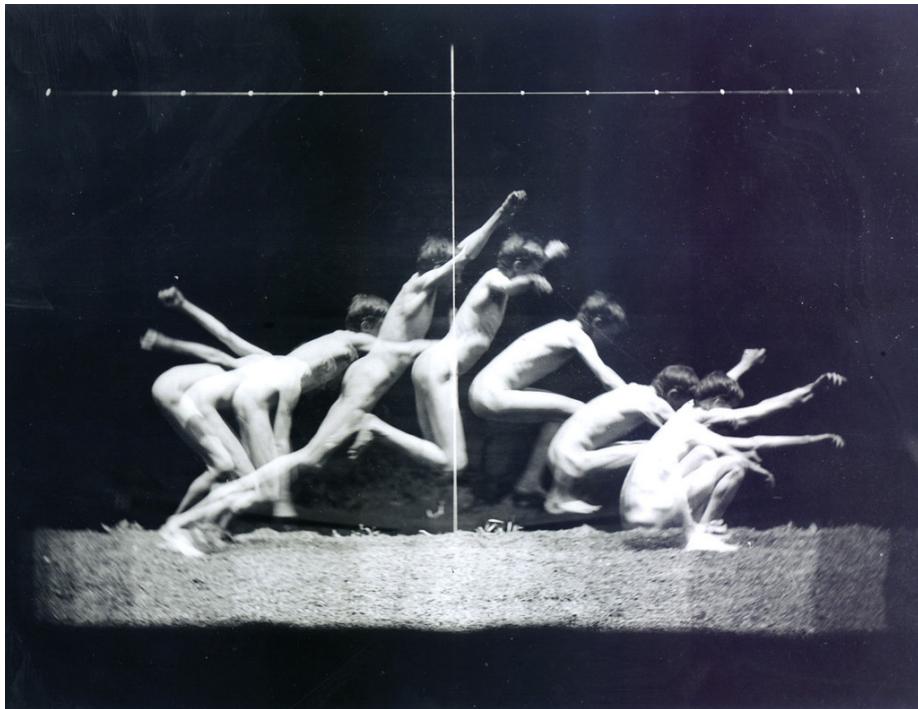


FIGURE 4.4: Chronophotographie “Eadweard Muybridge” by floorvan is licensed with CC BY-SA 2.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>

— <http://www.artwiki.fr/?EdwardMuybridge>

### 4.3 Georges Méliès



FIGURE 4.5: Georges Méliès, 1861-1938

— <http://www.artwiki.fr/?GeorgesMelies>  
— [https://fr.wikipedia.org/wiki/Georges\\_M%C3%A9li%C3%A8s](https://fr.wikipedia.org/wiki/Georges_M%C3%A9li%C3%A8s)

### 4.4 Dziga Vertov

— [https://www.moma.org/explore/inside\\_out/2010/04/20/dziga-vertov/](https://www.moma.org/explore/inside_out/2010/04/20/dziga-vertov/)  
— <http://www.artwiki.fr/?DzigaVertov>

### 4.5 Futurisme et l'art vidéo

### 4.6 Umberto Boccioni

### 4.7 Anton Giulio Bragaglia

— <https://www.italianways.com/past-and-futurism-in-bragaglias-photodynamics/>



FIGURE 4.6: Le Voyage dans la Lune, 1902



FIGURE 4.7: La Sirène, 1904



FIGURE 4.8: coloration manuel



FIGURE 4.9: Dziga Vertov, 1896-1954



FIGURE 4.10: The Man with the Movie Camera. 1929

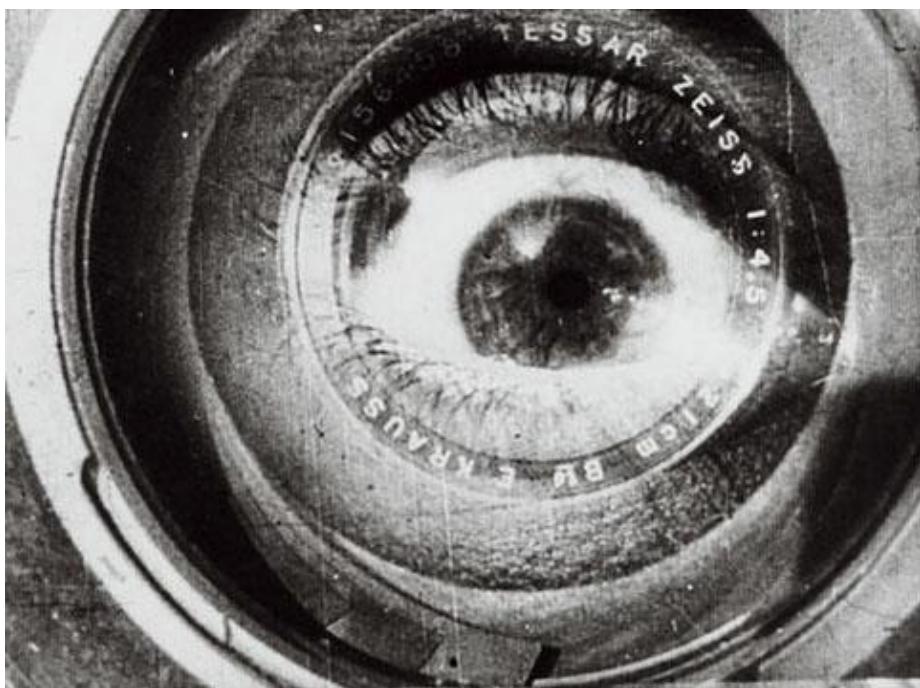


FIGURE 4.11: <http://www.medienkunstnetz.de/works/der-mann-mit-derkamera/>

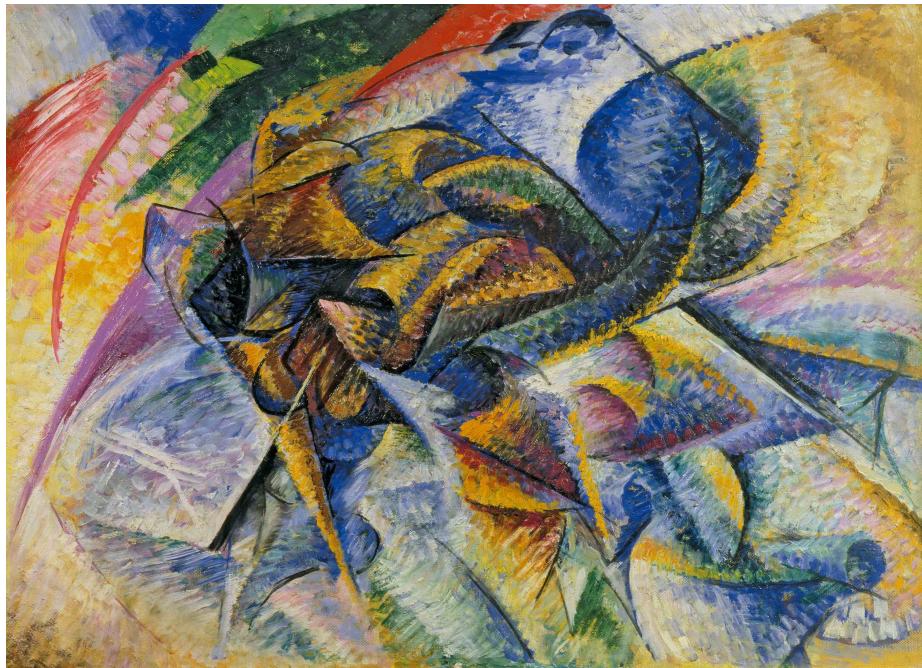


FIGURE 4.12: Par Umberto Boccioni — Peggy Guggenheim Collection, Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38418936>



FIGURE 4.13: Anton Giulio Bragaglia, 1890-1960



FIGURE 4.14: “Man playing the double bass”, 1911



FIGURE 4.15: “The slap”, 1910

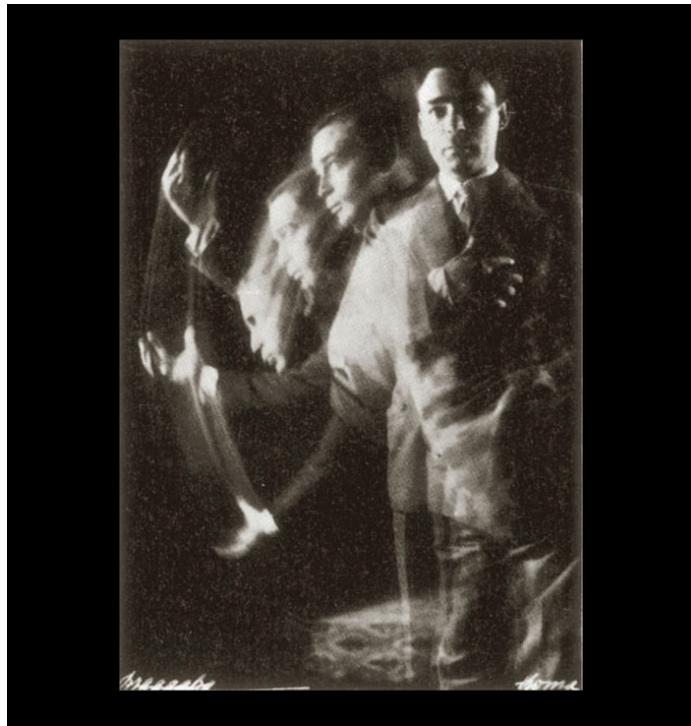


FIGURE 4.16: "Bow", 1911



FIGURE 4.17: "Self portrait", 1913



FIGURE 4.18: "Smoker", 1913



FIGURE 4.19: "Waving", 1911

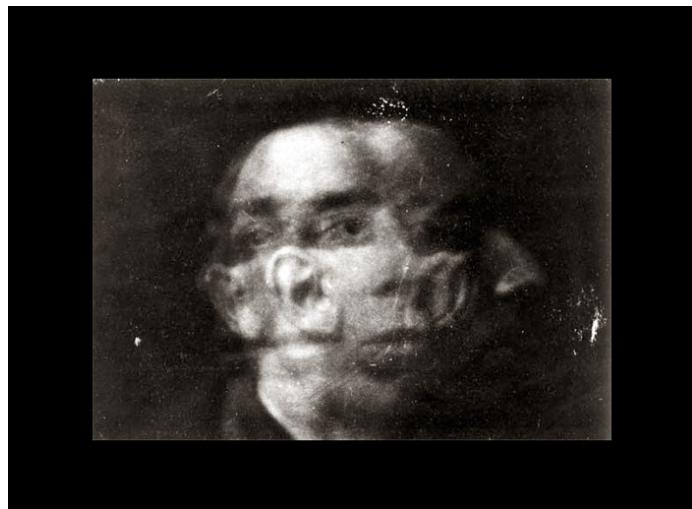


FIGURE 4.20: “Poly-physiognomic portrait of U. Boccioni”, 1913



FIGURE 4.21: “Photodynamic portrait of a woman”, 1924



FIGURE 4.22: “Typist”, 1911



FIGURE 4.23: “L'éventail”, 1928

— <http://www.artwiki.fr/?FuturismeArtvideo>

## 4.8 Marcel Duchamp



FIGURE 4.24: Marcel Duchamp, 1887-1968

Rotoreliefs, 1926

La participation du spectateur, l'oeuvre ouverte:

«Ce sont les regardeurs qui font les tableaux»

«Somme toute, l'artiste n'est pas seul à accomplir l'acte de création car le spectateur établit le contact de l'oeuvre avec le monde extérieur en déchiffrant et en interprétant ses qualifications profondes et par là, ajoute sa propre contribution au processus créatif.»

– Marcel Duchamp

Il invente par ses Rotoreliefs l'Art cinétique

— <http://www.artwiki.fr/?MarcelDuchampEcologie>

— [https://fr.wikipedia.org/wiki/Marcel\\_Duchamp](https://fr.wikipedia.org/wiki/Marcel_Duchamp)

## 4.9 Stan Brakhage

Mothlight - Stan Brakhage [1963]

On retrouve cette technique d'intervention sur la pellicule de manière encore plus marquée pour Mothlight, en 1963. Pour ce court-métrage, Brakhage ne s'est pas servi de caméra : il a inséré entre deux pellicules des feuilles et des insectes, ce qui donne de nouveau un rythme de défillement extrêmement rapide. art wiki

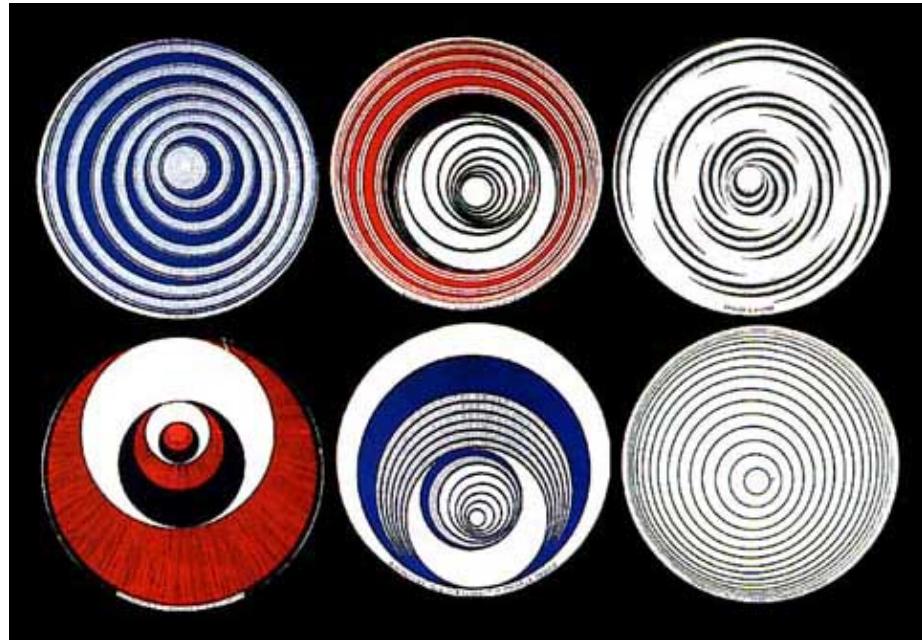


FIGURE 4.25: Rotoreliefs, 1926

The Dante Quartet - Stan Brakhage [1987]

- <http://www.artwiki.fr/?StanBrakhage>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Stan\\_Brakhage](https://en.wikipedia.org/wiki/Stan_Brakhage)

## 4.10 John Milton Cage

- <http://www.artwiki.fr/?JohnCage>

## 4.11 Norman McLaren

Pen Point Percussion (1958)

Mosaic (1965)

Synchromy (1971)

A Phantasy in Colors (1949)

- <https://www.onf.ca/cineastes/norman-mclaren/>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Norman\\_McLaren](https://fr.wikipedia.org/wiki/Norman_McLaren)
- <http://www.artwiki.fr/?NormanMcLaren>



FIGURE 4.26: Plaque rotative sur verre, ~1920-1923

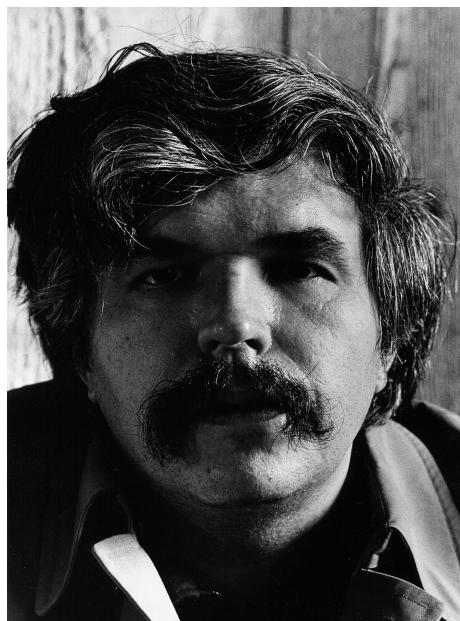


FIGURE 4.27: Stan Brakhage, 1933-2003



FIGURE 4.28: Norman McLaren, 1914-1987

## 4.12 1960 et le début de la vidéo

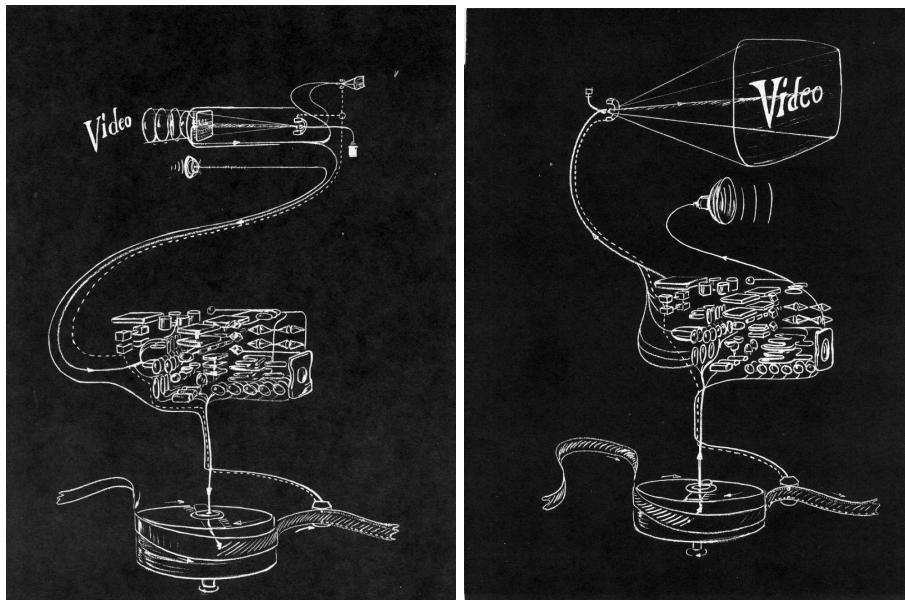


FIGURE 4.29: Enregistrer et reproduire depuis un support magnétique

- [https://cool.culturalheritage.org/videopreservation/vid\\_guide/](https://cool.culturalheritage.org/videopreservation/vid_guide/)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Portapak>

## 4.13 Nam June Paik

- <http://www.artwiki.fr/?NamjunePaik>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Nam\\_June\\_Paik](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nam_June_Paik)

## 4.14 Steina and Woody Vasulka

- <https://www.fondation-langlois.org/html/f/page.php?NumPage=435>
- <http://www.sonore-visuel.fr/fr/evenement/au-commencement-etais-le-bruit-la-poésie-électronique-de-steina-et-woody-vasulka>
- <http://www.vasulka.org/>
- <https://www.fondation-langlois.org/html/f/page.php?NumPage=495>
- <https://www.eai.org/artists/steina-and-woody-vasulka/biography>

## 4.15 Wolf Vostell

- <http://www.artwiki.fr/?WolfVostell>



FIGURE 4.30: Nam June Paik, 1932-2006



FIGURE 4.31: Enregistrer et reproduire depuis un support magnétique

## 4.16 Les Levine

— <http://www.artwiki.fr/?LesLevine>

## 4.17 1970

## 4.18 Valie Export

— <http://www.artwiki.fr/?ValieExport>

## 4.19 Frank Gillette

— <http://www.artwiki.fr/?FrankGillette>

## 4.20 Michael Snow

— <http://www.artwiki.fr/?MichaelSnow>

## 4.21 Jud Yalkut

— <http://www.artwiki.fr/?JudYalkut>

## 4.22 Shigeko Kubota

— <http://www.artwiki.fr/?ShigekoKubota>

## 4.23 Marina Abramovic & Ulay

— <http://www.artwiki.fr/?AbramoviculayVideo70>

## 4.24 Jean-Pierre Boyer

— <https://www.horschamp.qc.ca/spip.php?article535>  
— <https://vitheque.com/en/directors/jean-pierre-boyer>  
— <https://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=1839>  
— <https://www.fondation-langlois.org/html/e/research.php?zoom=3&Filtres=5&Numero=i00005710&MotsCles=Jean-Pierre+Boyer>

## 4.25 David Rokeby

Very Nervous System (1986-90)



FIGURE 4.32: Jean-Pierre Boyer, 1950 -

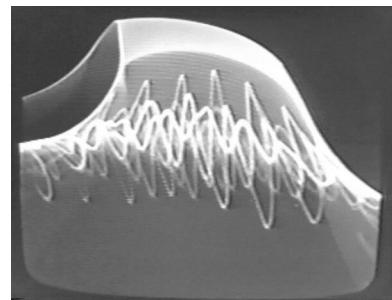


FIGURE 4.33: Chant magnétique

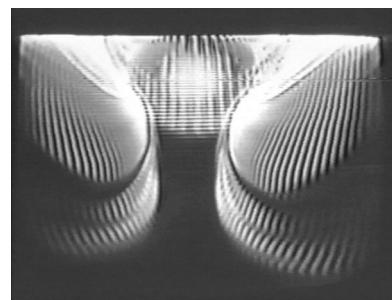


FIGURE 4.34: Eau

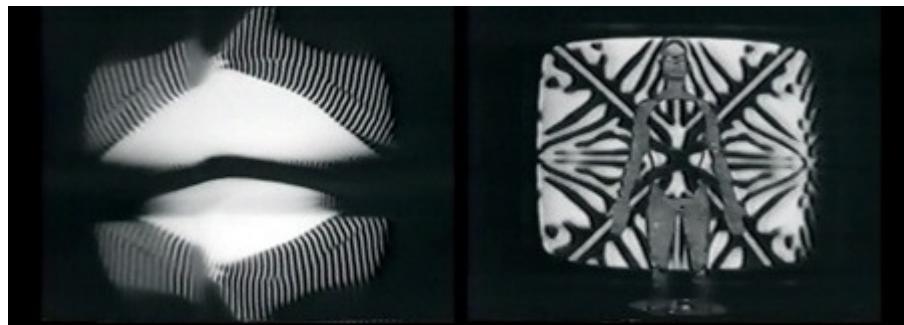


FIGURE 4.35: Amertube

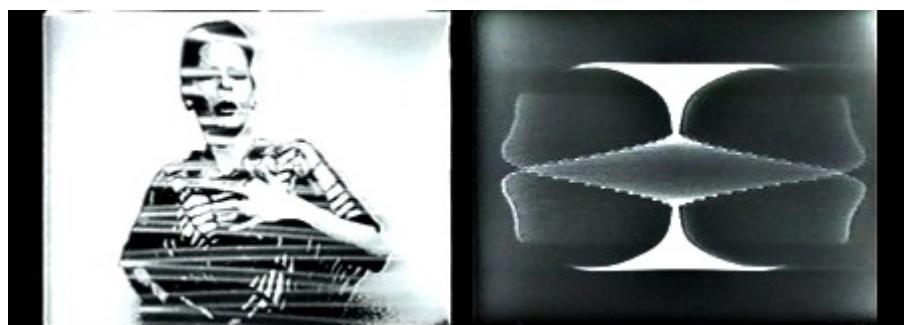


FIGURE 4.36: Phonoptic

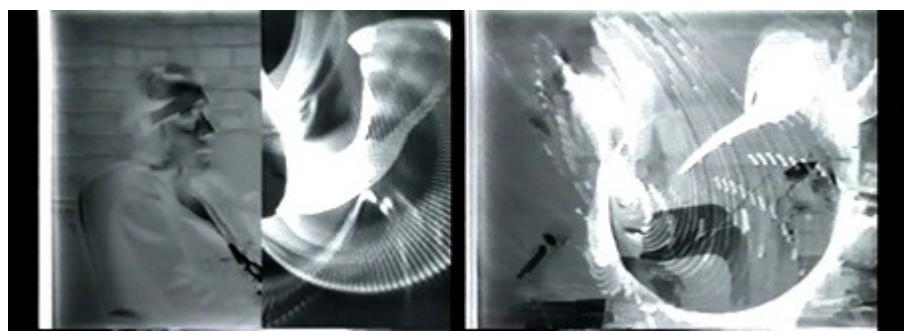


FIGURE 4.37: video cortex

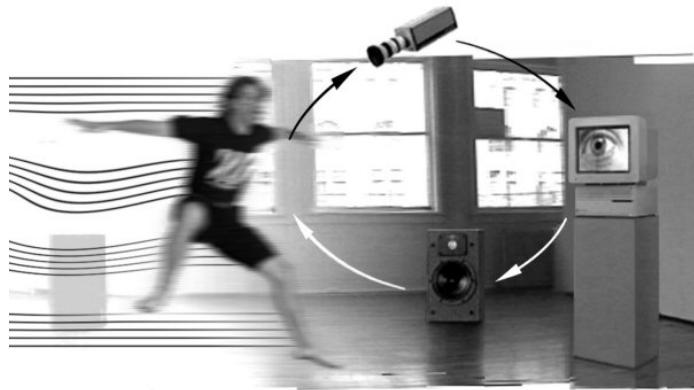


FIGURE 4.38: David Rokeby, 1960-

Very Nervous System (1987 version) from David Rokeby on Vimeo.

Very Nervous System (1982-1991) by David Rokeby from David Rokeby on Vimeo.

- <https://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=1951>
- <http://www.davidrokeby.com/vns.html>
- <https://www.arshake.com/en/interview-david-rokeby/>

## 4.26 Ryoji Ikeda

<https://www.ryojiikeda.com/>

<http://www.artwiki.fr/?RyojiIkeda>

## 4.27 Contemporains

### 4.28 Alexandre Burton + Julien Roy

trois pièces avec des titres - MUTEK Montréal 2017 from artificiel on Vimeo.

- <https://www.artificiel.org/projet/3pieces>

## 4.29 Sabrina Ratté

- <http://sabrinaratte.com/FLORALIA-2021>
- <https://infrarouge.org/productions#/introduction-la-violence/>
- <http://sabrinaratte.com/filter/VIDEOS>
- <https://elephant.org/artists/sabrina-ratte/>

## 4.30 Allison Moore

- <http://www.allisonmoore.net/about>

## 4.31 Guillaume Vallée

- <https://www.gvallee.com/>

## 4.32 TIND :: thisisnotdesign

- <http://tind.org/>

## 4.33 Dérapages

### 4.33.1 DEADLINE 17 avril 2021 : date limite pour soumettre un film.

[https://derapage.ca/?fbclid=IwAR1VeYPaM7V9x1IoA0\\_eM9vtRQpD9VERCpwDl4oRTxOXK\\_n41Vol67EQH5E](https://derapage.ca/?fbclid=IwAR1VeYPaM7V9x1IoA0_eM9vtRQpD9VERCpwDl4oRTxOXK_n41Vol67EQH5E)

### 4.33.2 Dérapages

[https://www.youtube.com/results?search\\_query=derapage+festival](https://www.youtube.com/results?search_query=derapage+festival)

## 4.34 Festivals

### 4.34.1 FILE Electronic Language International Festival

- [https://file.org.br/videoarte\\_2018/](https://file.org.br/videoarte_2018/)
- [https://file.org.br/file\\_sp\\_2019/](https://file.org.br/file_sp_2019/)
- [https://file.org.br/videoarte\\_2019/](https://file.org.br/videoarte_2019/)

### 4.34.2 Mutek

- <https://mutek.org/en/artists/>

### 4.34.3 ISEA Inter-Society for the Electronic Arts

- <https://art2020.isea-international.org/art-portfolio/>
- <https://isea2020.isea-international.org/wp-content/uploads/2020/10/ISEA-Programme-book-271020.pdf>

### 4.34.4 HTMlles (Ada X)

- <https://www.adax.org/productions/festival/>



## Chapitre 5

# Historique du traitement vidéo

### 5.1 Évolution des technologies associées

De l'argentique au magnétique, du magnétique au numérique (1960 à aujourd'hui)

- Présentation Synthèse de l'histoire de la vidéo artistique
  - <http://iasl.uni-muenchen.de/links/GCA%20IV%20Video%20Tools.pdf>
- ligne de temps exaustive de l'art vidéo et de ses acteurs
  - <http://iasl.uni-muenchen.de/links/GCA-IV.1e.html#Video>
  - Contient des informations pertinente sur la génèse de la synthèse vidéo
- L'évolution du graphisme assité par ordinateur
  - <http://iasl.uni-muenchen.de/links/GCA-III.2e.html>
- Exemple de d'utilisation de moteur de jeu et de technique de post-production lors de la production lors du tournage de la série Mandalorian
  - <https://arstechnica.com/gaming/2020/02/the-mandalorian-was-shot-on-a-holodeck-esque-set-with-unreal-engine-video-shows/>

### 5.2 Évolution historique du traitement vidéo dans les différentes formes d'art

- Introduction à l'art vidéo.pdf
  - Contient des définitions et exemples pour :
    - Art vidéo
    - performance
    - installation
    - installation interactive

### 5.2.1 Performance

- <http://www.artwiki.fr/?PerformancE>
- [https://fr.vikidia.org/wiki/Performance\\_\(art\)](https://fr.vikidia.org/wiki/Performance_(art))
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Performance\\_\(art\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Performance_(art))

### 5.2.2 Installation

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Installation\\_\(art\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Installation_(art))
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Installation\\_art](https://en.wikipedia.org/wiki/Installation_art)

### 5.2.3 Cinéma Expérimental

- <http://www.artwiki.fr/?CinemaExperimental>

### 5.2.4 Le Vee-Jaying ou simplement VJing\*

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vid%C3%A9o-jockey>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/VJing>
- <http://jhroy.ca/z/machina/syn-jimmy.htm>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Music\\_visualization](https://en.wikipedia.org/wiki/Music_visualization)
- <https://vimeo.com/groups/vjstv>
- <https://www.antivj.com/>
- <https://cdm.link/tag/vj/>

## 5.3 Langages et moyens expressifs de l'image en mouvement

- <https://www.fondation-langlois.org/html/f/page.php?NumPage=689>
  - Ce qui reste des images du futur : Ancrage sociohistorique de l'art vidéo interactif
- <https://esse.ca/fr/la-question-de-l-art-video>
  - Trace la quête existentielle de la vidéo à travers le temps depuis sa génèse.

Autre liens

- <https://demainlequotidien.up.coop/democratisation-de-la-culture/la-frontiere-entre-theatre-et-cinema-va-t-elle-disparaitre>

# Chapitre 6

## Lexique technique et technologique

### 6.1 Constituantes du signal vidéo

#### 6.1.1 Résolution

Associé au nombre de pixels horizontaux et verticaux composant une image. Généralement exprimé par le nombre de pixels horizontaux multiplié par le nombre de pixels verticaux

$$\text{résolution} = \text{PixelsH} * \text{PixelsV}$$

#### 6.1.2 Cadence

Associé à la vitesse, généralement exprimé en images / secondes

$$\text{cadence(img/s)} = \text{images/secondes}$$

— Démonstration en ligne de la variation de la cadence

#### 6.1.3 Trame

Soit progressive ou entrelacée \* Trame (progressif/entrelacé)

##### 6.1.3.1 Progressive

— Image complète transmise à chaque rafraîchissement  
— associée à la lettre p

### 6.1.3.2 Entrelacée

- Image partielle transmise à chaque rafraîchissement
- Généralement alterné entre les champs verticaux pairs et impairs
- Associée à la lettre **i** pour *interlaced*

## 6.2 Nature du signal

### 6.2.1 Analogique vs numérique

#### 6.2.1.1 Interprétation de la fluctuation électrique

**6.2.1.1.1 Analogique : virgule flottante** Toutes les possibilités entre le minimum et le maximum de voltage

**Signal analogue**

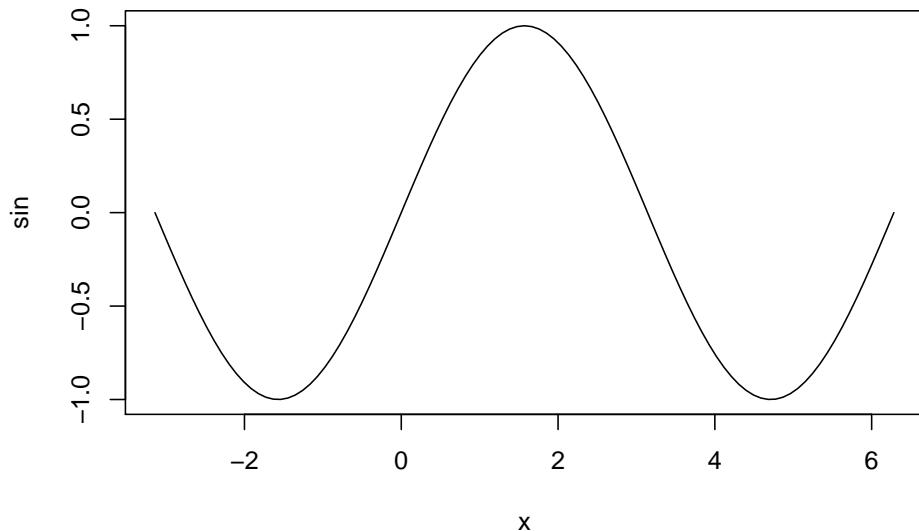


FIGURE 6.1: Fluctuation continue entre minimum et maximum

**6.2.1.1.2 Numérique : binaire** 0 ou 1, toute donnée est un entier, les valeurs interstitielles sont arrondies

### 6.2.1.2 Usages

- Signaux analogues/digitaux
- Distinction
- principes d'affichage analogue
- Transmission télévisuelle analogue
- Encodage binaire avancé

### Échantillonnage numérique

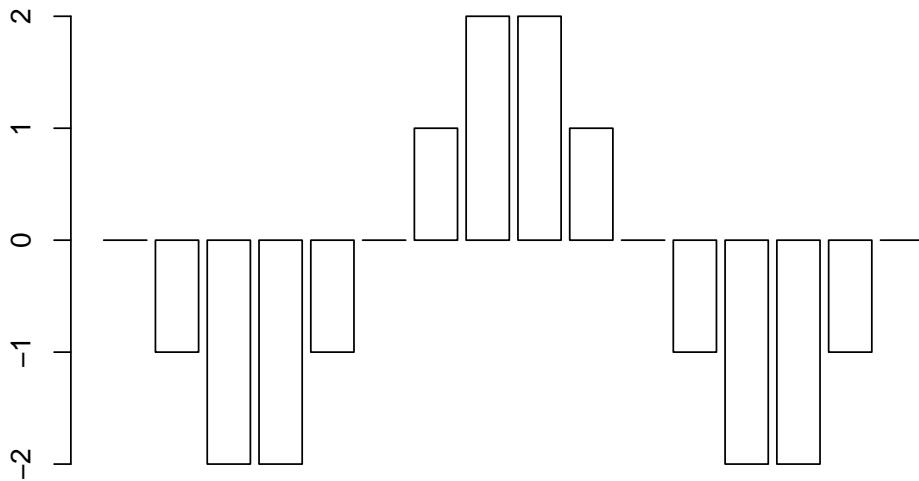


FIGURE 6.2: Binarisation des valeurs

## 6.3 Protocoles de transport

<https://en.wikipedia.org/wiki/Video>

### 6.3.1 Analogues

#### 6.3.1.1 Composite



FIGURE 6.3: Connecteur RCA pour signal *composite*

#### 6.3.1.2 S-Video

- *S-Vidéo* peut être converti passivement vers *Composite* considérant une perte de qualité. (*S-Vidéo* > *Composite*)

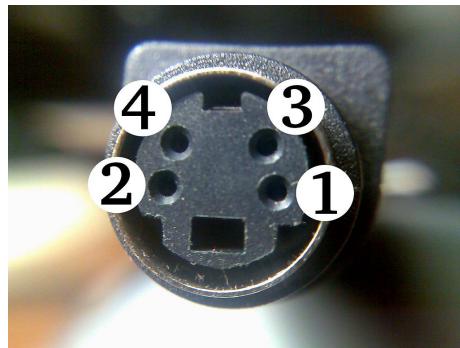


FIGURE 6.4: Connecteur pour signal *S-Video*

#### 6.3.1.3 Component

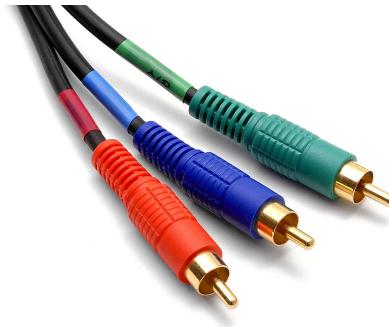


FIGURE 6.5: Connecteurs RCA pour signal *Component*

#### 6.3.1.4 VGA

#### 6.3.1.5 TRRC

- Composite et TRRC peuvent s'interchanger considérant la perte des canaux audio présents sur le TRRC

### 6.3.2 Numériques

#### 6.3.2.1 DVI

#### 6.3.2.2 HDMI

- HDMI peut passer la vidéo vers DVI et vice versa, par contre le son est perdu dans cette conversion



FIGURE 6.6: Connecteur DE-15 pour signal VGA

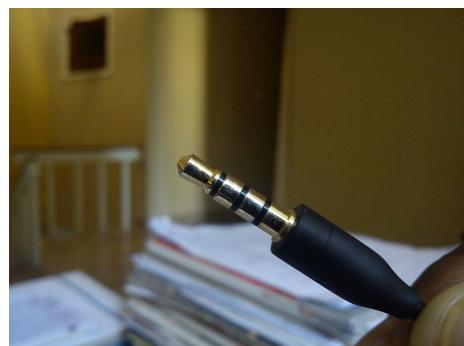


FIGURE 6.7: Connecteur TRRS pour signal composite et audio



FIGURE 6.8: Connecteur DVI



FIGURE 6.9: Connecteur HDMI



FIGURE 6.10: Connecteur Display Port

#### 6.3.2.3 Display Port

- *Display Port* peut passer passivement vers HDMI ainsi que DVI. Le contraire n'est pas vrai. On ne peut pas passer de passivement de *HDMI* vers *Display port*.

#### 6.3.2.4 SDI



FIGURE 6.11: Connecteur BNC pour signal SDI



# Chapitre 7

## Acquerir

### 7.1 Physique de l'imagerie numérique

### 7.2 Rapport de cadre (Ratio)

- S'écrit généralement en utilisant le deux point pour séparer la largeur de la hauteur.

*largeur : hauteur*

Parfois on utilise aussi la barre de division

*largeur/hauteur*

- Généralement exprimé avec ratio entier

#### 7.2.1 16:9

- Ratio vidéo légèrement panoramique standard.

#### 7.2.2 4:3

- ratio vidéo utilisé au temps des tubes cathodiques
- Attention; ce format provenant du monde analogue et est soumis parfois des variations exotiques [https://en.wikipedia.org/wiki/Pixel\\_aspect\\_ratio#Analog-to-digital\\_conversion](https://en.wikipedia.org/wiki/Pixel_aspect_ratio#Analog-to-digital_conversion)

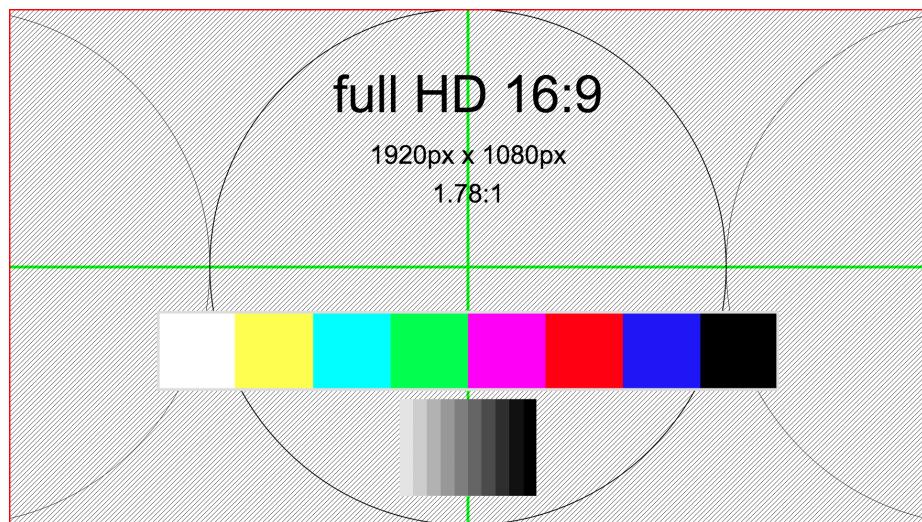


FIGURE 7.1: Full HD 16:9 1920x1080

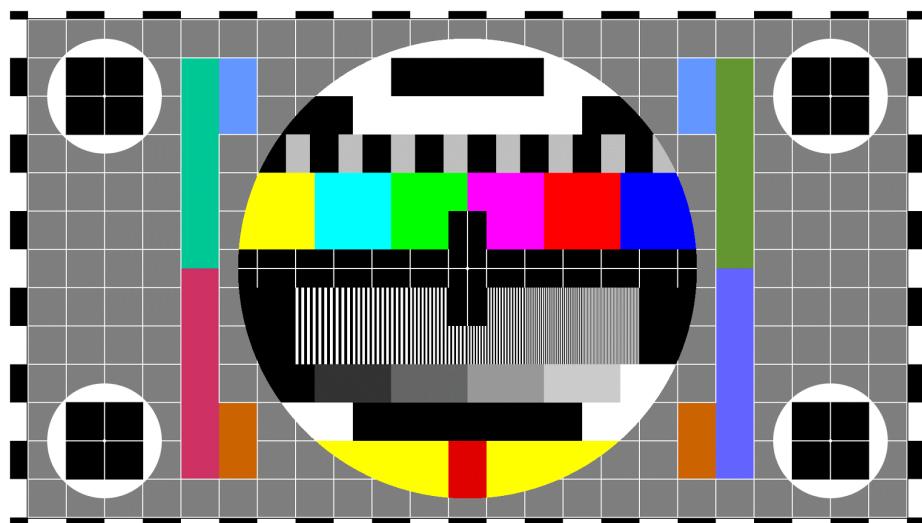


FIGURE 7.2: barres de calibration

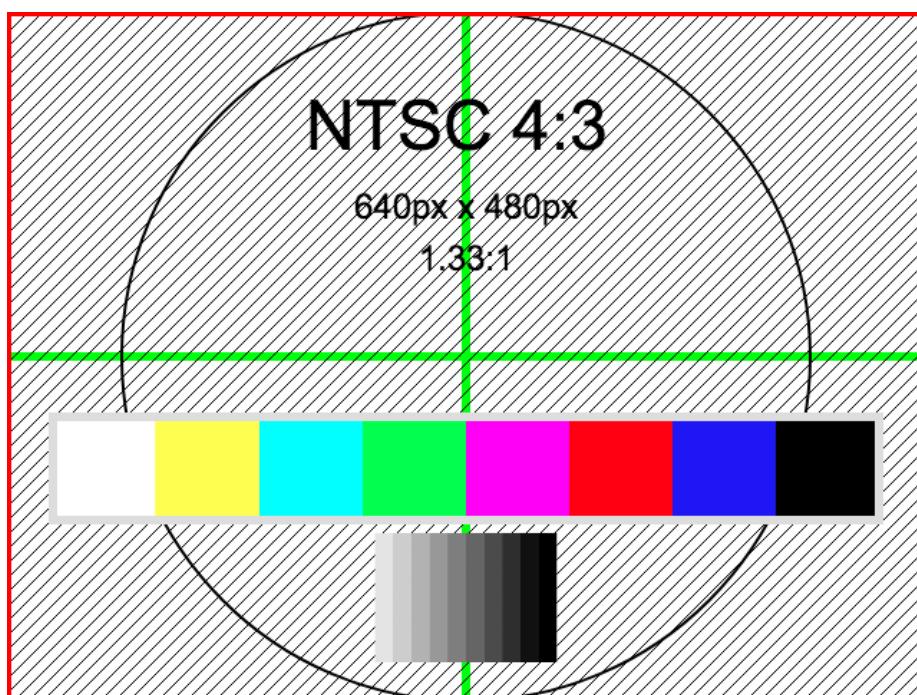


FIGURE 7.3: NTSC 4:3

### 7.2.3 3:2

- Ratio provenant du film 35mm qui mesurait réellement  $36 \times 24$  mm
- Ratio généralement utilisé en photographie

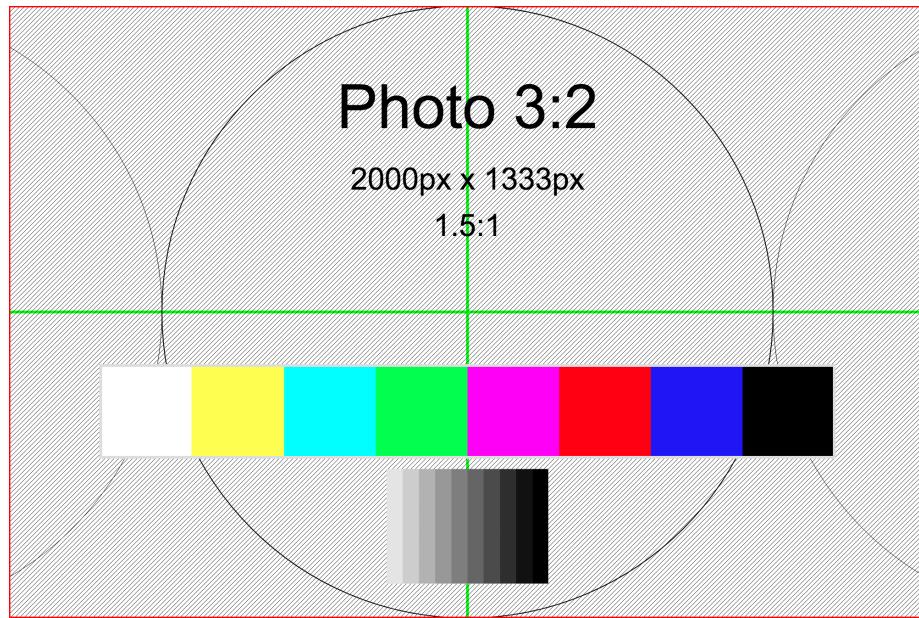


FIGURE 7.4: NTSC 4:3

### 7.2.4 2,39:1

- CinemaScope; <https://fr.wikipedia.org/wiki/CinemaScope>
- Jadis, déformation optique au tournage ainsi qu'à la diffusion
- Épique

### 7.2.5 1:1

- Ratio provenant de la photographie moyen format
- Utilisé pour
  - texture vidéo
  - Format dôme immersif

### 7.2.6 Générateur d'image de calibration

- interface web
- <https://vioso.com/testpattern-generator/>

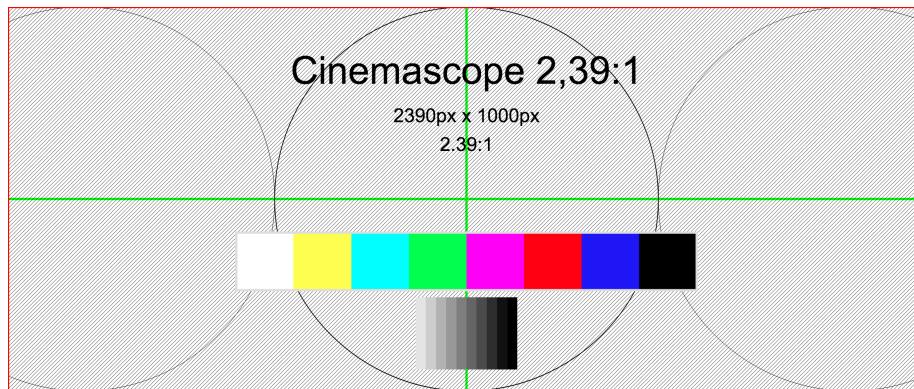


FIGURE 7.5: Carré 1:1

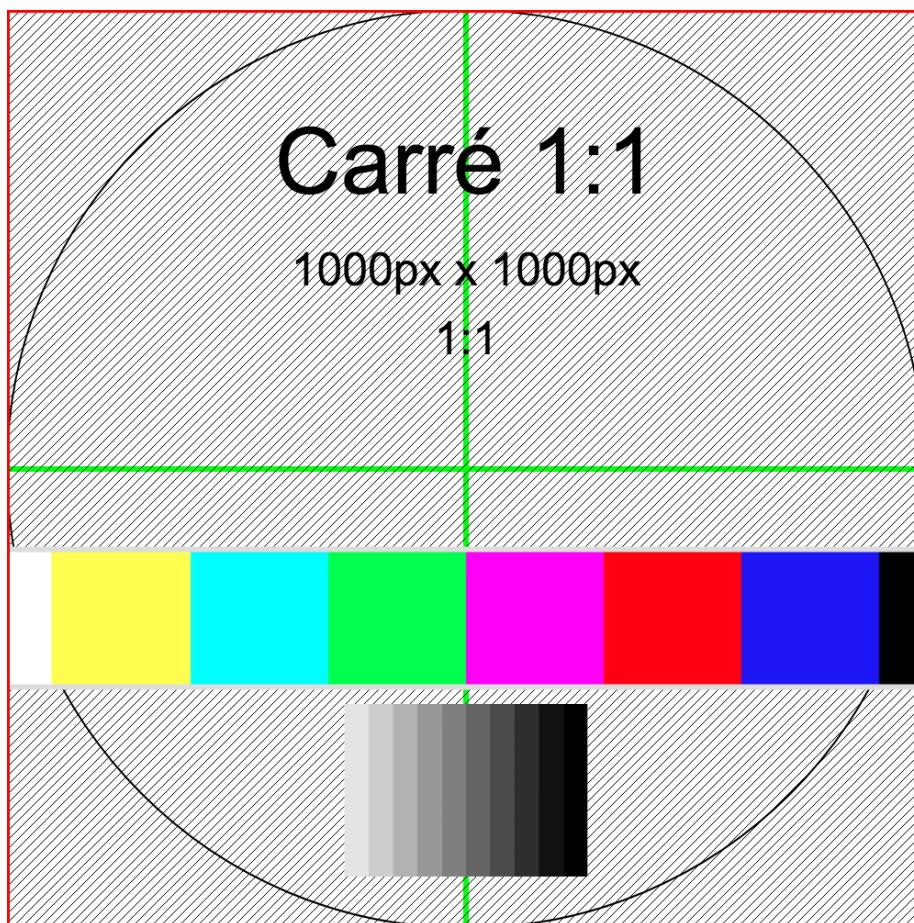
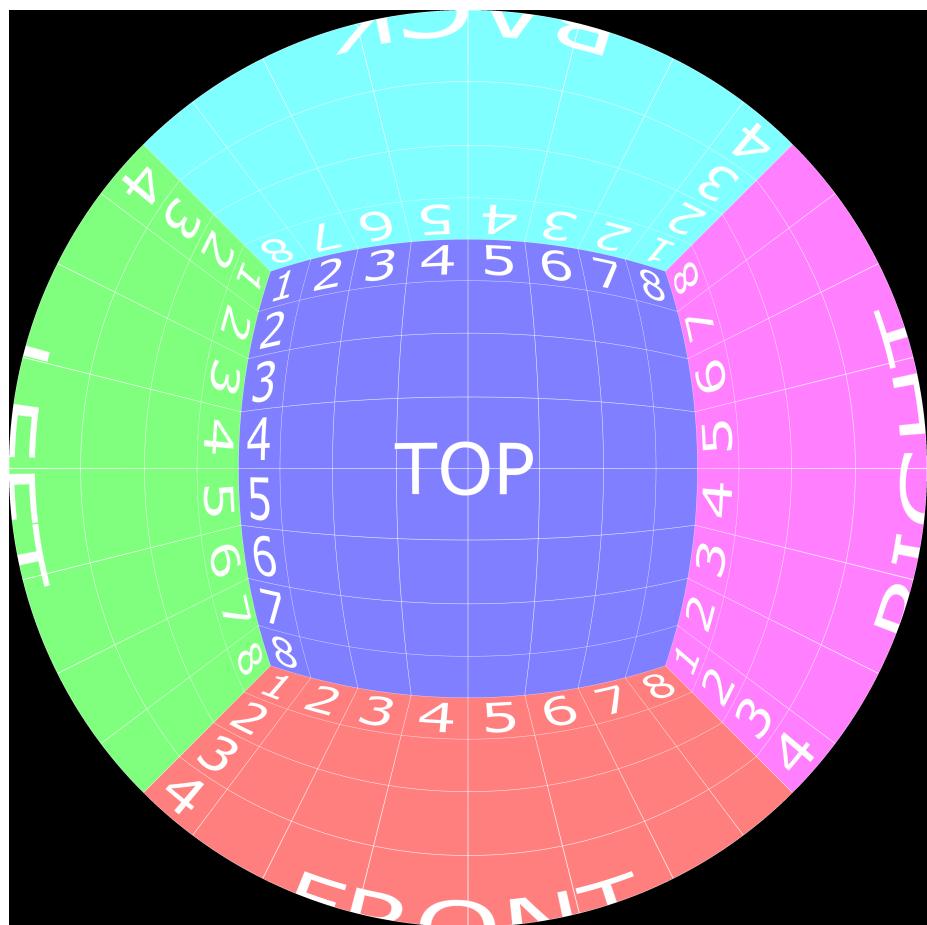


FIGURE 7.6: 1:1 ratio

FIGURE 7.7: 1:1 Environnement sphérique *Cube map*

### 7.2.7 Références

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Format\\_d%27image](https://fr.wikipedia.org/wiki/Format_d%27image)
- ratios image
- ratios-pixels

## 7.3 Acquisition vidéo numérique temps réel

### 7.3.1 Le système oculaire

- <http://what-when-how.com/display-interfaces/the-human-visual-system-display-interfaces-part-1/>

### 7.3.2 Numériser la lumière réfléchie

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/image-acquisition-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>

### 7.3.3 Propriétés de l'image numérique

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/image-acquisition-introduction-to-video-and-image-processing-part-2/>

## 7.4 Percevoir l'imagerie numérique

### 7.4.1 Le système oculaire

- <http://what-when-how.com/display-interfaces/the-human-visual-system-display-interfaces-part-1/>

### 7.4.2 Numériser la lumière réfléchie

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/image-acquisition-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>

### 7.4.3 Pixelation numérique des, capteurs

notamment les limites des senseurs CCD, implémenter des algorithmes pour sensibiliser le seuil maximum et minimum. Permet de préserver de la couleur

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/image-acquisition-introduction-to-video-and-image-processing-part-2/>



# Chapitre 8

## Échantillonner

### 8.1 Compression du signal

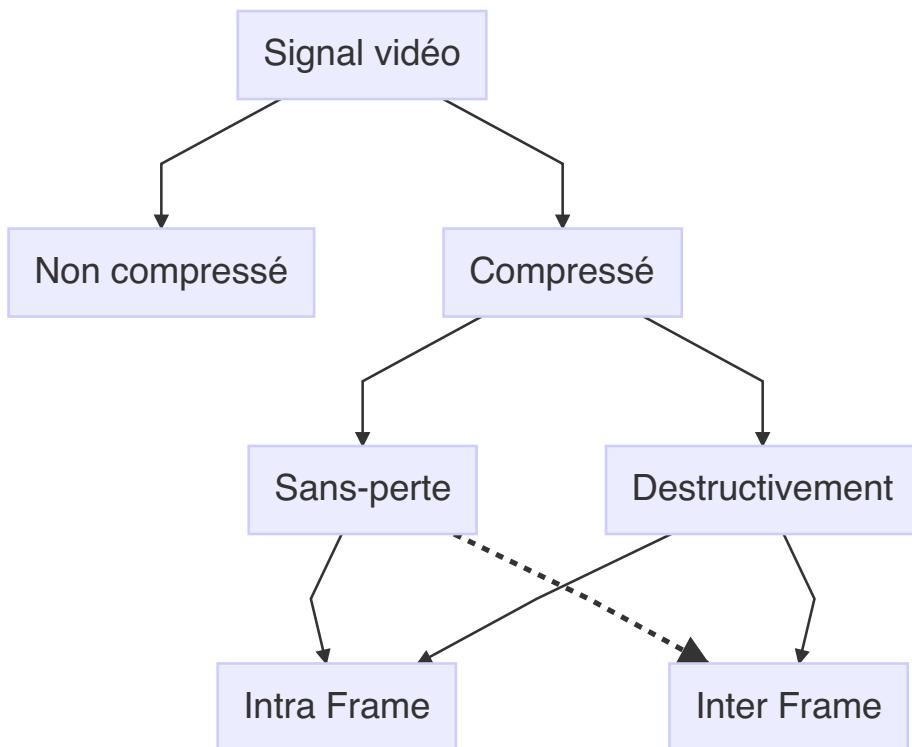


FIGURE 8.1: Qualificatif de compression vidéo

### 8.1.1 Signal vidéo compressé vs non-compressé

#### 8.1.1.1 Non compressé

##### 8.1.1.1.1 Propriétés du signal non Compressé

- Sans perte
- Rapide pour effectuer des opérations graphique
- Utilise beaucoup de mémoire

$$\text{datarate} = \text{colordepth} * \text{pixHorizontal} * \text{pixVertical} * \text{refreshfrequency}$$

Se traduit vers :

$$\text{Débit} = \text{profondeur(bits)} * \text{résolutionHorizontale} * \text{résolutionVerticale} * \text{cadence}$$

Un signal **fullhd 60p** non compressé corresponds au calcul suivant :

$$24 * 1920 * 1080 * 60 = 2.98Gbit/s.$$

L'exemple ci-haut correspond à un échantillonnage de 24 bits, une résolution de 1920 pixels horizontaux par 1080 pixels verticaux et une cadence de 60 image progressive par secondes.

##### 8.1.1.1.2 Usages de la vidéo non-compressée

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Uncompressed\\_video](https://en.wikipedia.org/wiki/Uncompressed_video)

#### 8.1.1.2 Compressé

Quand il y a compression, des instructions sont exécutées par le lecteur pour restituer l'image à temps.

La configuration de la compression vidéo est déterminée par différents facteurs

- L'usage
- La mémoire disponible
- La bande passante disponible
- La présence de circuit dédié (encodage/décodage matériel)

### 8.1.2 Compression sans pertes vs destructive (lossless/lossy)

#### 8.1.2.1 Encodage vidéo sans perte - lossless

La compression vise à réduire le poids.

Il est lourd d'écrire en détail chaque information.

```
[0xFFFFFFFF]
[0xFFFFFFFF]
[0xFFFFFFFF]
[0xFFFFFFFF]
[0xFFFFFFFF]
[0xAA66EE]
```

On peut compresser sans perte en opérationnalisant la redondance d'informations adjacente.

```
4*[0xFFFFFFFF]
1*[0xAA66EE]
```

#### 8.1.2.1.1 Caractéristiques:

- Volumineux
- Privilégié entre les opérations de rendu où l'intégrité de l'information est critique
- Généralement plus facile à mettre en mémoire graphique (GPU)

#### 8.1.2.1.2 Usages

- Au sein d'un processus de production/post-production

#### 8.1.2.1.3 Type de médias lossless

- Apple Animation (QuickTime RLE)
- CinemaDNG Raw (Adobe, Blackmagic)
- séquence d'images (tiff, openexr)

#### 8.1.2.2 Encodage vidéo destructif lossy

L'idée ici est de soustraire/compresser de la manière la plus transparente possible l'information la moins pertinente. Des méthodes soustractive oeuvrant sur notre incapacité de percevoir certains détails sont employées (psycho cognitive).

- Ex.: le MP3
- <https://ledgernote.com/blog/q-and-a/how-does-mp3-compression-work/>

La compression peut s'opérer au sein d'une image (**intraframe**) ou au sein d'une séquence d'image (**interframe**).

Méthode de compressions applicables;

#### 8.1.2.2.1 intraframe

- Toute l'image individuellement compressée dans chaque image.
- prores, dnxHD, photoJpeg, Apple intermediate codec (aic), cineform, Hap
- Utile quand la tête de lecture fait des accès aléatoires dans le temps
- Ex. Montage vidéo

- Généralement volumineux (chaque image du fichier vidéo existe )

#### 8.1.2.2.2 interframe

- image temporellement compressée, ce qui change
  - images: I (clef), P (<-) et B(<->)
  - GOP : group of picture
- Utile en lecture linéaire, du début vers la fin
- usage créatif de la compression
  - 1
  - 2
  - 3

#### 8.1.2.2.3 Type de compression destructive

- proRes, dnxHD, cineform<sup>1</sup>
- H.264&VP8
- HEVC&VP9
- HAP & HAPQ

## 8.2 Lexique de l'encodage

### 8.2.1 Vocabulaire

#### 8.2.1.1 Débit

Associé à la bande passante du signal, généralement exprimé en nombre de bits par seconde.

- 1 bit[b] = 1xbit
- 1 octet[byte][B] = 8xbits
- Mbit/s -> mégabit par seconde
- MBit/s -> mégaoctets (megabyte) par seconde
- Débit (bitrate)
- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/bits-bytes-and-binary-numbers-introduction-to-video-and-image-processing/>

#### 8.2.1.1.1 Calculer le poids (bitrate)

- calcul de grosseur de fichier
- calcul de bitrate

---

1. Ces codecs sont généralement utilisés en postproduction et sont souvent confondus avec des **codecs lossless**. Ces codecs ont différentes moutures capables de combler différents besoins, du proxy (très compressé) vers le très peu compressé avec canal alpha (4:4:4:4).

### 8.2.1.2 Canal alpha *Alpha channel*

Canal dédié à la transparence. Sa présence permet de composer des images en préservant les attributs de transparence.

### 8.2.1.3 Profondeur d'échantillonnage

- Profondeur de l'échantillonnage couleur
  - bit/canal
- chroma subsampling
  - 4:4:4 vs 4:2:2 vs 4:2:0
  - 4:4:4 vs 4:4:4:4

## 8.3 Encodage/décodage de fichiers

L'encodage permet la lecture de fichiers et de flux vidéo. L'encodage est déterminé par la configuration d'un codec dans un conteneur.

### 8.3.1 Format d'encodage (Codecs)

Codec	compression	usage
H.264&VP8	intra & inter	lecture<1080p
HEVC&VP9	intra & inter	lecture<4k
proRes	intra	montage
dnxHD	intra	montage
HAP	intra	GPU&SSD

### 8.3.2 Contenant (Containers)

nom	extension
QuickTime	.mov
Matroska	.mkv
Mpeg4	.mp4
Windows Media Video	.wmv
Audio Video Interleaved	.avi
Theora	.ogv

### 8.3.3 Formats de sauvegarde et archivage des médias

#### 8.3.3.1 Présentations des codecs TIM

<https://cmontmorency365.sharepoint.com/:p/s/TIM-TTP/EZJO9E0y6idAql7kKqGyKFQB--xsTpIiWADt1-m3hnbBgg?e=UQXaWB>

#### 8.3.3.2 Pour aller plus loin

- pour des usages réguliers, voir :
  - FFmpeg Cookbook for Archivists (Kromer, h 12)
  - FFmpeg Cookbook par Greg Wessels (Wessels, 2017)
- pour usages artistiques :
  - FFmpeg artschool (Association of Moving Image Archivists, 2020)

# Chapitre 9

## Traiter

### 9.1 Vocabulaire du traitement vidéo

#### 9.1.1 Pixel

Unité d'information encodée

Peut contenir une couleur  
dans certain cas de la transparence.

Souvent utilisé en matrices pour afficher un signal vidéo.

Peut produire:

- Couleurs sur écran
- Projection vidéo
- Lumière pour espace

#### 9.1.2 Matrice

Organisation multidimensionnelles de pixels.

<https://thebookofshaders.com/08//?lan=fr>

#### 9.1.2.1 Traitement matriciel

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/neighborhood-processing-introduction-to-video-and-image-processing-part-2/>

#### 9.1.3 Texture

<https://thebookofshaders.com/09/?lan=fr>

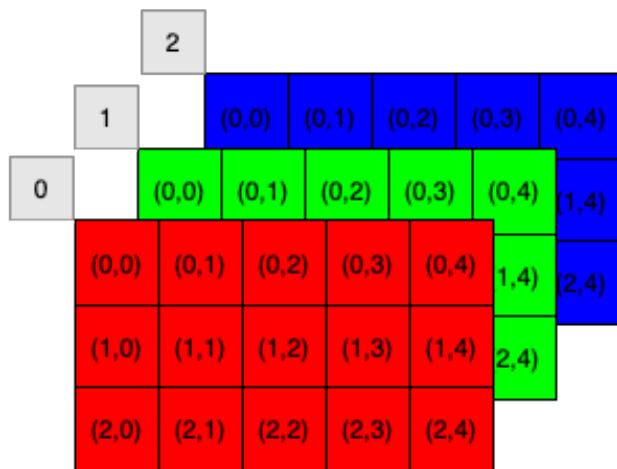


FIGURE 9.1: Matrice 3 dimensions RGB

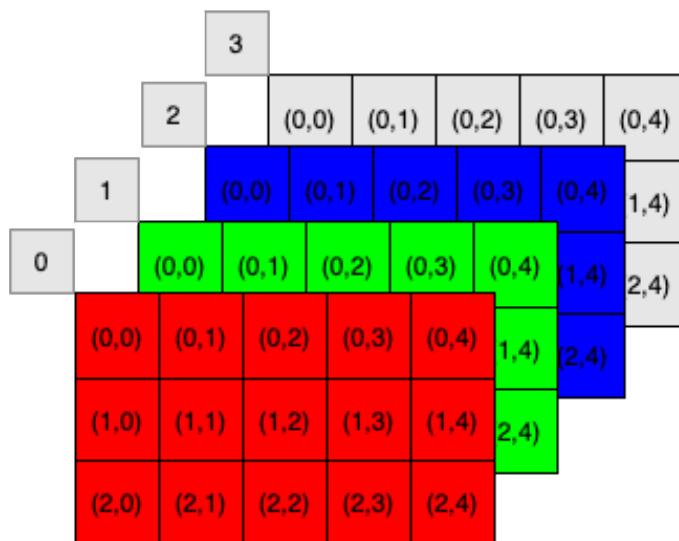


FIGURE 9.2: Matrice 4 dimensions RGBA

## 9.2 Transformations géométriques

Affecte le contenu de la texture. Nommé *Vertex* dans le langage nuanciers *shaders*

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/geometric-transformations-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>

### 9.2.1 Position

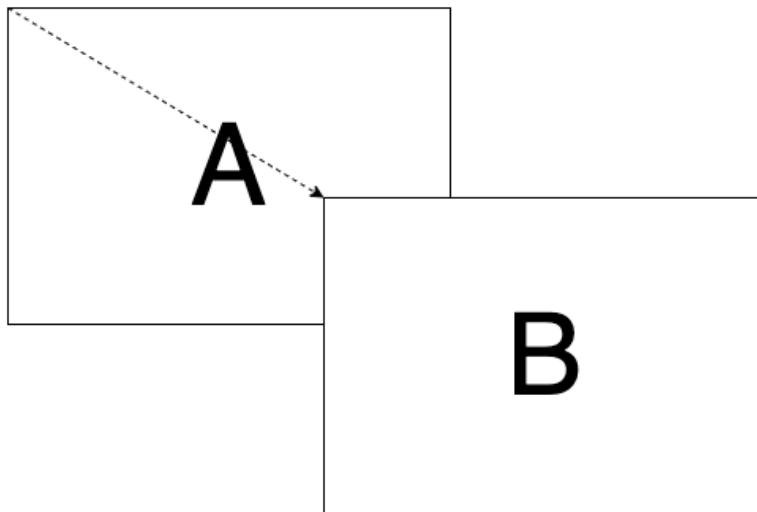


FIGURE 9.3: Transformation positionnel, translation

### 9.2.2 Rotation

### 9.2.3 Échelle

### 9.2.4 Dimensions

### 9.2.5 Rogner

### 9.2.6 Distorsion

## 9.3 Altération des pixels

Affecte le contenu de la texture. Affecte les *Fragments*, nuances, *shaders*

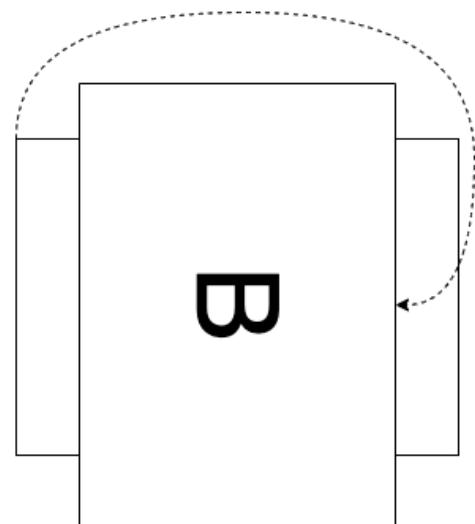


FIGURE 9.4: Transformation positionnel, rotation

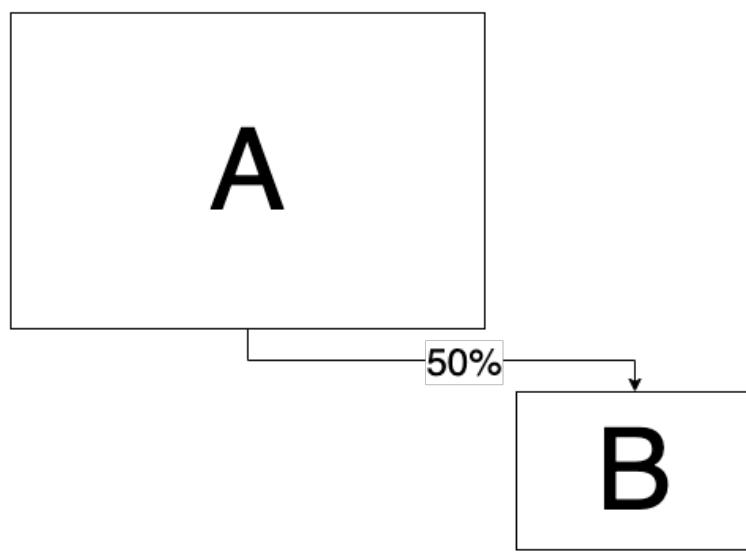


FIGURE 9.5: Transformation positionnel, échelle

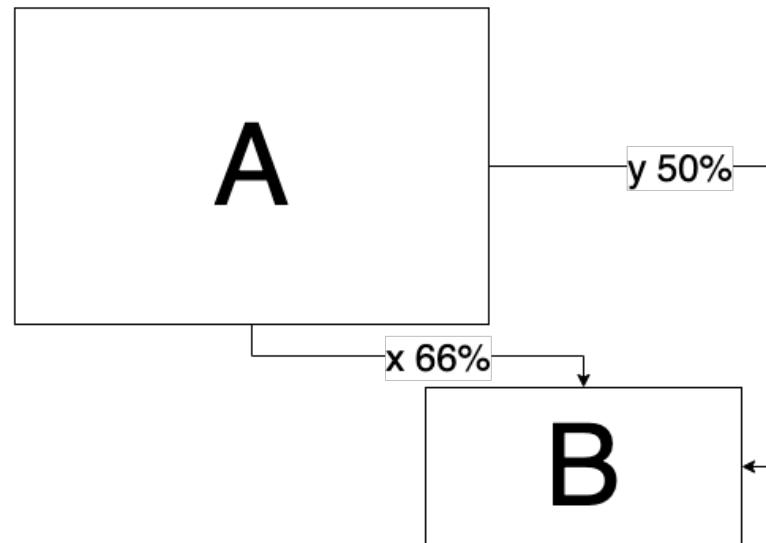


FIGURE 9.6: Transformation positionnel, dimensions

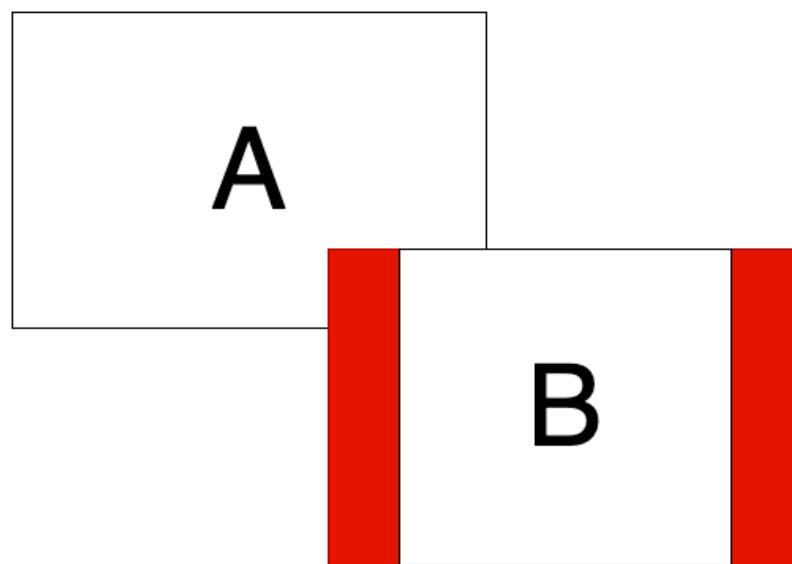


FIGURE 9.7: Transformation positionnel, dimensions

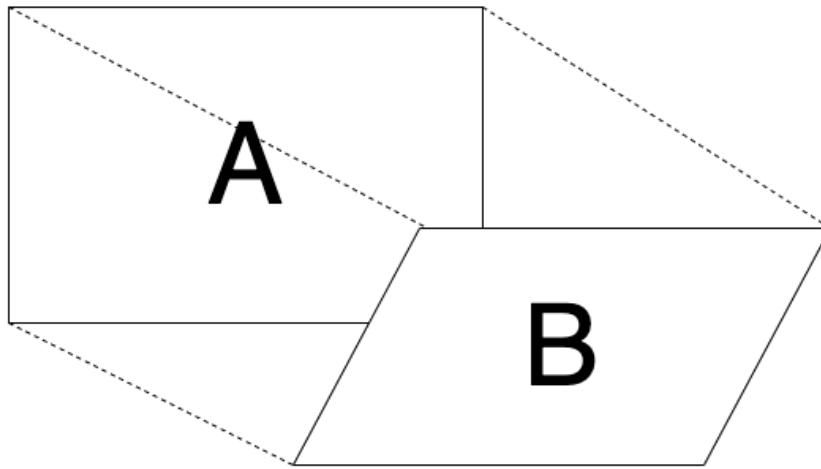


FIGURE 9.8: Transformation positionnel, distortion

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/visual-effects-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>

### 9.3.1 Luminance

#### 9.3.1.1 Contraste

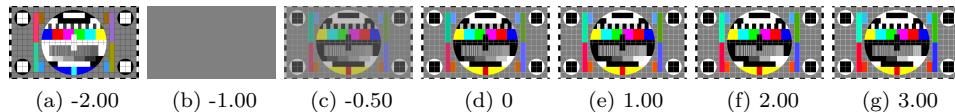


FIGURE 9.9: Plage d'influence du paramètre \*\*contraste\*\* sur grille de calibration couleur

- <https://www.rochester.edu/newscenter/microscopic-eye-movements-affect-how-we-see-contrast-358802/>

#### 9.3.1.2 Gamma

#### 9.3.1.3 Luminosité

*Brightness*

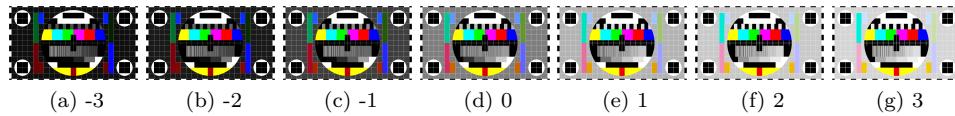


FIGURE 9.10: Plage d'influence du paramètre **\*\*gamma\*\*** sur grille de calibration couleur

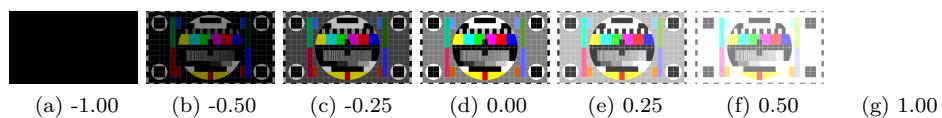


FIGURE 9.11: Influence du paramètre **\*\*Luminosité\*\*** sur grille de calibration couleur

— <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/point-processing-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>

### 9.3.2 Couleurs

#### 9.3.2.1 Saturation

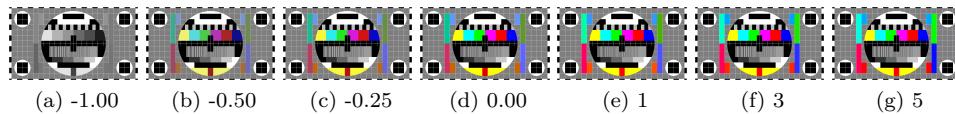


FIGURE 9.12: Plage d'influence du paramètre **\*\*saturation\*\*** sur grille de calibration couleur

#### 9.3.2.2 Décalage de teinte

*Hue*

#### 9.3.2.3 Nuance des couleurs

LUT

— <https://github.com/Pomax/LUT-builder>  
 — <https://i0.wp.com/thelandofcolor.com/wp-content/uploads/2010/03/HSL-Cone-Graphic.jpg?resize=550%2C546>

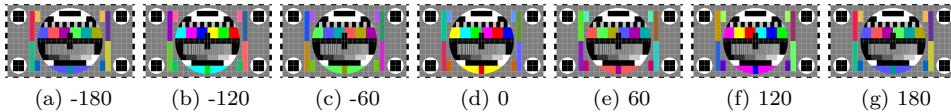


FIGURE 9.13: Décalage de la teinte par incrément de 60 degrés

#### 9.3.2.4 Niveau des couleurs

#### 9.3.2.5 Représentation numérique de la couleur

- <https://thebookofshaders.com/06/?lan=fr>

#### 9.3.2.6 Synthèse de la couleurs

- <http://bech.free.fr/docs/colorim.htm>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Synth%C3%A8se\\_additive](https://fr.wikipedia.org/wiki/Synth%C3%A8se_additive)

##### 9.3.2.6.1 Additive à l'écran (RGB): additif

##### 9.3.2.6.2 Soustractive à l'impression (CMYK) : soustractif

En lumière (filtre) : soustractif

#### 9.3.2.7 Espace couleurs

#### 9.3.2.8 Couleurs et longueurs d'onde

- <http://what-when-how.com/display-interfaces/fundamentals-of-color-display-interfaces-part-1/>
- Perception de la chaleur d'une image
  - <http://what-when-how.com/display-interfaces/fundamentals-of-color-display-interfaces-part-2/>
- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/color-images-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>
- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/color-images-introduction-to-video-and-image-processing-part-2/>
- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/color-images-introduction-to-video-and-image-processing-part-3/>

### 9.3.3 Incrustation d'image

#### 9.3.3.1 Opacité

#### 9.3.3.2 Lumakey

**9.3.3.2.1 Seuil Maximum** Si la luminance du pixel est plus grande que le seuil maximum le pixel est transparent.

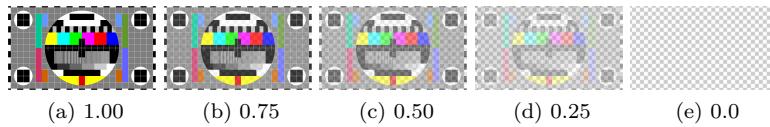


FIGURE 9.14: Diminution de opacité

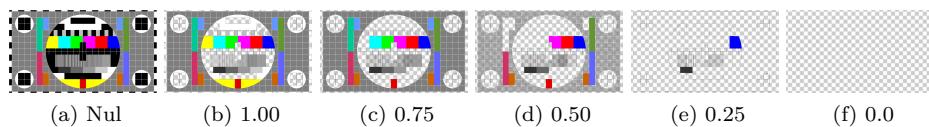


FIGURE 9.15: Incrustation en luminance via seuil maximum

**9.3.3.2.2 Seuil Minimum** Si la luminance du pixel est plus petite que le seuil minimum le pixel est transparent

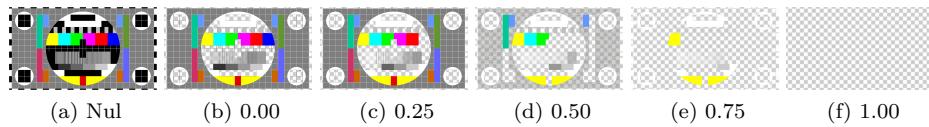


FIGURE 9.16: Incrustation en luminance via seuil minimum

### 9.3.3.3 Chromakey

Transparence via seuils de chrominance

## 9.4 Utilisation de mémoire tampon

Traitement utilisant la mémoire pour mettre en tampon des images vidéo et effectuer des opérations temporelles sur celles-ci.

### 9.4.1 Délais

Lecture à postériori d'une séquence ou d'un flux capté

### 9.4.2 Rétroaction (feedback)

Réinjection du signal diffusé dans le signal diffusé

# Chapitre 10

# Programmer

## 10.1 Fonctions du traitement vidéo temps réel

Exploitation des fonctions des logiciels de traitement vidéo en temps réel

### 10.1.1 Rendu OpenGL

<https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/openGL.html>

<https://www.tomdalling.com/blog/modern-opengl/08-even-more-lighting-directional-lights-spotlights-multiple-lights/>

## 10.2 Utilisation de nuanciers (shaders)

### 10.2.1 Logiciels de traitement vidéo interactif en temps réel

Traitements visuels en temps réel à l'aide d'effets et de logiciels de programmation multimédia.

### 10.2.2 Programmation nodale

### 10.2.3 Libres et gratuits

- Open Broadcast Studio
- obs-ninja
- obs-websocket
-

### 10.3 Programmation de la captation

### 10.4 Logiciels de programmation

— glsl

### 10.5 Programmation d'effets temps réel

#### 10.5.1 Nuanceurs (shaders) :

<https://thebookofshaders.com/01/?lan=fr>

##### 10.5.1.1 vertex, pixel et géométrie

##### 10.5.1.2 Usages

<https://thebookofshaders.com/00/?lan=fr>

##### 10.5.1.2.1 lumière

##### 10.5.1.2.2 texture Noise : <https://thebookofshaders.com/11/>

<https://thebookofshaders.com/12/>

##### 10.5.1.2.3 fumée <https://thebookofshaders.com/13/>

### 10.6 Programmation de compositions visuelles génératives

<https://thebookofshaders.com/05/?lan=fr> <https://thebookofshaders.com/10/?lan=fr>

# Chapitre 11

## Interagir

### 11.1 Lecture

11.1.1 Position

11.1.2 Boucle

11.1.3 Vitesse

11.1.4 Contrôler de la tête de lecture vidéo

11.1.5 Montage temps réel

11.1.6 Gestion de banques d'images

### 11.2 Effets visuels et filtres applicables en temps réel sur des matériaux visuels

### 11.3 Flot de données entre les objets du logiciel

### 11.4 Utilisation d'interfaces de contrôle interactives

### 11.5 Communication via protocoles paramétriques temps réel

<https://github.com/sebpiq/cours-son-reseaux/blob/main/applications-audio.md>

**11.5.1 Open sound control (OSC)****11.5.2 Websocket****11.5.3 MIDI****11.5.4 DMX****11.5.5 ArtNet**

- [https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/image\\_processing\\_computer\\_vision.html](https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/image_processing_computer_vision.html)
- <http://szeliski.org/Book/>

**11.6 Usages de capture vidéo temps réel****11.6.1 Captation de mouvement et de présence****11.6.1.1 Théorie et survol**

- [https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/image\\_processing\\_computer\\_vision.html](https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/image_processing_computer_vision.html)

**11.6.1.1.1 Filtrage binaire**

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/morphology-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>
- [http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/part-2/](http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/morphology-introduction-to-video-and-image-processing-part-2/)

**11.6.1.1.2 Blobs**

- [http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/part-1/](http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/blob-analysis-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/)

**11.6.1.2 Mouvement**

- Différence de mouvement

—

**11.6.1.3 Présence**

- kinect
- p5js
  - <https://www.tetoki.eu/vida/>
  - <https://github.com/orgicus/p5.js-cv>
- Mediapipe (google)
  - <https://github.com/google/mediapipe>
  - <https://github.com/cansik/mediapipe-osc>

# Chapitre 12

## Déployer

### 12.1 Intégration des composantes dans une production interactive

étude de cas :

- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/application-example-edutainment-game-introduction-to-video-and-image-processing/>
- [https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/project\\_eva.html](https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/project_eva.html)
- [https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/project\\_joel.html](https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/project_joel.html)

#### 12.1.1 Conceptualisation

#### 12.1.2 Scénarisation

#### 12.1.3 Schématisation

#### 12.1.4 Prototypage

### 12.2 Configuration logicielle et matérielle d'une production interactive

#### 12.2.1 Préréglages

#### 12.2.2 Optimisation de la programmation et commentaires

[https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/version\\_control\\_with\\_git.html](https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/version_control_with_git.html)

**12.2.3 Exportation de projets****12.3 Tests et contrôle de la qualité****12.3.1 Ajustement des effets visuels en fonction des tests****12.3.2 Protocole de débogage via console****12.3.3 Optimisation des performances de l'application****12.3.4 Application autonome**

# Chapitre 13

## Médiathèque



## Chapitre 14

### Examples HTML

— HTML CSS Animation

<https://www.experts-exchange.com/articles/14861/Build-a-Pure-CSS3-Slideshow-no-javascript-here.html>

<https://webkit.org/blog-files/3d-transforms/poster-circle.html>



# Chapitre 15

## FFmpeg

### 15.1 FFmpeg

#### 15.1.1 gif

<https://itectec.com/superuser/how-to-convert-a-video-to-gif-using-ffmpeg-with-reasonable-quality/> <http://blog.pkh.me/p/21-high-quality-gif-with-ffmpeg.html>

```
ffmpeg \
-i %*.png \
-vf "scale=320:-1:flags=lanczos, \
split[s0][s1];[s0]palettegen[p];[s1][p]paletteuse" \
-loop 0 \
output2.gif
```

##### 15.1.1.1 Créer un gif depuis une séquence d'image

— <https://engineering.giphy.com/how-to-make-gifs-with-ffmpeg/>

```
ffmpeg \
-i %*.png \
-filter_complex "[0:v] \
fps=5,scale=w=720:h=-1,split [a][b];[a] \
palettegen=stats_mode=single [p];[b][p] \
paletteuse=new=1" \
out.gif
```

##### 15.1.1.2 Palindrome

[https://stackoverflow.com/questions/42257354/concat-a-video-with-itself-](https://stackoverflow.com/questions/42257354/concat-a-video-with-itself)

but-in-reverse-using-ffmpeg

```
ffmpeg \
-i %*.png \
-filter_complex "[0:v]\
reverse,fifo[r];[0:v][r] \
concat=n=2:v=1 [v]" \
-map "[v]" \
output.gif
```

### 15.1.2 Signaux de calibration

[https://www.bogotobogo.com/FFMpeg/ffmpeg\\_video\\_test\\_patterns\\_src.php](https://www.bogotobogo.com/FFMpeg/ffmpeg_video_test_patterns_src.php)

### 15.1.3 ex: Transcoder un fichier video vers un fichier prores compatible avec quicktime

```
ffmpeg -i INPUT.mkv -c:v prores_ks -profile:v 3 -c:a pcm_s16le -pix_fmt yuv420p OUTPUT
```

Où **-profile** est un chiffre entier de -1 to 5 correspondant au profile prores suivant :

- -1: auto (default)
- 0: proxy 45Mbps YUV 4:2:2
- 1: lt 102Mbps YUV 4:2:2
- 2: standard 147Mbps YUV 4:2:2
- 3: hq 220Mbps YUV 4:2:2
- 4: 4444 330Mbps YUVA 4:4:4:4
- 5: 4444xq 500Mbps YUVA 4:4:4:4

Où **-pix\_fmt** yuv420p permet de créer un fichier compatible avec Quicktime

### 15.1.4 Comresseur sur la piste audio (compand) sans recompresser la vidéo {ffmpeg-fastaudiocompand}

Exemple pour un fichier

```
ffmpeg -i fichier_video_entrant.mp4 \
-vcodec copy -filter_complex \
"compand=attacks=0:points=-80/-900|-45/-15|-27/-9|0/-7|20/-7:gain=5" \
fichier_video_sortant.mp4
```

Exemple pour traiter tous les fichiers d'un dossier. Le script prend un dossier comme argument et traite tous les fichiers présent. Le fichier sortant sera précédé de **comp\_**

```
for file in "$1"*
do
```

```

if [ -f "$file" ]; then
    echo "$file"
    DOSSIER=`dirname "$file"`
    FICHIER=`basename "$file"`
    ffmpeg -i "$file" \
        -vcodec copy -filter_complex \
        "compand=attacks=0:points=-80/-900|-45/-15|-27/-9|0/-7|20/-7:gain=5" \
        "$DOSSIER"/_"$FICHIER"
fi
done

```

- Documentation de compand
  - <https://ffmpeg.org/ffmpeg-filters.html#compand>
- Bonne source d'information ici :
  - <https://medium.com/@jud.dagnall/dynamic-range-compression-for-audio-with-ffmpeg-and-compand-621fe2b1a892>

## 15.2 FFplay

<https://trac.ffmpeg.org/wiki/FancyFilteringExamples>

### 15.2.1 mandelbrot et analyse visuelle

```

ffplay -f lavfi -i mandelbrot \
-vf "format=gbrp,split=4[a] [b] [c] [d],\
[d] histogram=display_mode=0:level_height=244[dd],\
[a] waveform=m=1:d=0:r=0:c=7[aa],\
[b] waveform=m=0:d=0:r=0:c=7[bb],\
[c] [aa] vstack[V],\
[bb] [dd] vstack[V2],\
[V] [V2] hstack"

```

### 15.2.2 mandelbrot et historique de position de couleurs?

```

ffplay -f lavfi -i mandelbrot -vf \
"format=yuv444p,split=4[a] [b] [c] [d],\
[a] waveform[aa], [b] [aa] vstack[V], \
[c] waveform=m=0[cc], \
[d] vectorscope=color4[dd], \
[cc] [dd] vstack[V2], [V] [V2] hstack"

```

### 15.3 ffmpeg grab gl

<https://stackoverflow.com/questions/40689505/capturing-and-streaming-with-ffmpeg-while-displaying-locally>

```
ffmpeg -f x11grab [grab parameters] -i :0.0 \
[transcode parameters] -f [transcode output] \
-f opengl "Window title"
```

# Chapitre 16

## Open Broadcast Studio

<https://obsproject.com/>

### 16.1 Profil

Gestion des paramètres de transmissions (sorties) ainsi que de la résolution.

### 16.2 Collection de scène

Gestion des scènes sauvegardé par ensemble

### 16.3 Scène

Regroupement de sources organisées.

Peut inclure des scènes

Les transformations liée au positionnement et au rognage sont spécifique à la scène.

### 16.4 Sources vidéos

#### 16.4.1 Périphérique de capture vidéo

- Webcam
- Carte de capture HDMI

#### 16.4.2 Navigateur

Permet d'afficher du html local ou distant via une instance chromium  
Favoriser le plein écran,  
Interaction possible touch input X-Y sur signal vidéo  
Possibilité de passer des messages CSS

#### 16.4.3 Capture d'écran

Capture un écran en entier

#### 16.4.4 Capture de fenêtre

Isole une fenêtre

#### 16.4.5 Capture de contexte GL

Technologies associées à la capture de jeu (Game capture)

#### 16.4.6 Partage via publication locale de texture vidéo

Associés au(Spout, Syphon)

### 16.5 Caméra virtuelle

Permet d'injecter la sortie d'OBS dans d'autre logiciels. Native depuis la versions 26.0

### 16.6 Tutoriels OBS francophone démystifiant l'interface

- <https://www.letutorial.fr/manuel-obs-studio/>
- <https://maniacgeek.net/informatique/obs/utiliser-obs-guide/>
- <https://sospc.name/obs-studio-tutoriel-mia/>

### 16.7 Plugiciel

<https://obsproject.com/forum/resources/categories/obs-studio-plugins.6/>

#### 16.7.1 Obs-websocket

<https://obsproject.com/forum/resources/obs-websocket-remote-control-obs-studio-from-websockets.466/>

### 16.7.2 OBS-NDI

<https://obsproject.com/forum/resources/obs-ndi-newtek-ndi%E2%84%A2-integration-into-obs-studio.528/>

### 16.7.3 OBS-MIDI

<https://obsproject.com/forum/resources/obs-midi.1023/>

### 16.7.4 Move

<https://obsproject.com/forum/resources/move-transition.913/>

### 16.7.5 OSC for OBS

<https://obsproject.com/forum/resources/osc-for-obs-app.1222/>

### 16.7.6 streamfx

<https://obsproject.com/forum/resources/streamfx-for-obs-studio.578/>

#### 16.7.6.1 exemple de Shader pour faire du mapping dans OBS

```
// Corner Pin shader by rmany
// -----
// Adapted from https://www.iquilezles.org/www/articles/ibilinear/ibilinear.htm
// and this Shadertoy example https://www.shadertoy.com/view/lsBSDm

uniform float _DRx;
uniform float _DRy;
uniform float _DLx;
uniform float _DLy;
uniform float _TLx;
uniform float _TLy;
uniform float _TRx;
uniform float _TRy;

float cross2d(float2 a, float2 b)
{
    return (a.x * b.y) - (a.y * b.x);
}

float2 invBilinear(float2 p)
{
    float2 a = float2(_TLx / 1000.0, _TLy / 1000.0);
    float2 b = float2(1.0 - (_TRx / 1000.0), _TRy / 1000.0);
    float2 c = float2(1.0 - (_DRx / 1000.0), 1.0 - (_DRy / 1000.0));
```

```

float2 d = float2(_DLx / 1000.0, 1.0 - (_DLy / 1000.0));

float2 e = b-a;
float2 f = d-a;
float2 g = a-b+c-d;
float2 h = p-a;

float k2 = cross2d( g, f );
float k1 = cross2d( e, f ) + cross2d( h, g );
float k0 = cross2d( h, e );

float k2u = cross2d( e, g );
float k1u = cross2d( e, f ) + cross2d( g, h );
float k0u = cross2d( h, f );

float v1, u1, v2, u2;

if (abs(k2) < 0.0001)
{
    v1 = -k0 / k1;
    u1 = (h.x - f.x*v1)/(e.x + g.x*v1);
}
else if (abs(k2u) < 0.0001)
{
    u1 = k0u / k1u;
    v1 = (h.y - e.y*u1)/(f.y + g.y*u1);
}
else
{
    float w = k1*k1 - 4.0*k0*k2;

    if( w<0.0 ) return float2(-1.0, -1.0);

    w = sqrt( w );

    v1 = (-k1 - w)/(2.0*k2);
    v2 = (-k1 + w)/(2.0*k2);
    u1 = (-k1u - w)/(2.0*k2u);
    u2 = (-k1u + w)/(2.0*k2u);
}

bool b1 = v1>0.0 && v1<1.0 && u1>0.0 && u1<1.0;
bool b2 = v2>0.0 && v2<1.0 && u2>0.0 && u2<1.0;

float2 res = float2(-1.0, -1.0);

if( b2 ) return float2( u2, v2 );

```

```
    if( b1 ) return float2( u1, v1 );

    return float2(-1.0, -1.0);
}

float4 mainImage(VertData v_in) : TARGET
{
    return image.Sample(textureSampler, invBilinear(v_in.uv));
}
```



# Chapitre 17

## Pure Data

### 17.1 Intégration

#### 17.1.1 Navigateur

##### 17.1.1.1 via Purr-data

<https://github.com/cuinjune/PdWebParty>

##### 17.1.1.2 via empd

<https://mathr.co.uk/empd/>



# Chapitre 18

## Shaders

Compilation via Bookdown (Xie, 2015)

<https://thebookofshaders.com/01/?lan=fr>



# **Chapitre 19**

## **Materiel**

### **19.1**

#### **19.1.1 Comprendre le nom du modèle de carte graphique**

##### **19.1.1.1 Nvidia**



# Bibliographie

Allaire, J. J., Xie, Y., cre, McPherson, J., Luraschi, J., Ushey, K., Atkins, A., Wickham, H., Cheng, J., Chang, W., Iannone, R., Dunning, A., Atsushi Yasumoto, Schloerke, B., Dervieux, C., Aust, F., Allen, J., Seo, J., Barrett, M., Hyndman, R., Lesur, R., Storey, R., Arslan, R., Oller, S., RStudio, PBC, library), j. F. j., library; authors listed in inst/rmd/h/jquery-AUTHORS.txt), j. c. j., library; authors listed in inst/rmd/h/jqueryui-AUTHORS.txt), j. U. c. j. U., library), M. O. B., library), J. T. B., library), B. c. B., Twitter, library), I. B., library), A. F. h., js library), S. J. R., js library), I. S. h., library), G. F. t., templates), J. M. P., Google, library), I. i., library), D. R. s., library), W. s., Gandy (Font-Awesome), D., Sperry (Ionicons), B., (Ionicons), D., StickyTabs), A. L. j., filter), B. P. J. p. L., and filter), A. K. p. L. (2020). Rmarkdown: Dynamic Documents for R.

Association of Moving Image Archivists (2020). FFmpeg Artschool:

Kromer, R. (2020-08-12). FFmpeg Cookbook for Archivists.

Marsh, A. (2016). Color bars on vectorscope.

Stallman, R. (1983). Gnu.org.

Torvalds, L. (2006). Git.

Wessels, G. (2017). FFmpeg Cookbook.

Xie, Y. (2015). *Dynamic Documents with R and knitr*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2nd edition. ISBN 978-1498716963.

Xie, Y., Allaire, J. J., Kim, A., Samuel-Rosa, A., Oles, A., Yasumoto, A., Frederik, A., Quast, B., Marwick, B., Ismay, C., Dervieux, C., Franklund, C., Emaasit, D., Shuman, D., Attali, D., Tyre, D., Valentiner, E., van Dunne, F., Wickham, H., Allen, J., Bryan, J., McPhers, J., Seo, J., Robbins, J., Huang, J., Cheung, K., Ushey, K., Seonghyun, K., Muller, K., Selzer, L., Lincoln, M., Held, M., Sachs, M., Bojanowski, M., Werth, N., Ross, N., Hickey, P., Lesur, R., Bhatnagar, S., Simpson, S., Onkelinx, T., Fulco, V., Qiu, Y., Dong, Z., RStudio, PBC, plugin), B. S. T. j. H., js library), Z. R. c., library), j. F. j., library; authors listed in inst/resources/AUTHORS), j. c. j., library; authors listed in inst/resources/AUTHORS), M. c. T. M., gitbook style, F. I. T.,

and modifications), w. (2020). Bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown.