

Traitement vidéo

Guillaume Arseneault

2021-02-11

Contents

Lisez-moi	7
Sources	7
1 582-543-MO Traitement vidéo	9
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
2 Calendrier	15
2.1 Séance 1; 3 février	16
2.2 Séance 2; 10 février	17
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	18
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	19
2.11 Séance 9; 14 avril	19
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	20
2.16 Séance 14; 18 mai	20
2.17 Séance X; 19 mai	20
2.18 Séance 15; 25 mai	20
3 Exercices	21
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
4 Corpus d'art vidéo	25
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
5 Historique du traitement vidéo	51
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

CONTENTS	5
6 Lexique technique et technologique	53
6.1 Composantes du signal vidéo	53
6.2 Formats de fichiers	54
6.3 Encodage vidéo	55
7 Acquerir	57
7.1 Acquisition vidéo en temps réel	57
7.2 Usages de capture vidéo temps réel	57
7.3 Captation de mouvement et de présence	57
8 Échantillonner	59
8.1 Enregistrer	59
8.2 Lecture	59
9 Traiter	61
9.1 Logiciels de traitement vidéo interactif en temps réel	61
9.2 Notions de traitement vidéo	62
9.3 Traitement visuel en temps réel à l'aide d'effets et de logiciels de programmation multimédia et nodale	63
9.4 Exploitation des fonctions des logiciels de traitement vidéo en temps réel	63
9.5 Utilisation de nuanciers (shaders)	63
10 Programmer	65
10.1 Logiciels de programmation	65
10.2 Programmation d'effets temps réel	65
10.3 Programmation de compositions visuelles génératives	65
11 Interagir	67
11.1 Effets visuels et filtres applicables en temps réel sur des matériaux visuels	67
11.2 Flot de données entre les objets du logiciel	67
11.3 Utilisation d'interfaces de contrôle interactives	67
11.4 Communication via protocoles paramétriques temps réel	67
11.5 Programmation de la captation	67
12 Déployer	69
12.1 Intégration des composantes dans une production interactive	69
12.2 Configuration logicielle et matérielle d'une production interactive	69
12.3 Tests et contrôle de la qualité	70
13 Examples HTML	71
14 ffmpeg	73
14.1 FFmpeg	73
14.2 FFplay	74
14.3 ffmpeg grab gl	74

15 Open Broadcast Studio	77
15.1 Sources	77
15.2 Caméra virtuelle	77
15.3 source html shader toy?	77
15.4 source youtube fullscreen	77
16 Pure Data	81
17 Shaders	83

Lisez-moi

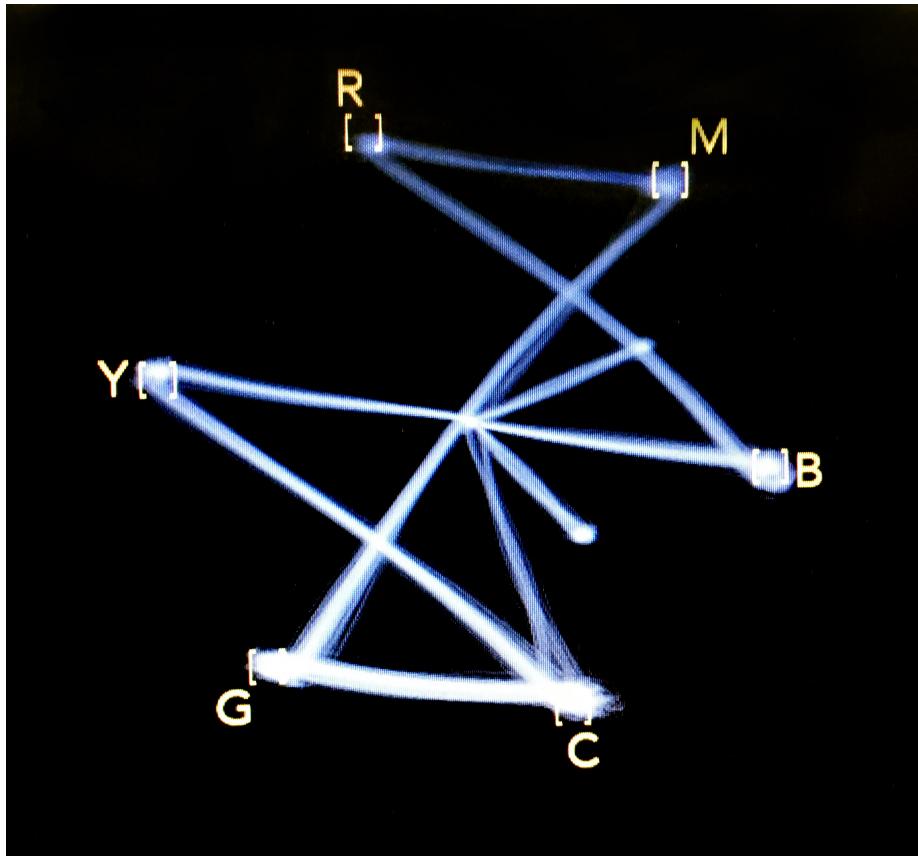


Figure 1: Barres de calibration couleur sur vectorscope (Marsh, 2016)

Sources

Compilation via Bookdown (Xie et al., 2020)

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

Chapter 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
- Prérégagements
- 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

Chapter 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

Séance	OBJECTIFS ABORDÉS EN CLASSE	ACTIVITÉS AUTONOMES
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
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

Chapter 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 tableur en ligne
 - Une question portant sur le traitement vidéo
 - Une bonne réponse
 - Trois réponses erronées
- Sommatif (10%)
- Individuel

3.2.1 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_eM9vtRQpD9VERCpwDl4oRTxOXKn41Vol67EQH5E

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.

Chapter 4

Corpus d'art vidéo

(non exaustif bien sur)

4.1 Les origines

4.2 Eadward Muybridge

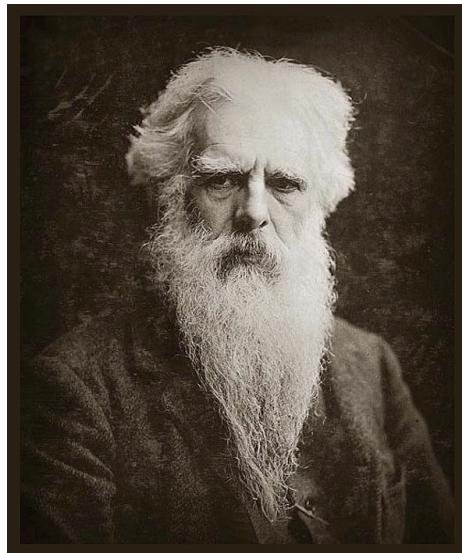


Figure 4.1: Eadward Muybridge (1830-1904)

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%A9nakistiscope>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Eadweard_Muybridge



Figure 4.2: Zoopraxiscope, 1893



Figure 4.3: Phénakistiscope, 1893

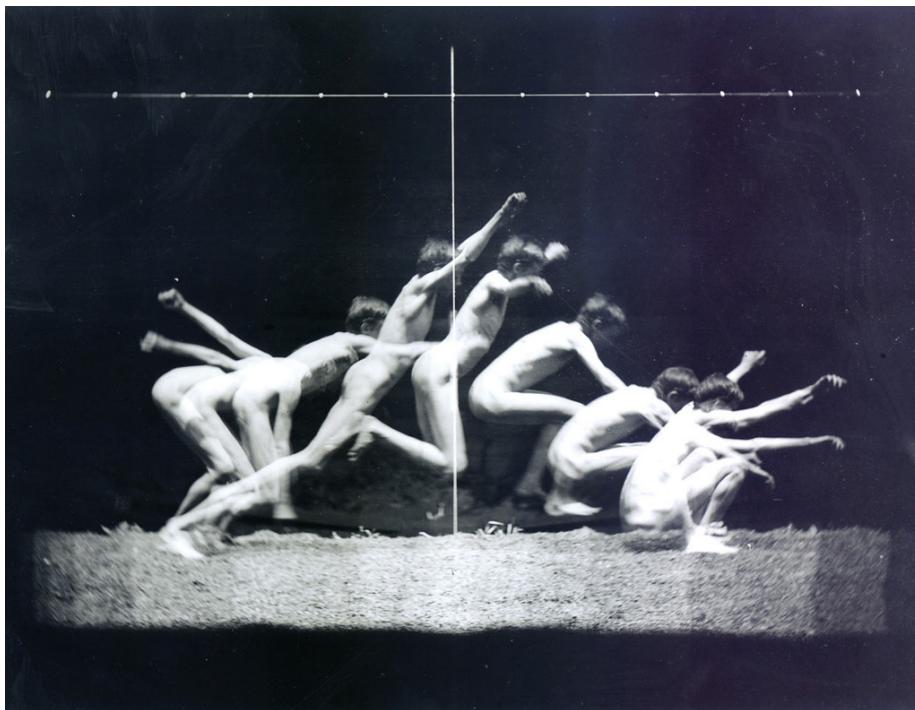


Figure 4.4: Chronophotographie “Eadweard Muybridge” by floorvan is licensed with CC BY-SA 2.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>

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

4.3 Georges Méliès



Figure 4.5: Georges Méliès, 1861-1938

- <http://www.artwiki.fr/?GeorgesMéliès>
- 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/
- <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/>
- <http://www.artwiki.fr/?FuturismeArtvideo>



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

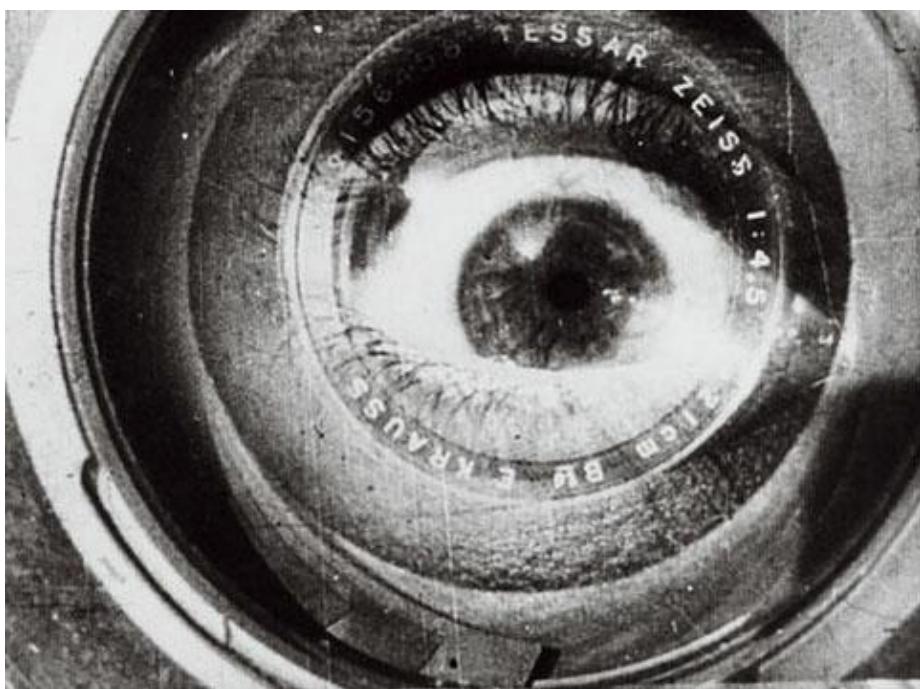


Figure 4.11: <http://www.medienkunstnetz.de/works/der-mann-mit-derkamera/>

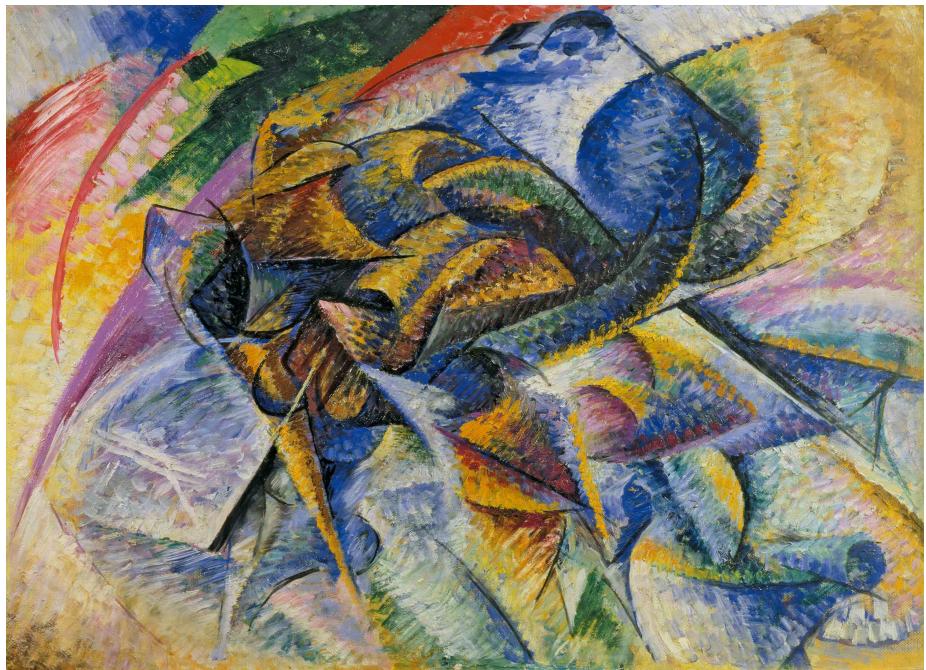


Figure 4.12: Par Umberto Boccioni — Peggy Guggenheim Collection, Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38418936>



Figure 4.13: Anton Giulio Bragaglia, 1890-1960

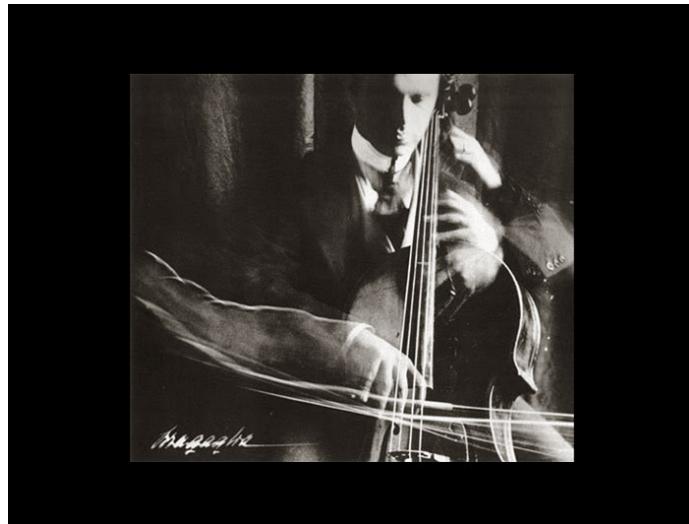


Figure 4.14: “Man playing the double bass”, 1911



Figure 4.15: “The slap”, 1910

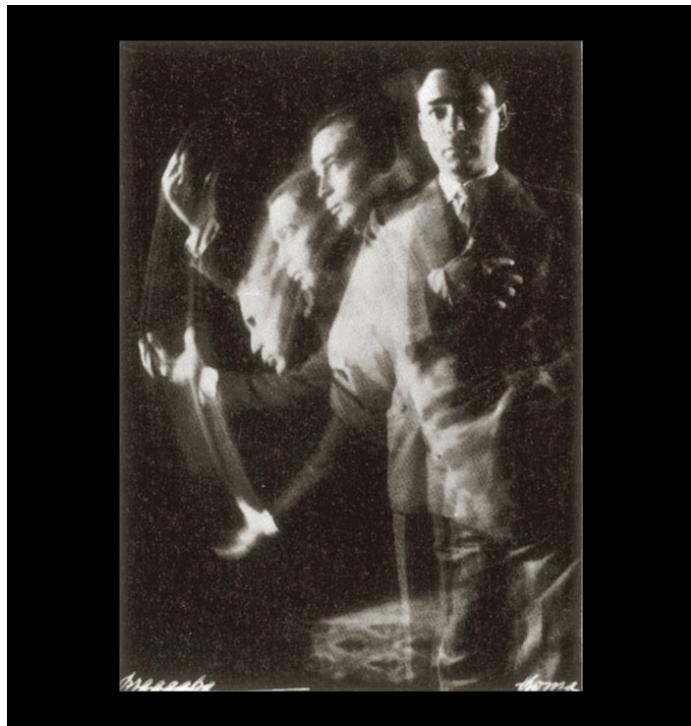


Figure 4.16: “Bow”, 1911



Figure 4.17: “Self portrait”, 1913



Figure 4.18: “Smoker”, 1913



Figure 4.19: “Waving”, 1911

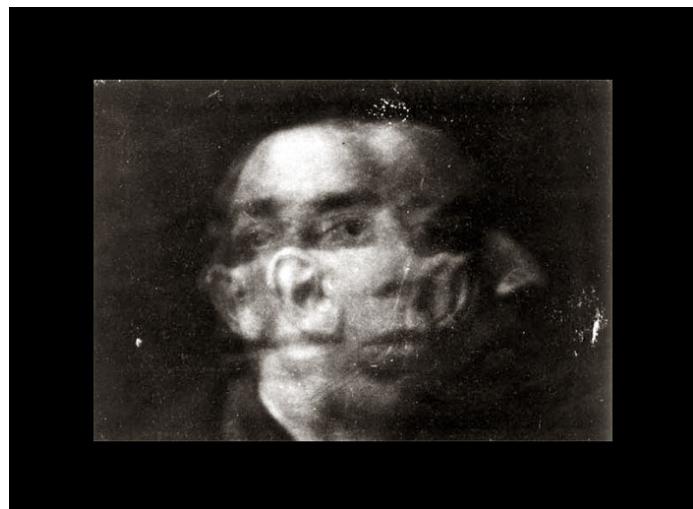


Figure 4.20: “Poly-physiognomic portrait of U. Boccioni”, 1913



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



Figure 4.22: “Typist”, 1911



Figure 4.23: “L'éventail”, 1928

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

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 défilement extrêmement rapide. art wiki

The Dante Quartet - Stan Brakhage [1987]

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

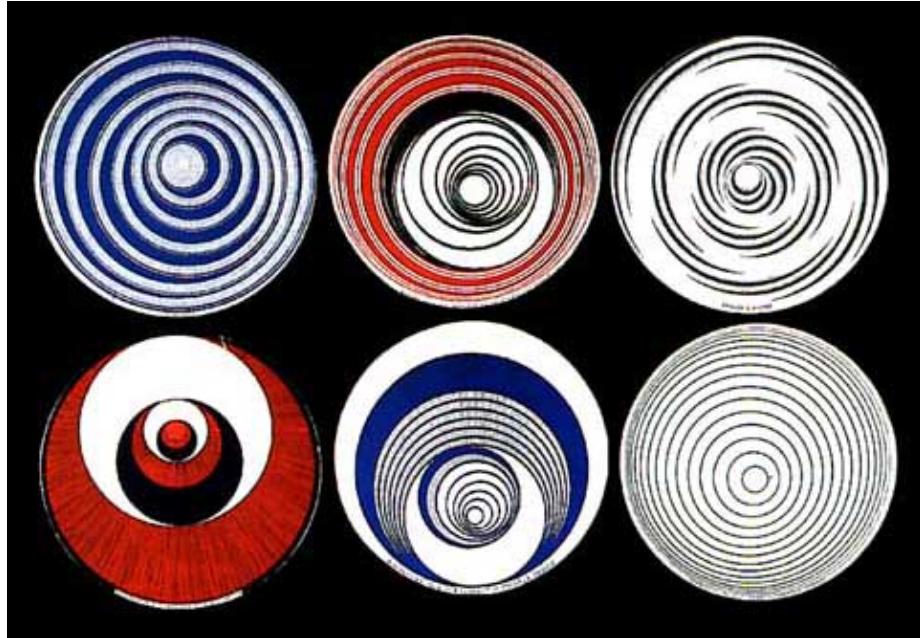


Figure 4.25: Rotoreliefs, 1926

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



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

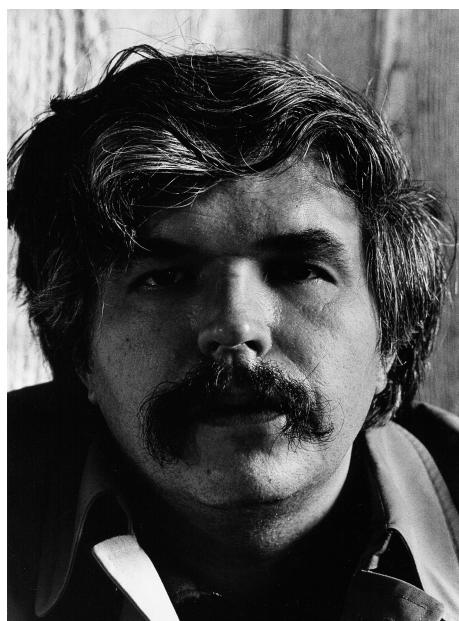


Figure 4.27: Stan Brakhage, 1933-2003



Figure 4.28: Norman McLaren, 1914-1987

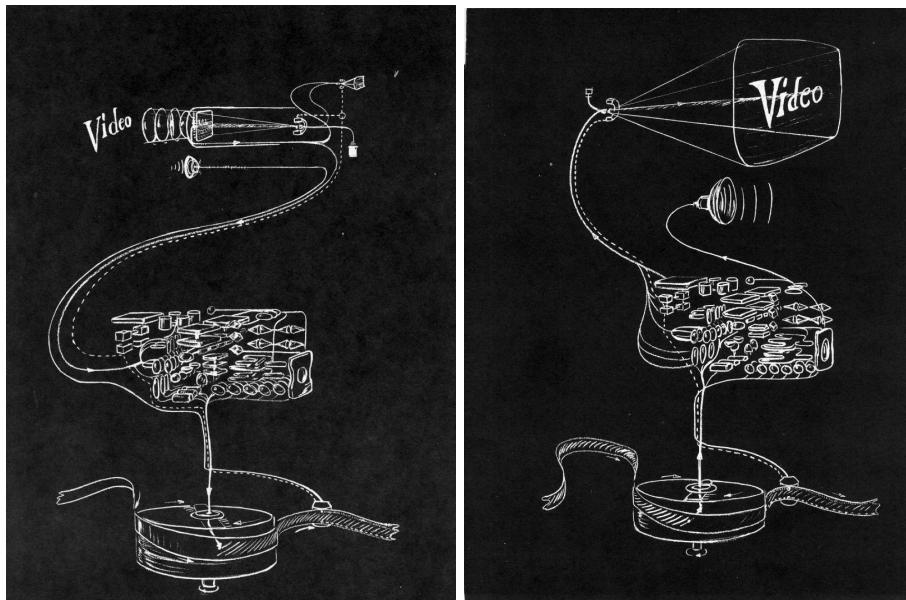


Figure 4.29: Enregistrer et reproduire depuis un support magnétique

4.12 1960 et le début de la vidéo

- 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

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-etait-le-bruit-la-poesie-electronique-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>

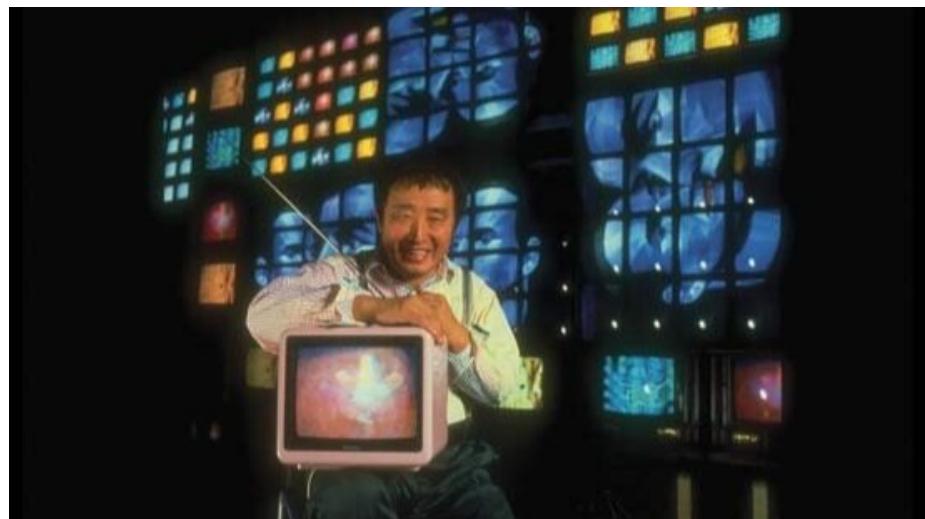


Figure 4.30: Nam June Paik, 1932-2006



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://witheque.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 -

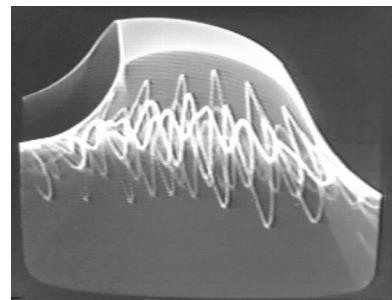


Figure 4.33: Chant magnetique

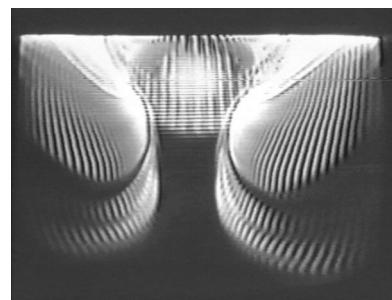


Figure 4.34: Eau

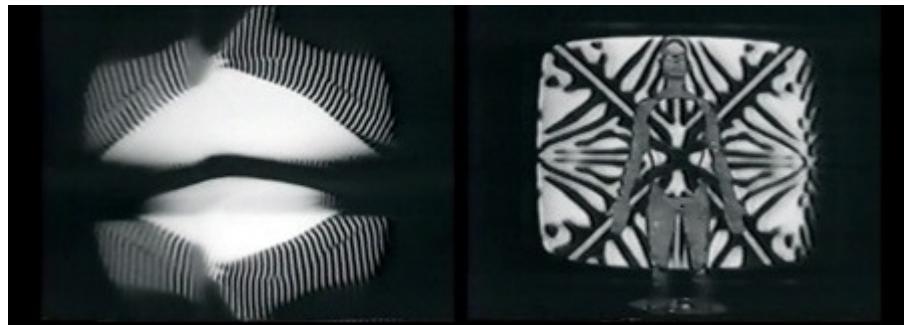


Figure 4.35: Amertube

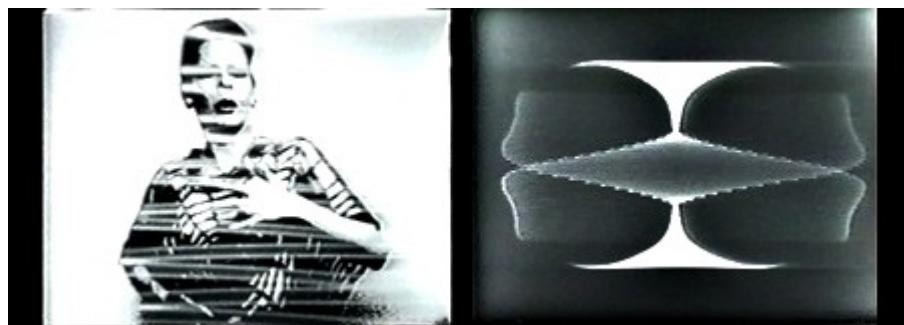


Figure 4.36: Phonoptic

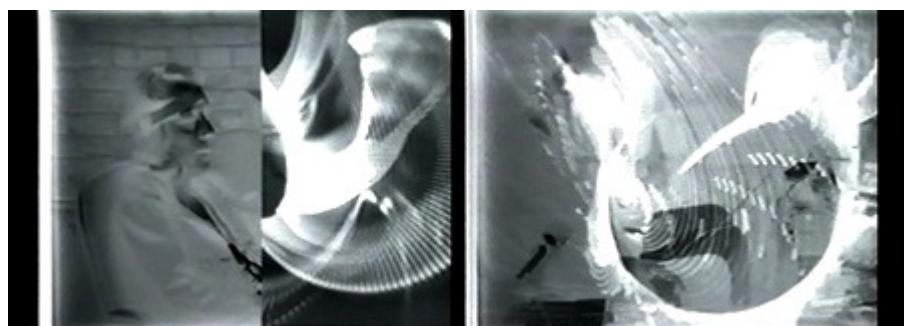


Figure 4.37: video cortex

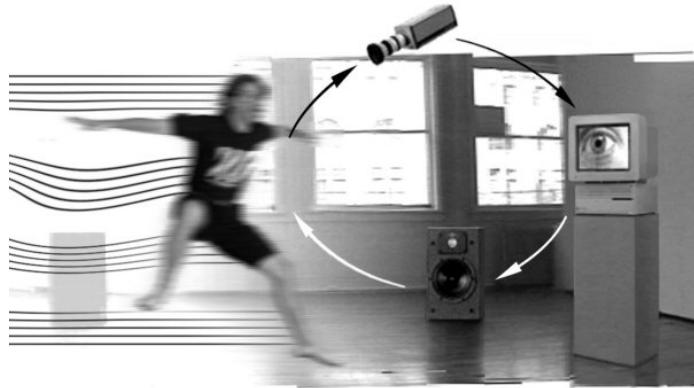


Figure 4.38: David Rokeby, 1960-

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

4.33.2 Dérapages

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/file_sp_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/>

Chapter 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

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://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-lart-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-disparaître>

Chapter 6

Lexique technique et technologique

6.1 Composantes du signal vidéo

6.1.1 Signaux de transmission

- Signaux analogues/digitaux
 - transmission télévisuelle analogue

6.1.2 résolutions

- résolutions

6.1.3 Ratio

- ratios image
- ratios-pixels

6.1.4 Débit

- Débit (bitrate)

6.1.5 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

6.1.6 Cadence

- Cadence

6.1.7 Trame

- Trame (progressif/entrelacé)

6.1.8 Poid

- calcul de grosseur de fichier
- calcul de bitrate

6.2 Formats de fichiers

6.2.1 Containers

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

[wiki:Comparison_of_video_container_formats](#)

6.2.2 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

6.3 Encodage vidéo

6.3.1 compression

6.3.1.1 lossless/lossy

6.3.1.1.1 Encodage vidéo sans perte - lossless

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

6.3.1.1.2 Encodage vidéo avec perte -lossy

- H.264&VP8
- HEVC&VP9
- proRes, dnxHD, cineform
- HAP & HAPQ

6.3.1.2 intra/inter frame

6.3.1.2.1 intraframe

- Toute l'image individuellement compressée dans chaque image.
 - prores, dnxHD, photoJpeg, Apple intermediate codec (aic), cineform

6.3.1.2.2 interframe

- image temporellement compressée, ce qui change
 - images: I (clef), P (<-) et B(<->)
 - GOP : group of picture
- usage créatif 1, 2, 3

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)

Chapter 7

Acquerir

7.1 Acquisition vidéo en temps réel

7.1.1 Caméra USB

- Webcam
- Carte de capture HDMI

7.1.2 Capture d'écran

7.1.3 Capture de fenêtre

7.1.4 Capture de contexte GL (Game capture)

7.1.5 Partage de texture vidéo (Spout, Syphon)

7.2 Usages de capture vidéo temps réel

7.2.1 Caméra virtuelle ()

7.3 Captation de mouvement et de présence

<http://szeliski.org/Book/>

Chapter 8

Échantillonner

8.1 Enregistrer

- 8.1.1 Formats de sauvegarde
- 8.1.2 Sauvegarde et archivage des médias
- 8.1.3 Gestion de banques d'images

8.2 Lecture

- 8.2.1 Position
- 8.2.2 Boucle
- 8.2.3 Vitesse
- 8.2.4 Contrôler de la tête de lecture vidéo
- 8.2.5 Montage temps réel

Chapter 9

Traiter

9.1 Logiciels de traitement vidéo interactif en temps réel

9.1.1 Libres et gratuits

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

9.2 Notions de traitement vidéo

9.2.1 Position

9.2.2 Rotation

9.2.3 Dimensions

9.2.4 Distorsion

9.2.4.1 Rogner

9.2.4.2 Échelle

9.2.5 Canal Alpha Alpha channel

9.2.6 Modification de couleurs

9.2.7 Niveau des couleurs

9.2.8 Mixage d'images

9.2.9 Incrustation

9.2.10 chromakey

9.2.11 Délais

9.2.12 Rétroaction (feedback)

9.2.13 Pixels

9.2.14 Couleurs

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

9.2.15 Texture

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

9.2.16 Matrices

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

9.2.17 Mémoire tampon

9.2.18 Alpha channel

9.2.19 Rendu OpenGL

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

9.3. TRAITEMENT VISUEL EN TEMPS RÉEL À L'AIDE D'EFFETS ET DE LOGICIELS DE PROGRAMMATION

- 9.3 Traitement visuel en temps réel à l'aide d'effets et de logiciels de programmation multimédia et nodale**
- 9.4 Exploitation des fonctions des logiciels de traitement vidéo en temps réel**
- 9.5 Utilisation de nuanciers (shaders)**

Chapter 10

Programmer

10.1 Logiciels de programmation

- glsl

10.2 Programmation d'effets temps réel

10.2.1 Nuanceurs (shaders) :

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

10.2.1.1 vertex, pixel et géométrie

10.2.1.2 Usages

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

10.2.1.2.1 lumière

10.2.1.2.2 texture Noise : <https://thebookofshaders.com/11/>

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

10.2.1.2.3 fumée <https://thebookofshaders.com/13/>

10.3 Programmation de compositions visuelles génératives

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

Chapter 11

Interagir

- 11.1 Effets visuels et filtres applicables en temps réel sur des matériaux visuels**
- 11.2 Flot de données entre les objets du logiciel**
- 11.3 Utilisation d'interfaces de contrôle interactives**
- 11.4 Communication via protocoles paramétriques temps réel**
 - 11.4.1 Open sound control (OSC)**
 - 11.4.2 Websocket**
 - 11.4.3 MIDI**
 - 11.4.4 DMX**
 - 11.4.5 ArtNet**
- 11.5 Programmation de la captation**

https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/image_processing_computer_vision.html

11.5.1 Mouvement**11.5.2 Présence**

Chapter 12

Déployer

12.1 Intégration des composantes dans une production interactive

étude de cas :

- https://openframeworks.cc/ofBook/chapters/project_eva.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

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**

Chapter 13

Examples HTML

Chapter 14

ffmpeg

14.1 FFmpeg

14.1.1 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.mov
```

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

14.1.2 Compresseur sur la piste audio (compand) sans recompresser la vidéo

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 "$1".*
do
  ffmpeg -i "$file" \
  -vcodec copy -filter_complex \
  "compand=attacks=0:points=-80/-900|-45/-15|-27/-9|0/-7|20/-7:gain=5" \
  comp_"$file"
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>

14.2 FFplay

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

14.2.1 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"
```

14.2.2 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"
```

14.3 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"
```


Chapter 15

Open Broadcast Studio

15.1 Sources

15.2 Caméra virtuelle

15.3 source html shader toy?

<https://www.shadertoy.com/embed/WtfyDj?gui=true&t=10&paused=false>

<https://www.shadertoy.com/view/ttBcWm>

<https://www.shadertoy.com/view/Wt2BR1>

15.4 source youtube fullscreen

15.4.1 exemple de Shader pour faire du mapping dans OBS

```
// Corner Pin shader by rmanky
// --- ---
// 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));
}
```


Chapter 16

Pure Data

Chapter 17

Shaders

Compilation via Bookdown (Xie, 2015)

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

Bibliography

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.