

# Logiciels libres de montage vidéo

un maillon de la production audiovisuel professionnel ?

19 septembre 2011



Thibault Saunier

Collabora Ltd. And EPSI Lyon

# Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Edward Hervey qui a supervisé mon travail tout au long de ce stage, il a toujours su prendre le temps nécessaire au bon moment afin de me guider et me permettre de réaliser les tâches qui m'ont été confiées dans les meilleures conditions. Je voudrais aussi remercier toutes les personnes de Collabora avec qui j'ai eu le plaisir de travailler durant ces derniers mois. Je tiens aussi à remercier toutes les personnes des communautés GStreamer et PiTiVi avec qui j'ai eu la chance de travailler de manière très agréable et qui permettent de faire évoluer les projets de manière positive de jour en jour.

Je voudrais aussi remercier toute l'équipe pédagogique de l'EPSE Lyon qui m'a permis d'acquérir de nombreuses compétences et connaissances qui me sont très utiles dans mon travail de tous les jours. Je voudrais aussi remercier l'équipe pédagogique de l'Université de Playa Ancha, qui m'a soutenu et guidé durant l'année scolaire 2009/2010.

Je voudrais aussi remercier tout particulièrement mes maîtres de stage Mme Karine Poulet Michelle ainsi que M. Philippe Malinge qui ont supervisé la réalisation de ce mémoire.

Je tiens aussi à remercier mes parents pour leur soutien durant ces cinq années d'études mais aussi pour leur aide précieuse durant la réalisation de ce mémoire.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Analyse du monde de l'édition vidéo professionnel</b>	<b>4</b>
1.1	Les bases de l'édition vidéo . . . . .	6
1.2	Définition du marché par segment . . . . .	10
1.3	Comparaison des principaux logiciels présents sur le marché de l'édition vidéo professionnelle, et analyse des manques et risques du marché . . . . .	22
1.4	Visions du marché par les professionnels du montage . . . . .	28
1.5	Bilan . . . . .	31
<b>2</b>	<b>Analyse des opportunités des technologies libres dans le domaine de l'édition vidéo et prévisions</b>	<b>34</b>
2.1	Etat actuel de l'offre de logiciel libre . . . . .	37
2.2	Technologies . . . . .	40
2.3	Analyse technique . . . . .	45
2.4	Analyse des communautés . . . . .	72
2.5	Lacunes et solutions possibles . . . . .	81

# Introduction

Depuis la fin des années 1980-début des années 1990, le montage de productions audiovisuelles professionnelles est réalisé dans la grande majorité des cas de manière informatique. Les logiciels utilisés sont variés, chaque phase de la post-production est théoriquement effectuée par un logiciel spécialisé. La partie montage à proprement parlé, c'est à dire, la phase durant laquelle on met bout à bout les différentes images, est réalisée avec un logiciel dit de montage vidéo non linéaire et non destructif. Cela signifie que les logiciels permettent l'accès de manière instantanée à n'importe quel instant aux fichiers sources (non linéaire), et le montage est effectué sans aucune incidence et aucune modification de ces mêmes fichiers (non destructif).

A l'heure actuelle, le marché des logiciels de montages vidéo professionnels est dominé par quelques entreprises commerciales qui ont imposé leurs technologies sur le marché sans s'occuper (ou presque) de la possibilité de communiquer entre ces logiciels. Cela oblige donc les utilisateurs après avoir choisi solution logiciel , de poursuivre dans ce même choix pour tous les logiciels de la même suite logiciel dans le processus de post-production. Les utilisateurs de ces suites de logiciels sont donc très dépendants de leurs fournisseurs et nous pensons qu'une autre manière d'envisager la création de logiciels de montages pourrait permettre au marché de devenir plus concurrentiel et plus centré sur les besoins réels des utilisateurs.

Ceci est le propre des “Logiciel Libres” c’est à dire que le code source n’est pas accessible et utilisable exclusivement par une l’entreprise éditrice, mais il est accessible par tous à partir du moment où il a été demandé par une personne ayant obtenu une version binaire de ce code. Cette manière de faire donne plus de souplesse à l’utilisateur principalement pour les raisons suivantes :

- Execution du codé binaire sans aucune condition limitante
- Étude du code source
- Possibilité d’adapter le code source à ses besoins, sous certaines conditions définis par la licence

Les logiciels libres ou ‘open source’ sont utilisés dans de nombreux secteurs de l’informatique quel que soit le type d’entreprise. Ils permettent de répondre à de nombreuses problématiques de l’informatique moderne, que ce soit au niveau des servers (où leur part de marché représente entre 60 et 70% du marché) ou au niveau des clients (que se soit poste de travail ou Smartphone).

En terme économique, l’univers du logiciel libre a su s’intégrer au marché, les entreprises vendant principalement du service et du consulting. Ce marché est en croissance très importante depuis plusieurs années avec un taux de croissance de l’ordre 66% pour l’année 2008 selon zdnet <sup>1</sup>.

Il est dans ce contexte intéressant de voir quelle part de marché les logiciels libres ont ou pourront avoir dans le secteur professionnel de la production audiovisuelle .

Pour cela, nous allons essayer de connaître les besoins de ces monteurs professionnels en étudiant les fonctionnalités dont ils disposent dans les logiciels existants, mais aussi en les

---

<sup>1</sup>La France est devenue « un pays phare pour le logiciel libre » : <http://tinyurl.com/france-logiciel-libre>

interviewant et en leur demandant de les évaluer. Il conviendra aussi de savoir si ces logiciels libres présentent un intérêt pour le marché de l'édition professionnelle . Nous allons chercher à savoir si les logiciels libres répondent, où pourront répondre dans le futur, aux enjeux que présentent les logiciels professionnels de montages vidéo non destructifs non linéaires en terme technologique. Dans ce but, il sera important d'analyser les différents logiciels existants mais aussi, les différentes technologies libres permettant de faire du montage vidéo .

# Chapitre 1

## Analyse du monde de l'édition vidéo professionnel

### Contents

---

1.1	Les bases de l'édition vidéo . . . . .	<b>6</b>
1.1.1	Définition des termes techniques . . . . .	6
1.1.2	Définition du concept d'édition timeline . . . . .	7
1.2	Définition du marché par segment . . . . .	<b>10</b>
1.2.1	Analyse des fonctionnalités communes . . . . .	17
1.2.2	Fonctionnalités spécifiques . . . . .	19
1.3	Comparaison des principaux logiciels présents sur le marché de l'édition vidéo professionnelle, et analyse des manques et risques du marché . . .	<b>22</b>
1.3.1	Historique du marché . . . . .	22
1.3.2	Définition des plus grands acteurs du marché . . . . .	23
1.3.3	Fonctionnalités . . . . .	25
1.4	Visions du marché par les professionnels du montage . . . . .	<b>28</b>
1.5	Bilan . . . . .	<b>31</b>

---

Le montage vidéo professionnel est un domaine très vaste, et l'on peut s'attendre à ce que la palette de fonctionnalités nécessaires à la création des différents formats d'œuvres audiovisuelles varient fortement en fonction du type de contenu. Afin d'étudier les possibilités d'avenir des logiciels libres dans ce domaine, il nous faut définir, pour en connaître les différents besoins :

- les cas d'utilisation (plus communément appelées use cases )
- les fonctionnalités qui en découlent

Nous allons donc définir les principaux cas d'utilisation en fonction des différents formats de productions audiovisuelles et ainsi en déduire les fonctionnalités nécessaires pour répondre à ces cas d'utilisations.

Ensuite nous analyserons la base commune des fonctionnalités nécessaires à la réalisation de ces différents types de production. Pour finir nous verrons s'il existe une diversité dans les besoins, et essayerons de trouver les fonctionnalités qui sont propres à chaque type de production. Cette première analyse a pour but de clarifier les besoins des professionnels afin de déterminer par la suite ceux auxquels les logiciels libres répondent déjà, ceux auxquels on peut prétendre répondre dans un futur proche, et ceux qui sont hors du scope actuel des technologies libres.



## 1.1 Les bases de l'édition vidéo

Tout d'abord, il est évident que, pour qu'un logiciel de montage puisse répondre aux besoins des professionnels, les fonctionnalités basiques de l'édition vidéo non linéaire doivent être couvertes. Cette partie a pour but de définir quelles sont ces fonctionnalités, et de les expliquer succinctement :

### 1.1.1 Définition des termes techniques

Du fait de l'importance des termes suivant pour la compréhension de ce document, il est nécessaire qu'ils soient définis au sein même de celui-ci.

**Les Footages** Les Footages correspondent à toutes les sources brutes qui ont été enregistrées et à partir desquelles le monteur va créer le rendu final de l'œuvre audiovisuelle.

**Les Clips** Les Clips correspondent dans les faits à un Footage édité (retouche des couleurs, modification de la durée, ajout d'effets...) par le monteur afin de l'utiliser dans le contexte précis d'une œuvre finale.

**Les Templates** Dans l'édition vidéo, on parle de Template pour définir un moule de montage. Il permet au monteur de monter très rapidement des oeuvres en s'assurant que le rendu entre dans un cadre défini précédemment.

**Colorimétrie (retouche des couleurs)** En édition vidéo la colorimétrie est l'art de retoucher les couleurs, les étalonner au travers des différents clips.

**Les effets vidéos** Les effets vidéo sont des effets visuels qui permettent de modifier l'image d'une vidéo de manière simple (à l'inverse des effets spéciaux qui modifie la vidéo de manière plus complexe.



**Fig. 1.1:** Les keyframes

**Les keyframes** Les keyframes définissent le début et la fin d'une animation, en particulier dans le cadre d'effet, de texte en mouvement au dessus d'une vidéo (dans le cadre de titres, sous-titres).

**Speed control et time remapping** Le speed control permet de modifier la vitesse de lecture d'un clip dans la timeline (ralentir ou accélérer). Le time remapping est une technique avancée de speed control, et permet de changer la vitesse de lecture de partie de clip, et ainsi d'accélérer ou de ralentir des parties d'un même clip. Cette technique est couplée au keyframes afin d'obtenir le résultat souhaité.

**Gestion des Footages** Un logiciel d'édition vidéo doit permettre d'importer les Footages à partir desquels on veut faire le montage, c'est à dire les fichiers vidéos, audios, et images avec lesquels on travaille. Il doit être possible de prévisualiser ces clips.

### 1.1.2 Définition du concept d'édition timeline

La timeline est la partie de l'interface dans laquelle on va disposer les différents clips. Il s'agit du concept de base de l'édition vidéo non linéaire. Dans le cadre de l'édition timeline quelques fonctions sont absolument indispensables, et il est nécessaire de comprendre ces différents concepts pour comprendre la suite de ce document :

**Découpages des clips** La technique du découpage de clip permet de diviser un Footage en plusieurs parties afin de pouvoir les utiliser de manière indépendante.



**Fig. 1.2:** Splitting

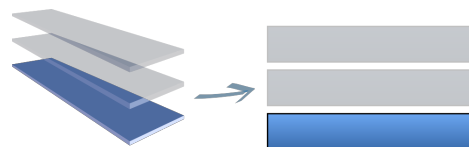
**Unlinking de la piste audio et de la piste vidéo** Le fait de “déliaer” les clips permet de gérer de manière désynchronisée le son et la vidéo.



**Fig. 1.3:** Unlinking

**Gestion des “in point” et “out point” des clips** Permet de définir la partie d’un Footage à utiliser dans le montage final. Cela permet donc de redéfinir la longueur d’un clip dans la timeline, en ne jouant pas le début ou la fin de celui-ci.

**Notion de layer** La notion de layer est essentielle dans l’édition vidéo avancée dans la timeline : mixer plusieurs sources et ajouter des titres dépend de cette fonctionnalité. Afin de comprendre, il est plus simple de faire la comparaison avec de la peinture



**Fig. 1.4:** Les layers

sur verre : on superpose plusieurs vitres les unes au dessus des autres, chacune de ces vitres représentant un layer. C'est la superposition des dessins de chacune des plaques qui va nous révéler le résultat final. De plus, il existe dans les layers une notion d'opacité , ce qui permet d'atténuer ou de révéler intégralement les dessins des plaques inférieures.

## 1.2 Définition du marché par segment

Dans un premier temps, nous allons définir et analyser les différents formats de productions audiovisuelles professionnelles. Nous avons interviewé un certain nombre de monteurs professionnels, afin de lister leurs besoins, (annexes 1) et en essayant de couvrir le maximum de champs de l'édition vidéo. Nous avons pu récolter des informations provenant de monteurs de clips vidéos, de courts métrages, de publicités, de documentaires, de séries télévisées, et de reportages.

La littérature dans la matière (en particulier [?]) nous propose de faire une nette distinction entre les deux segments du marché que sont :

- le monde du contenu post-produit : il s'agit de contenu dont la qualité de montage final est très importante. Celui-ci peut être de courte durée, tels que les clips vidéos ou publicités, ou bien de longue durée, tels que les films ou les séries télévisées. Mais il faut toutefois faire une différence entre ces derniers puisque la qualité du rendu final des films implique d'autres standards en terme de montage
- le monde de la production diffusée : il s'agit du contenu retransmis à la fois, sur internet, et sur les chaînes de télévisions et dont la création et la retransmission rapide impliquent des moyens spéciaux qui permettent de créer et retransmettre le contenu dans un temps restreint, voir en direct.

Certes les deux mondes ont des contenus différents, mais surtout ils ont des contraintes différentes, ce qui implique des divergences importantes en terme de besoin de fonctionnalités. Nous allons donc nous intéresser à ces deux domaines et découper notre analyse à partir de cette distinction. Tout d'abord, nous nous intéresserons aux fonctionnalités logicielles nécessaires à la production de contenu post-produit. Nous analyserons ensuite

les besoins intrinsèques à la production de contenu visant le monde de la vidéo diffusée. Puis nous essayerons de voir où se situe la frontière entre ces deux mondes afin d'évaluer l'investissement pour les logiciels de montage vidéo libres nécessaire pour répondre à ces marchés.

## **Le monde du contenu post-produit**

Le monde du contenu post produit est assez vaste et au premier abord il peut apparaître comme étant tout le contenu qui n'est pas diffusé instantanément. Dans les faits, la distinction est plus complexe, et il s'agit d'œuvres audiovisuelles dont le temps de post production n'est pas un critère de première d'importance pour le choix des moyens mis en place sur ce sujet.

De ce fait, les formats suivants peuvent être considérés comme étant post produits :

### **Les courts métrages**

Les courts métrages concentrent une histoire en moins de 35 minutes. Ils sont donc soumis à des contraintes importantes. Ils répondent à une exigence de concision et il est donc intéressant de se poser la question pour savoir si dans ce genre d'œuvre les monteurs utilisent des techniques qui permettent de les rendre plus dynamiques et si des fonctionnalités spéciales sont utilisées dans ce but.

Dans la production de ce type d'œuvre, les interviews nous ont révélé des fonctionnalités indispensables telles que :

- Transition (fading en priorité)

- Effets basiques (par exemple le passage en noir et blanc)
- Time remapping
- Retouche des couleurs
- Création et ajout de génériques

## **Les publicités**

La publicité peut s'apparenter au court métrage puisqu'il s'agit de création courte et généralement dynamique mais dont l'objectif est différent. Pour atteindre cet objectif (attirer des consommateurs), les monteurs utilisent des techniques spéciales mais les fonctionnalités du logiciel nécessaires restent identiques à celles du court métrage.

En revanche, la qualité du rendu est très importante : ainsi des logiciels spécialisés sont fréquemment utilisés afin de créer le contenu (audio, effets, images...).

## **Les clips vidéos**

Le clip vidéo est un contenu visuel qui a pour but d'illustrer une musique. Ce type de vidéos utilise souvent beaucoup d'effets spéciaux, et demande à priori une très grande précision au niveau de la synchronisation entre le son et l'image. La track audio dans de telle production sera de préférence effectuée avec un logiciel dédié à cet effet. Pour résumer, les fonctionnalités nécessaires sont :

- Création de titres complexes (Titre en mouvement, etc...)
- Ajout de titres
- Ajout d'effets

- Utilisation avancé des keyframes
- Time remapping

## Les films

La production cinématographique bénéficie de budgets beaucoup plus élevés. Les techniques employés dans le cadre de la post production sont plus complexes et permettent de gérer avec soin la qualité du rendu.

Il n'a pas été possible d'interviewer de monteur de film jusqu'à maintenant, mais le livre "The technique of film and video editing, History, Theory, and Practice" [?] est un bon point de départ pour comprendre le montage cinématographique et la très grande influence qu'il a sur les autres types de productions audiovisuelles. On peut considérer le film comme étant une oeuvre audiovisuelle par excellence.

Dans le monde du cinéma, le logiciel de montage vidéo est l'un des logiciels parmi un système connecté de logiciel de post production. Des spécialistes de différents domaines créent les parties du film, et le monteur a pour mission de lier tout ces éléments au travers du logiciel de montage. Les logiciels de post production sont entre autres :

- Éditeur de son
- Création d'effet
- Retouche d'image
- Création d'animation
- ...



Les logiciels à visée professionnelle ne sont donc pas forcément utilisables dans le monde de la création cinématographique. Il conviendra de faire une réelle différence entre ces deux univers du montage vidéo.

Le logiciel de montage vidéo à proprement parler ne nécessite pas vraiment de fonctionnalités très évoluée. Mais la caractéristique principal auquel doit répondre les logiciels dans ce domaine est la possibilité d'organiser de manière efficace une très grande quantité de footages.

Les autres logiciels de post production sont bien évidemment aussi nécessaires afin de permettre de faire le montage de films. Ce document n'a pas pour but de détailler ces autres logiciels.

Une autre caractéristique de la production cinématographique, qui est une conséquence directe de l'impératif de qualité irréprochable, réside dans le fait que les logiciels de montage doivent permettre de visualiser chaque image du film de manière très précise (le montage de film se fait dans certain cas en choisissant chaque image depuis un tableau de frames ).

Bien que ne demandant pas vraiment de fonctionnalités très avancées, la création de film a des besoins assez évolués en ce qui concerne le logiciel de montage :

- Organisation très avancée des Footages
- Création et ajout de générique
- Passerelles avec le reste des logiciels de post production
- Preview de chaque frame dans le détail

## **Les séries télévisées**

Le niveau de qualité des séries télévisées n'étant pas aussi élevé que pour le montage des films, les traitements sont la plupart du temps réalisés directement dans le logiciel de montage même. Cela implique un nombre de fonctionnalités plus important nécessairement les fonctionnalités suivantes :

- Création et ajout de titre
- Création et ajout de générique
- Retouche des couleurs

### **Les documentaires**

Le documentaire est assez sobre en terme de montage. Il réside en général dans le logiciel de montage, mais ne demande pas de fonctionnalités spéciales. Les fonctionnalités utilisées pour produire ce type d'œuvre sont :

- Création et ajout de titre
- Création et ajout de génériques
- Retouche des couleurs
- Utilisation des keyframes
- Transition smpte

### **Le monde du contenu diffusé**

La plupart du contenu post produit est par la suite diffusé, la différence que l'on fait ici entre ces deux types de production réside dans le temps de la post production. Dans le cas des journaux télévisés, émission de télé, la post production est soit totalement inexistante

(dans le cas du direct), soit très courte, dans le cadre de reportages, jeux télévisés et autres types de production visant spécifiquement la télévision.

## **Les émissions télévisées**

Suivant leur mode de production, les émissions de télévision peuvent être classées soit dans le contenu post-produit soit dans le contenu diffusé. Elles sont en général diffusées très rapidement après la création du contenu (si ce n'est en direct) et c'est la raison pour laquelle nous les considérons comme du contenu diffusé. De plus le fait qu'elles soient produites exclusivement pour la diffusion (aucune commercialisation matérielle n'en est faite), cette classification paraît naturelle.

Du fait de leur temps de production très réduit, les principales fonctionnalités en terme de logiciel de montage sont :

- Fonctionnalité de Template qui permet d'avoir un cadre général de montage des présentations, en temps et ainsi faire le montage en direct
- Titres

Bien évidemment, dans le cadre de la création de Templates, les transitions “smpte” et les effets simples sont généralement utilisés. Mais il n'est pas rare que les Templates à proprement parler ne soient pas créés dans le logiciel de montage, mais plutôt dans d'autres logiciels de création de contenu audiovisuel.

## **Évènements spéciaux (sportif, d'actualité...)**

En principe ce type de production audiovisuelle n'est pas post-produit. Il s'agit de production instantanée, et pour ce type de contenu, l'outil de montage non linéaire doit permettre de donner une impression de contenu post-produit alors qu'il n'en est rien. Les fonctionnalités nécessaires sont assez similaires à celles dont on aurait besoin pour produire des émissions de télévision.

De plus, l'acquisition étant aussi faite en direct, il doit être possible d'intégrer le logiciel du montage dans le système de capture d'image et de son.

De même que pour les émissions de télévision, les Template sont généralement produits avec des logiciels dédiés à cet effet.

### **1.2.1 Analyse des fonctionnalités communes**

On s'aperçoit donc que de nombreuses fonctionnalités sont communes aux différents types d'œuvres. Il convient de détailler chacune de ces fonctionnalités afin de nous rendre compte de ce qu'elles impliquent en terme de logiciel de montage.

#### **Création et ajout de titre**

Cette fonctionnalité est utilisée dans la création de plusieurs types de contenu :

- Séries télévisés
- Documentaires
- Clips vidéos

Bien que cette fonctionnalité soit utilisée dans différents types de contenu, le logiciel sera le résultat de différents paramètres. Par exemple, dans une série télévisée le travail sur les titres sera assez limité : on aura souvent une vidéo en arrière-plan et un titre qui fera un fondu arrière. En revanche dans le cadre de clips vidéo, on verra fréquemment le titre en mouvement sur le rythme de la musique par exemple. Il est nécessaire de tout mettre en oeuvre pour répondre à la diversité de ces besoins mais il sera plus difficile aussi bien en terme de backend qu'en terme d'interface utilisateur de répondre aux besoins les plus spécifiques.

## **Création et ajout de générique**

La création de générique est une fonctionnalité indispensable à laquelle de nombreux monteurs (en particulier professionnels) font appel. Cette fonctionnalité en terme de backend est similaire à celle des titres puisqu'il s'agit ni plus ni moins d'ajouter du texte au dessus d'un fond, qu'il soit animé ou non. Mais en terme d'interface utilisateur il s'agit de deux fonctionnalités différentes puisque, par définition, le générique est un texte qui défile dans une très grande majorité des cas, de haut en bas.

Cette fonctionnalité est l'une des plus basiques si l'on veut répondre aux besoins des professionnels. Elle est utilisée dans la plupart des créations vidéo et doit être à priori standardisée et simple à utiliser dans l'interface utilisateur afin que la mise en place des génériques (déjà écrits) soit effectuée de manière simple et rapide par les monteurs.

## **Gestion des Keyframes :**

Les keyframes sont utilisées dans bien des domaines, mais dans beaucoup de cas, elles sont utilisées avec parcimonie. Elles permettent dans une vidéo, d'animer les propriétés d'éléments ajoutés par le monteur (effets, texte, etc...). Il apparaît donc nécessaire d'avoir une gestion minimale des keyframes, en particulier pour une gestion fine des couleurs, mais leur utilisation est rarement vraiment avancée.

Dans la création de clips en particulier, afin de dynamiser la vidéo, les monteurs utilisent de manière intensive les keyframes.

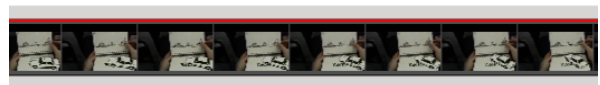
## 1.2.2 Fonctionnalités spécifiques

Dans les faits, les fonctionnalités utilisées sont assez similaires bien que les œuvres finales soient totalement différentes.

Quelques fonctionnalités sont apparues comme vraiment propres à la création d'un type d'œuvre en particulier.

### Visualisation image par image :

Dans le cadre de la création de film, la prévisualisation de chaque frame de manière précise semble être une fonctionnalité essentielle. Cela signifie que le logiciel de montage doit permettre de voir de manière



**Fig. 1.5:** Visualisation frame par frame

simple chaque frame des vidéos présentes dans la timeline. Cette fonctionnalité est aussi utile dans le cadre de la création d'autres œuvres, mais elle est indispensable dans le cas

de films, permettant ainsi de s'assurer de la qualité du résultat. En effet, lors de la création d'un film, chaque frame doit être contrôlée. Dans d'autres types d'œuvres, les exigences et les moyens étant moins élevées, une telle fonctionnalité n'est pas indispensable.

## **Gestion avancée des Footages**

Dans le cadre de productions longues, un des problèmes auquel doit répondre de manière satisfaisante le logiciel d'édition est la gestion et la classification des Footages. C'est particulièrement vrai pour les films et les séries télévisées. Dans ces types de productions le nombre d'heures de Footages peut être très grand, et le monteur doit dans un premier temps établir une classification des Footages. Le logiciel de montage doit, pour répondre aux besoins des monteurs, permettre de les ordonner de manière précise et bien pensée.

## **Intégration dans un écosystème de logiciel de post production**

On constate, plus particulièrement dans le cadre de création de film, que le logiciel de montage doit s'intégrer dans l'écosystème de logiciel de post production. C'est généralement possible si ce logiciel de montage respecte les quelques standards de la post production d'œuvres audiovisuelles comme par exemple le Material eXchange Format

## **Time remapping**

Le time remapping, comme précédemment indiqué, est particulièrement utilisé dans la création de contenu court. Il permet d'accélérer, où ralentir une partie d'un clip pour le rendre l'œuvre la plus dynamique possible.

## Gestion des Templates

La création de contenu non post produit demande des fonctionnalités particulières. La fonctionnalité qui apparaît comme clé pour répondre aux besoins liés à ce type de produit est la création de Template. Par exemple la création de journaux télévisés ou autres évènements sportifs demande une gestion avancée de “moule“, ou Template, qui permet de lier simplement les contenus des différentes caméras à un moment donné de la retransmission.

Cette fonctionnalité n’est pas exclusivement utilisée dans la création de contenu en direct, mais elle est très largement utilisée dans tout ce qui est contenu destiné à la télévision.

En conclusion, on a constaté que le champ de fonctionnalité est vaste, la plupart de ces fonctionnalités sont génériques et leur utilisation est, par conséquent, commune à différents types d’œuvres. En revanche ce qui varie particulièrement est la finesse d’implémentation et le niveau d’utilisation qu’en fait le monteur.



## **1.3 Comparaison des principaux logiciels présents sur le marché de l'édition vidéo professionnelle, et analyse des manques et risques du marché**

Il conviendra d'analyser précisément les logiciels existants, qu'ils soient propriétaires ou libres. Cette partie a pour but de rendre compte de l'état actuel du marché des logiciels d'édition vidéo destinés principalement aux professionnels. Cette étude portant principalement sur les logiciels libres, ceux-ci seront évidemment inclus dans cette analyse même si on considère que pour certains leur manque de maturité ne leur confère pas le droit d'y figurer.

Dans cette optique, nous analyserons les points clés des logiciels. Tout d'abord nous comparerons les fonctionnalités des logiciels, la manière dont elles sont gérées, et nous recueillerons l'avis de professionnels sur ces fonctionnalités et leur implémentation dans les différents logiciels. Ensuite nous regarderons le prix de ces logiciels, nous verrons en quoi cela peut être un argument de poids pour les logiciels libres et leur éventuelle prise de part de marché. Nous nous concentrerons enfin sur la documentation, livres et autres tutoriels disponibles pour ces différents logiciels, et nous verrons quels supports sont offerts aux professionnels pour leur utilisation.

### **1.3.1 Historique du marché**

Les tout premiers logiciels d'édition non linéaire ont vu le jour dans le début des années 70. A cette époque les solutions de stockages de données étant très limitantes, les premiers logiciels de montage vidéo non linéaires effectivement utilisables ont vu le jour en 1989 et

ceux-ci étaient basés sur les disques durs pour ce qui est du stockage. C'est cette année là que "Editing Machines Corp." et Avid ont mis sur le marché les logiciels de montage vidéo non linéaire ainsi que le matériel qui permettait son utilisation. Une fois de plus, les limitations en terme de stockage de données (accès limité à 50 Gigabytes à la fois maximum), rendait l'utilisation des systèmes de montage non linéaire inutilisables dans le domaine du cinéma, et même dans de nombreux cas de la télévision. C'est en 1992 que cette limitation a été surmontée : il était alors possible d'accéder jusqu'à 7 Terabytes de données à la fois ce qui rendait envisageable le montage de production longue de manière informatique. En 1993 Avid prend avantage de cela et s'impose comme leader mondial, remplaçant les équipements de montage de pellicules 35mm de toutes les principales maisons de production cinématographiques dans le monde. Avid a été le leader incontesté du marché de l'édition professionnel jusqu'en 2003, date à laquelle Final Cut Pro a été considéré comme une bonne alternative à Avid par les grands acteurs de l'édition vidéo professionnel.

### 1.3.2 Définition des plus grands acteurs du marché

#### Logiciels commerciaux

**Avid Media Composer :** Leader historique du marché du logiciel de montage non linéaire professionnel. Il s'agit du produit phare de Avid Technology publié en 1989. Depuis, ce logiciel a joué un rôle essentiel dans le développement de ce marché.

**Avid Symphony :** Evolution de Avid Media Composer, il s'agit d'une version plus complète en terme de fonctionnalités qui a pour but de répondre aux besoins des monteurs de productions longues tels que les documentaires et les séries télévisées.

**Final Cut Pro :** Logiciel de montage intégré dans la suite de logiciels de post-production de Apple, Final Cut Studio. Il s'agit d'un logiciel de montage orienté à la fois professionnel et création de film. Il est de nos jours très utilisé et est devenu l'un des leaders mondial du marché.

**Adobe Premiere Pro :** Logiciel de montage de la suite Adobe Creative suite, il s'agit du logiciel d'édition vidéo à visée professionnelle de Adobe System. Il est à la fois adapté pour la création de contenu diffusé, mais aussi de contenu post produit.

**Logiciel en cours de libération :**

**Lightworks :** Logiciel de montage actuellement commercial, très puissant, et offrant des fonctionnalités uniques, il permet de faire parallèlement la production diffusée et la création post-produit. Ce produit est particulier car ses créateurs ont décidés de libérer le code source [?], et ainsi de créer une communauté de développeurs pour en faire un projet de logiciel libre.

**Logiciels libres :**

**Cinelerra :** Logiciel de montage et de compositing libre développé principalement par la société Héroïne <sup>1</sup> et intégré par la société LMA<sup>2</sup>. Il s'agit d'un logiciel de montage non linéaire avec de très nombreuses fonctionnalités. Principalement créé pour le création de contenu diffusé, il permet aussi de répondre aux besoins de la production de contenu post-produit. Il s'agit du seul logiciel libre utilisé en milieu professionnel.

---

<sup>1</sup>Héroïne : <http://heroinewarrior.com/>

<sup>2</sup>LMA : <http://lmahd.com/>

**Kdenlive** : Logiciel de montage libre s'intégrant dans la suite logicielle de l'interface graphique KDE. Ce logiciel de montage est assez complet et peut répondre aux besoins des monteurs de contenu post-produit.

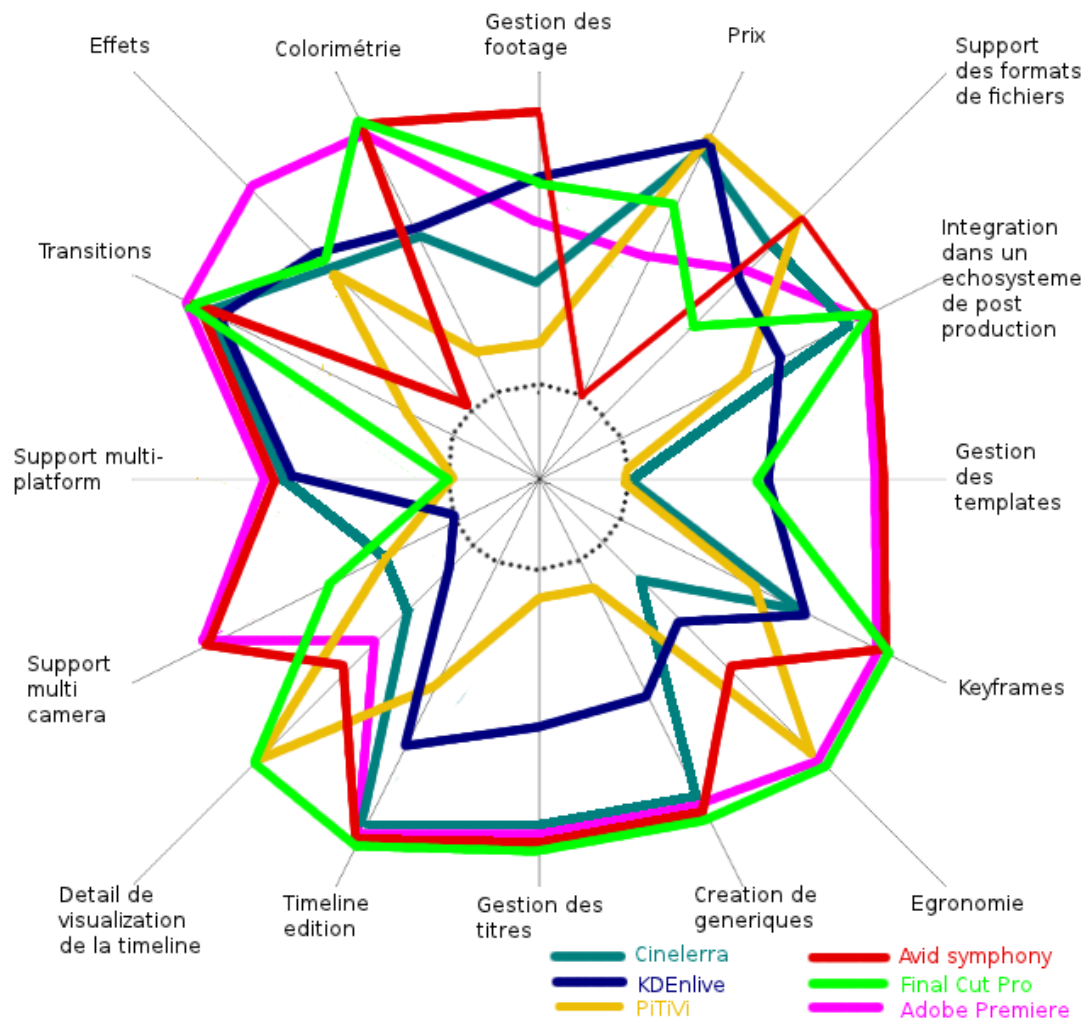
**PiTiVi** : Logiciel de montage libre encore basique mais en plein développement. Ce logiciel a pour but de répondre aux besoins du plus grand nombre, et en particulier à ceux des professionnels de la création de contenu, qu'il soit post produit ou non.

### 1.3.3 Fonctionnalités

Tout d'abord, il convient de voir quelles fonctionnalités existent chez les différents acteurs du marché. Afin de faciliter la lecture et avoir une vision globale de ce qui existe nous avons dessiné une représentation sur un diagramme en toile d'araignée. D'après les interviews et l'analyse précédemment faite, les axes suivants ont été choisis :

- Gestion des formats de fichiers
- Intégration dans un écosystème de post production
- Gestion des Templates
- Gestion des Footages
- Colorimétries
- Effets
- Transitions
- Support multi-platform

Dans le schéma suivant le niveau et la qualité d'implémentation a été prise en compte. Les retours utilisateurs ont aussi une place importante dans cette évaluation. La plupart de ces évaluations portent sur des données non quantifiables et c'est pour cette raison qu'aucune échelle précise n'est donnée. Par exemple, l'ergonomie ne peut être quantifiée, seul le ressenti des utilisateurs peut être analysé, et c'est ce travail qui a été effectué.



**Fig. 1.6:** Comparaison des fonctionnalités des logiciels leaders sur le marché

Ce schéma nous permet d'expliquer très facilement que seul le logiciel libre Cinelerra est une place sur le marché, les lacunes de PiTiVi et Kdenlive en terme de fonctionnalité rend leur utilisation impossible en milieu professionnel.

## 1.4 Visions du marché par les professionnels du montage

### L'importance de la position du logiciel sur le marché

En ce qui concerne le choix du logiciel de montage dans une entreprise, la connaissance que les monteurs ont du logiciel qu'ils utilisent est essentiel. C'est pour cela que dans de nombreux cas le premier facteur de choix est la position de ce logiciel sur le marché de l'édition vidéo. En effet, les différentes industries veulent avoir l'assurance qu'il est possible de trouver de la main d'oeuvre compétente sur le logiciel qu'elles utilisent. Mais ce n'est pas seulement la disponibilité de personnes compétentes qui est importante, s'est également que ces dernières puissent se former et qu'elles aient accès facilement aux informations concernant les nouvelles résolutions des problèmes posés par un logiciel au travers des différentes versions.

Comme l'a souligné M. Faure lors de son interview (annexe 3), dans son cas, il ne serait pas envisageable de changer de logiciel à moins que le marché n'évolue. C'est à dire que l'un des critères de choix dans son cas est la position de tel logiciel sur le marché. C'est principalement une question de crédibilité, et donc pour éviter la prise de risque, les professionnels préfèrent prendre la référence du marché.

Mais cela est principalement vrai dans les structures de taille moyenne. Dans le cadre de petits structures, comme l'a souligné M. Veri (annexe 1) durant son interview, il serait plus logique, dans un souci de se différencier de ses concurrents, de choisir un logiciel différent de celui de référence. Bien évidemment ce logiciel devra répondre convenablement à leurs besoins et permettre de satisfaire les demandes de leurs clients. Dans son cas, M. Veri

estime qu'un tel logiciel n'existe pas et que la référence du marché (Final Cut Pro) est en réalité la meilleure option.

### **Dépendance vis-à-vis du créateur**

Un souci important des professionnels du montage qui ressort des interviews est le changement de l'expérience utilisateur : l'arrivée d'une nouvelle version est redoutée car elle demande un temps d'adaptation pour la maîtriser. Ceci peut être illustré par la dernière version de Final Cut Pro, qui a été très critiquée [?] : Apple a décidé de changer le workflow des professionnels de l'édition vidéo dans la dernière version de leur logiciel phare de ce secteur, et cela a été très mal perçu par les professionnels. Toutefois pour M. Faure, ce problème n'est pas trop grave, puisqu'il considère que, dans le cas où la transition à cette nouvelle version s'avère compliquée (trop coûteuse, formation du personnel trop onéreuse, perte de temps pour le maîtriser), ils ont toujours l'option de conserver la version courante. Mais c'est valable seulement sur le court terme, puisqu'il n'est pas envisageable, pour des raisons de sécurité et de support, d'utiliser de manière commerciale un logiciel non maintenu et non supporté par l'entreprise éditrice. Pour M. Veri en revanche, cela pose aussi un problème important, et ayant lui même utilisé cette nouvelle version, il considère qu'il serait préférable pour son entreprise de trouver une autre solution.

Dans le cadre de structures importantes, la dépendance vis-à-vis des éditeurs est parfois considérée potentiellement dangereuse, et donc à éviter . Par exemple, Dreamworks Picture, a décidé de créer et de maintenir leur propre suite logiciel [?] de post production. Leur principal objectif est d'avoir la garantie que leurs logiciels répondent bien à leurs besoins précis en maîtrisant leur évolution. Ils ne dépendent plus d' un éditeur externe et pour conforter cette indépendance, cette entreprise a décidé d'utiliser Linux comme système



d'exploitation (distribution Red Hat), ce qui lui garantit une grande liberté. De plus, la partie “Dreamworks animations” est cliente de la société LMA, ce qui signifie que très probablement celle-ci utilise Cinelerra dans leur processus de post-production. De même les sociétés de télévision française TF1 et Canal+ sont clientes de cette même entreprise, ce qui montre bien que Cinelerra est utilisé dans un cadre professionnel. A noter que selon M. Faure, TF1 semble abandonner petit à petit Cinelerra au profit de Final Cut Pro.

## 1.5 Bilan

Nous constatons donc que dans un marché vaste et diversifié seuls quelques logiciels permettent à l'heure actuelle de répondre aux besoins de la grande majorité des utilisateurs.

Les professionnels sont plutôt satisfaits des logiciels commerciaux existants dont ils disposent avec cependant certaines limites dûs principalement au fait que ces logiciels sont fermés et édités par une seule entreprise (externe) . Les fonctionnalités de ces logiciels visent à répondre à la majorité des besoins du marché, mais ils ont des difficultés pour s'adapter à des besoins spécifiques d'entreprises .

Partant de ce constat on peut se demander si l'utilisation de logiciels ouverts et édités par de nombreuses entreprises ne pourraient pas prendre une place plus importante sur le marché, en offrant de nouvelles perspectives aux acteurs du marché du montage vidéo. Les éléments suivants peuvent être considérés comme des éléments importants sur un marché fermé, et contrôlé par un nombre très restreint d'entreprises :

**Plus grande autonomie vis-à-vis de la société éditrice (développeur/designer) :**

Grâce à l'utilisation de logiciel libre, il est possible de garantir et maintenir le logiciel en interne tout en profitant du fait que des personnes externes à l'entreprise, d'une part le développent, et d'autre part, le connaissent. Cela a pour conséquence de réduire les coûts d'une manière très importante tout en gardant un contrôle certain sur le développement du logiciel. C'est très certainement pour ces raisons que Dreamworks, TF1 et bien d'autres se sont mis à utiliser des logiciels libres.

### **Possibilité de collaboration et de communication avec les développeurs :**

Le développement des logiciels libres étant en principe fait publiquement, les utilisateurs (entreprises qui font le montage vidéos) peuvent voir l'évolution du logiciel au fur et à mesure de sa progression. Cela leur permet aussi de donner leur avis sur les directions à prendre.

### **Réduction de coût :**

Comme l'ont souligné M. Veri et M. Hachemi au cours de leur interview, dans le cadre de petites structures la réduction des coûts est un souci important. En effet, les frais liés à l'achat de licences pour les logiciels de montage constituent une charge financière élevée compte tenu des prix de ces licences. L'utilisation de logiciel libre permettrait donc, dans la très grande majorité des cas, de réduire d'une façon significative les coûts de montage, puisque le code source est libre d'accès.

### **Possibilité d'adaptation aux besoins précis de l'entreprise :**

L'ouverture du code et sa mise à disposition à tous ouvre la possibilité d'effectuer des adaptations dans le core même du logiciel et ainsi de développer des versions spécialement adaptées aux besoins de l'entreprise utilisatrice.

Dans le cadre de projets commerciaux, le développement et l'adaptation de différentes versions ne sont faites que par l'entreprise éditrice. On peut cependant, même dans ce cadre-là, modifier, ajouter des fonctionnalités grâce aux systèmes d'extension logicielle,

mais la flexibilité offerte par ce système reste limitée à ce que la société éditrice veut bien mettre à disposition des développeurs externes. (En terme d'API) .

On voit que des logiciels libres sont utilisés en milieu professionnel, mais cela reste marginal. Les opportunités que ces logiciels peuvent apporter au monde professionnel de la post-production étant importantes, nous allons voir comment utiliser le potentiel de ces logiciels dans ce domaine.

# Chapitre 2

## Analyse des opportunités des technologies libres dans le domaine de l'édition vidéo et prévisions

### Contents

---

2.1	Etat actuel de l'offre de logiciel libre . . . . .	37
2.2	Technologies . . . . .	40
2.2.1	Technologies monolithiques VS technologies modulaires, frameworks. . . . .	40
2.2.1.1	Logiciels monolithiques . . . . .	40
2.2.1.2	Utilisation de frameworks . . . . .	42
2.3	Analyse technique . . . . .	45
2.3.1	Cinelerra : . . . . .	45
2.3.1.1	Documentation du code . . . . .	45
2.3.1.2	Structuration du code . . . . .	45
2.3.1.3	Lecture, rendering . . . . .	46
2.3.1.4	Effets audio et vidéo . . . . .	47
2.3.1.5	Interface Graphique . . . . .	48
2.3.1.6	Edition non linéaire . . . . .	49
2.3.2	Kdenlive . . . . .	50
2.3.2.1	Framework multimedia orienté montage : MLT . . . . .	50

2.3.2.2	Documentation du code . . . . .	52
2.3.2.3	Logiciel de montage vidéo basé sur MLT : Kdenlive . . . . .	58
2.3.3	PiTiVi . . . . .	60
2.3.3.1	Framework multimedia : GStreamer . . . . .	60
2.3.3.2	Documentation du code . . . . .	61
2.3.3.3	Logiciel de montage vidéo basé sur GStreamer : PiTiVi . . . . .	69
2.4	Analyse des communautés . . . . .	<b>72</b>
2.4.1	Analyse du code source . . . . .	72
2.4.2	Analyse des mailing lists . . . . .	74
2.4.3	Analyse des bug trackers . . . . .	75
2.4.4	Entreprise impliqué dans le développement de Cinelerra . . . . .	76
2.4.5	Communauté Kdenlive et Mlt . . . . .	78
2.4.6	Communauté PiTiVi et GStreamer . . . . .	79
2.5	Lacunes et solutions possibles . . . . .	<b>81</b>
2.5.1	Cinelerra . . . . .	81
2.5.2	Kdenlive . . . . .	82
2.5.3	PiTiVi . . . . .	83

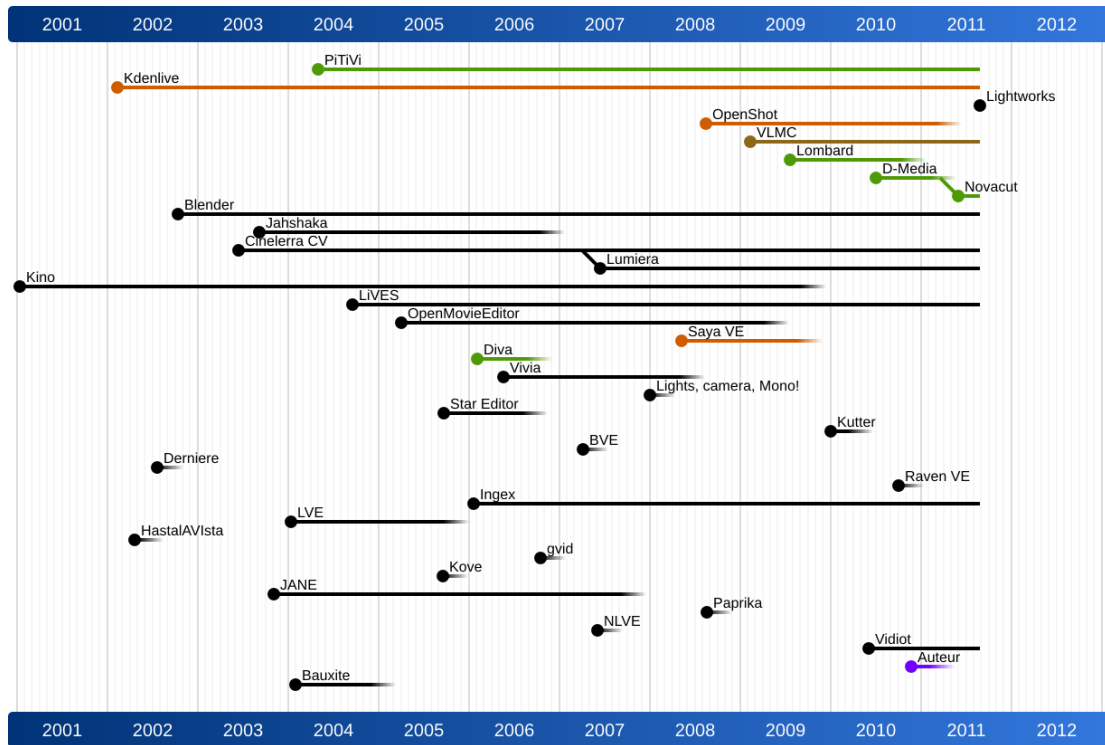
---

Nous avons donc analysé les besoins et solutions existantes et nous allons décrire la situation actuelle des technologies libres et de leur communautés. Nous allons aussi voir pour quelles raisons ces logiciels libres ne sont pas plus utilisés par les professionnels. Puis, nous essayerons d'envisager les solutions possibles qui permettraient de remédier à cette situation.

Dans cette partie, nous analyserons la différence entre les manières d'envisager la création de logiciel et nous verrons quels sont les avantages et inconvénients de ces fonctionnements. Par la suite nous nous concentrerons sur les frameworks existants pour faire une analyse technique de ces technologies. Puis, nous analyserons les communautés qui portent ces différents projets afin de déterminer les points forts et les points faibles de chacun des projets. Pour finir, nous tirerons les conclusions de cette analyse afin de trouver des solutions aux défis qu'est la création d'un logiciel libre de montage vidéo.

## 2.1 Etat actuel de l'offre de logiciel libre

Le schéma suivant permet de résumer facilement la situation :



**Fig. 2.1:** Open source video editors timeline (Auteur : Jean-François Fortin Tam, PiTiVi designer)

Nous constatons donc que de nombreux projets de logiciel libre de montage vidéo ont vu le jour ces 10 dernières années et dont les objectifs sont différents. On peut distinguer deux types de public visés par ces projets :

- Les amateurs
- Les professionnels ou semi professionnels

### Les amateurs de montages vidéo



Plusieurs projets libres permettent ou visent à répondre aux besoins des amateurs, mais à l'heure actuelle ils ne sont que partiellement adaptés à ces besoins. Parmi les logiciels dont l'objectif est de permettre de créer des montages simples on distingue :

- openshot : Logiciel présentant de nombreuses fonctionnalités, mais dont la qualité d'implémentation présente des faiblesses.
- kino : Logiciel avec un nombre de fonctionnalités limité permettant de faire des petits montages avec efficacité.
- Vidiot qui vise la production de vidéo amateur simple

Mais il existe des logiciels ayant pour objectif de répondre aux besoins plus avancés en particulier à ceux des professionnels (précédemment présenté dans le cadre de la définition des plus grands acteurs du marché) qui peuvent être utilisés dans le cadre de montage amateur. Leur utilisation (et c'est plus particulièrement le cas du logiciel Cinelerra) demeure complexe.

Un nouveau projet a aussi récemment vu le jour, dont la finalité est assez différente des logiciels actuellement présents. Il s'agit de Novacut, qui permet aux créateurs de films et séries web de faire le montage de manière collaborative à travers d'Internet en partageant les ressources (footage).

Le fait que Cinelerra ne soit packagé <sup>1</sup> dans aucune distribution Linux <sup>2</sup> montre que même si ce logiciel est le seul à avoir réussi à prendre une part de marché dans le milieu

---

<sup>1</sup>Packagé : fait que qu'un paquet, une archive (fichier compressé) comprenant les fichiers informatiques, les informations et procédures nécessaires à l'installation d'un logiciel sur un système d'exploitation au sein d'un agrégat logiciel, en s'assurant de la cohérence fonctionnelle du système ainsi modifié ait été créé. Source : Wikipedia

<sup>2</sup>Une distribution Linux, appelée aussi distribution GNU/Linux pour faire référence aux logiciels du projet GNU, est un ensemble cohérent de logiciels, la plupart étant logiciels libres, assemblés autour du noyau Linux. Source : Wikipedia

de l'édition professionnelle, il n'a toutefois pas su susciter l'enthousiasme des développeurs et utilisateurs typiques de la communauté du logiciel libre. Nous allons tenter de trouver les raisons de cette échec.

En définitive aucun projet n'a encore réussi à s'imposer et ainsi regrouper les développeurs au sein de projets majeurs. Dans d'autre domaines, cela a été le cas, par exemple dans le domaine des lecteurs vidéo, Vlc a su surpasser ses concurrents, et ainsi supplanter le marché des lecteurs vidéo, qu'il soit libre ou non. Dans le domaine des environnements de Bureau graphique, KDE et Gnome sont arrivés à un stade où leur supériorité technique, et en terme de fonctionnalités, fait d'eux des plateformes de référence.

Il est donc intéressant de se demander quelles technologies et quels logiciel(s), pourraient se voir attribuer cette place dans le monde de l'édition vidéo libre. Nous allons donc analyser les logiciels et les technologies libres les plus avancés, (précédemment mentionnés dans le cadre de l'analyse de marché : Cinelerra, Kdenlive et PiTiVi). Nous verrons ainsi s'ils ont le potentiel de pouvoir un jour rivaliser avec les logiciels propriétaires sur le marché très fermé du montage vidéo professionnel.

NB : Il aurait été intéressant d'analyser le logiciel lightworks, en voie de libération, mais à l'heure actuelle, aucun code n'a été libéré, et par conséquent, celui-ci ne peut pas faire partie de cette analyse.

## 2.2 Technologies

Pour faire une analyse technique des produits permettant de faire de l'édition vidéo, il est nécessaire d'analyser le “core” des logiciels, c'est à dire la partie du logiciel où les opérations d'édition sont effectivement réalisées. Dans ces domaines, il existe deux façon de procéder :

- Création d'un logiciel monolithique
- Création d'un framework

### 2.2.1 Technologies monolithiques VS technologies modulaires, frameworks.

#### 2.2.1.1 Logiciels monolithiques

Le conception monolithique dans le cadre des logiciels d'édition vidéo, consiste à développer au sein d'un même entité de code :

- la partie graphique et la partie de calculs permettant la gestion de tout ce que l'édition non linéaire implique
- L'interface utilisateur.

Dans un logiciel monolithique, il faut réaliser qu'on peut utiliser des bibliothèques externes, mais le core de ce même logiciel, et la logique d'édition linéaire à proprement parlé sont directement élaborés à l'intérieur du logiciel et non par une bibliothèque ou framework externe.

Les logiciels professionnels (commerciaux) utilisent très probablement tous ce mode de fonctionnement (même si vraisemblablement, en interne il ont un core qui ressemble fortement à un framework ). Dans le monde des logiciels libres, les développeurs de Cinelerra ont décidé d'utiliser ce mode de fonctionnement.

Ce mode de fonctionnement a pour principal avantage de présenter une conception simplifiée pour les raisons suivantes :

- Les développeurs n'ont pas la nécessité de penser en terme d'interface publique de programmation (API), et n'ont pas à garantir la stabilité de celle-ci : le risque réside dans le fait que la qualité de l'architecture ne soit pas optimale car la création d'API oblige les développeurs/architectes à réellement analyser les besoins de manière plus large dès le début de la conception. Dans le cas où l'on ne crée pas d'interface publique de programmation vouée à être réutilisée, le risque est que le travail de design et d'architecture ne soit pas réalisé, et que le code grandisse de manière anarchique avec les différents développeurs qui font des extensions au fur et à mesure de leurs besoins.
- Les développeurs n'ont besoin de penser l'architecture seulement pour les cas d'utilisation qui sont liés à ce même logiciel : ils n'ont pas à voir au delà de ces use cases.
- Les erreurs en terme de design n'ont pas d'incidences aussi graves que dans le cas d'un framework.

On se rend compte que cette manière de faire a pour principal avantage le fait que le logiciel peut être développé plus rapidement puisque le core du logiciel, et donc le code qui implémente la logique de l'édition non linéaire, est conçu avec pour seul cas d'utilisation, celui du logiciel. Cependant, de nombreux inconvénients existent à cause de la nature monolithique du design :

- Besoins important en main en d’oeuvre : dans le cadre de logiciel d’édition vidéo, le code à produire est considérable, comme le montre les statistiques (Annexes 2). Le logiciel Cinelerra à lui seul fait plus d’un million de lignes. Un tel volume de code est difficile à maintenir et requiert des ressources importantes en terme de main d’oeuvre. Le fait que le logiciel soit monolithique implique que celui-ci va être utilisé seulement par ce logiciel, et par conséquent, les développeurs ne peuvent pas compter sur d’autre utilisation de ce code pour améliorer et développer le core du logiciel.
- Réutilisabilité : l’un des inconvénients de cette manière de faire est que le code présent à l’intérieur du logiciel n’est pas réutilisable directement par d’autres projets. On le considère comme “individualiste“, situation qu’il convient d’éviter dans le cadre du développement de logiciel libre afin de ne pas multiplier les efforts, et dupliquer le code.

Ce mode opératoire a été utilisée par le projet Cinelerra. Ce logiciel est le plus avancé en terme de fonctionnalités dans l’offre des logiciels libres de montage . On peut penser que son architecture monolithique explique ce développement plus abouti, bien qu’il y ait évidemment de nombreux autres facteurs qui interviennent, en particulier le fait que ce logiciel ait été développé par la société Heroine Virtual pour ces besoins en tant que professionnel.

### **2.2.1.2 Utilisation de frameworks**

L’autre possibilité est de séparer en deux parties bien distinctes l’implémentation de la logique de l’édition, lecture, encoding vidéo (core logiciel), de la partie graphique, interaction avec l’utilisateur final.

### **Le framework**

La grande différence entre la conception monolithiques et la création d'un framework réside dans le fait que, dans le cadre d'un framework, on développe une API autour du core du logiciel. Cela résulte dans le fait que le core est un programme (bibliothèque) externe, réutilisable par n'importe quelle autre application. On peut considérer que les avantages des frameworks sont les inconvénients des applications monolithiques et vice-versa. L'avantage principal des frameworks sur une conception monolithique est la possibilité de partager un même code à travers de multiples applications. Cela permet de réunir les efforts dans notre cas précis, au travers de tout type d'application multimedia.

Dans le cadre de l'édition vidéo, on peut encore distinguer deux manières d'envisager son développement :

- Utiliser un framework multimedia généraliste, et créer les outils nécessaires au montage au dessus de celui-ci
- Créer un framework spécialement orienté montage vidéo

Dans le monde du logiciel libre, ces deux manières d'envisager le développement d'un framework multimedia ont été abordées par les deux projets de framework leader sur ce segment :

- MLT (Media Lovin' toolkit) qui se définit comme étant un "Framework multimedia design et développé pour le broadcasting télévisé."
- Gstreamer qui se définit comme étant un "framework multimédia basé sur la notion de pipeline" ce qui lui permet de nombreux types d'applications multimedia tels que des lecteurs multimédia, des logiciels de broadcasting, des logiciels de montage vidéo..."

Au dessus de ces frameworks, plusieurs applications (interfaces graphiques) de montage vidéo se sont développées :

- PiTiVi : utilise le Framework multimedia GStreamer
- Kdenlive et openshot utilisent le framework orienté édition et broadcasting MLT.

Dans le cadre des Frameworks, nous nous intéresserons en particulier à l'analyse de ceux-ci puisque les notions relatives à l'édition vidéo, et la gestion de toute la partie multimédia est réalisée par ceux-ci. Les logiciels d'édition ne sont à priori que de simples interfaces graphiques basées sur ces frameworks. Dans les faits, l'implémentation actuelle de PiTiVi n'est pas qu'un simple interface graphique au dessus de GStreamer, mais une partie de la logique d'édition vidéo est actuellement réalisée dans le logiciel même (ceci est en train de changer avec la migration [?] vers gstreamer-editing-services[?]).

## 2.3 Analyse technique

Dans cette partie nous allons analyser la structure interne des trois logiciels précédemment définis : Cinelerra, PiTiVi et Kdenlive.

### 2.3.1 Cinelerra :

Cinelerra est développé en C++ et utilise par conséquent la paradigme objet. Il est distribué sous licence GPL Version 2 ou plus.

#### 2.3.1.1 Documentation du code

Au niveau de la documentation, celle-ci est inexistante et le code lui-même ne contient que très peu de commentaires. Il est donc très compliqué de comprendre le fonctionnement et les relations entre ces centaines de milliers de lignes de code. L'analyse de son fonctionnement est par conséquent assez complexe, et il est possible que cette analyse contienne des imperfections.

#### 2.3.1.2 Structuration du code

En terme de structure, le code de Cinelerra est décomposé en 3 parties :

- Lecture, rendering audio vidéo : ce code est principalement contenu dans les dossiers “quicktime”, “thirdparty” et “libmpeg3”.
- Effets audios et vidéos : ceux-ci sont développés comme plugins, et le code est donc présent dans le dossier “plugins”
- Edition vidéo non linéaire et interface graphique : ce code est contenu dans un seul et unique dossier, “cinelerra”



- Système de plugins : Aussi développé dans le dossier “cinelerra”

Cette structure semble être assez limité puisqu’il convient en théorie de décomposer le code par petites parties, alors que dans le cadre de Cinelerra, le dossier “cinelerra” contient non moins de 1000 fichiers et 207789 lignes de code.

### **2.3.1.3 Lecture, rendering**

Dans le cadre de la lecture audio et video, Cinelerra fait appel à diverses librairies :

- ffmpeg : Solution compete, cross plateforme d’enregistrement, lecture, conversion de flux audio et vidéo. Il inclue libavcodec, librairie leader dans le domaines des coder/decoder. Il s’agit du core de la lecture audio et vidéo de Cinelerra.
- faac/faad : AAC audio encoder/decoder
- x264 : h264 encoder
- libdv : DV codec
- ...

Toutes ces librairies sont utilisées dans le but de lire et écrire des fichiers multimedia. Afin de standardiser, et permettre l’utilisation de ces libraries de manière similaire au sein du logiciel, les développeurs de Cinelerra ont élaboré au cas par cas des ponts entre ces librairies et le reste du logiciel (Fichier dans le dossier quicktime).

Les développeurs ont aussi créé des librairies en interne permettant d’améliorer l’utilisation de fichier multimedias dans le cadre de l’édition vidéo :

- Quicktime 4 Linux : supporte en particulier les formats DV, les codecs H.264 et AAC, et implémente des éléments de conversion d’espaces colorimétriques (colorspace conversion)

- Libmpeg3 : supporte la plupart des formats du “Mpeg Picture Motion Group” et permet l’édition vidéo en utilisant ces formats bien qu’ils ne soient pas conçus pour ce type d’utilisation.

#### 2.3.1.4 Effets audio et vidéo

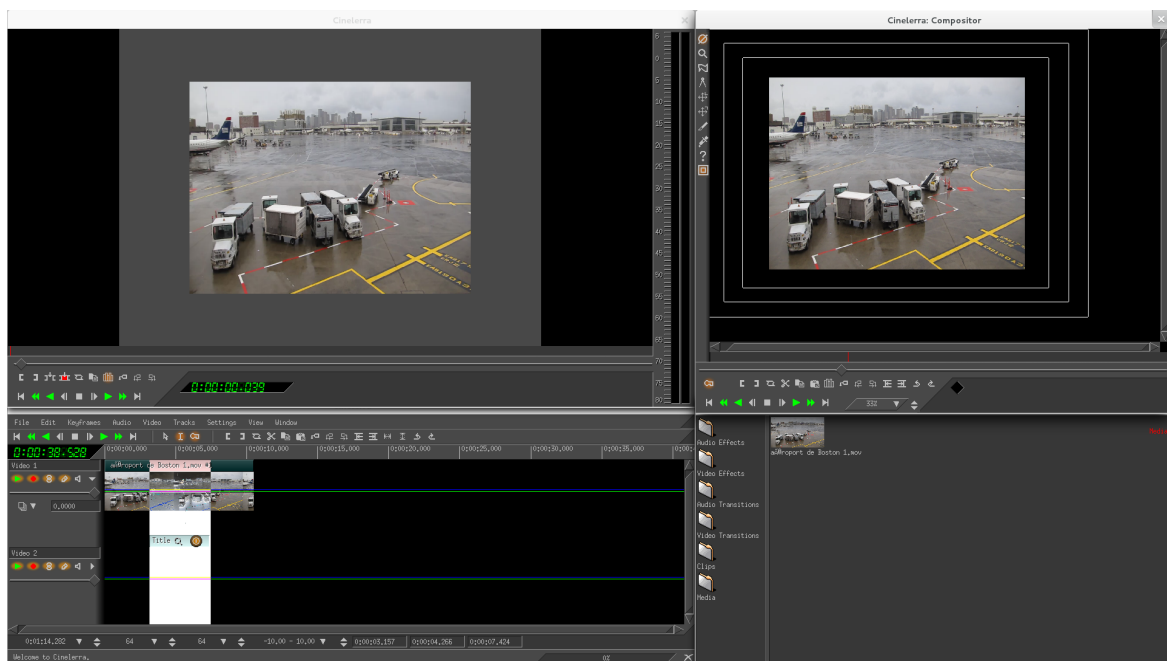
Afin de permettre la création d’effets, Cinelerra utilise du code provenant de deux librairies :

- ladspa, Linux Audio Developers Simple Plugins API : Librairie d’effets audios qui contient une multitude de plugins. Il s’agit d’une API très simple et extrêmement flexible qui théoriquement permet la création de plugins autorisant n’importe quelle manipulation et transformation du son. Dans les faits, certaines fonctionnalités ne sont pas implémentées pour éviter de complexifier le core de la librairie.
- frei0r : Framework minimalist multi-platform de création d’effets vidéo. Il permet la création d’effets à travers de plugins. Il s’agit du standard de fait en terme d’effets vidéo dans le milieu des logiciels libres. Cette librairie a été élaborée par de nombreux développeurs issus de différentes communautés de logiciels libres en relation avec le multimedia. De nombreux plugins existent et sont stables, mais il présentent un inconvénient assez important concernant ce set d’effet, ils supportent uniquement l’espace de couleur RGB. Cela a pour conséquence que dans le cas où le flux vidéo n’est pas dans cet espace de couleur, une conversion d’espace colorimétrique est nécessaire afin de les utiliser. Un autre inconvénient de cette librairie réside dans le fait que les effets sont réalisés de manière logicielle, alors qu’à l’heure actuelle, l’utilisation de la carte graphique permettrait de tirer partie de manière beaucoup plus intéressante dans l’application d’effets sur les vidéos.

Afin de permettre l'utilisation d'effets, les développeurs de Cinelerra ont mis en place un système de plugins. En terme d'implémentation, Cinelerra reprend le code de ces bibliothèques dans un set de plugins Cinelerra en ajoutant l'implémentation de l'interface graphique qui permet la configuration de ces effets.

### 2.3.1.5 Interface Graphique

L'interface graphique est développée en utilisant directement le server X sans aucune bibliothèque graphique au dessus. Ceci a pour conséquence d'augmenter le code à produire mais permet de contrôler intégralement le projet sans dépendre de ces bibliothèques. Dans le cadre de Cinelerra, c'est logique car ce logiciel est développé quasi intégralement en interne.



**Fig. 2.2:** Interface graphique de Cinelerra

**Structure de l'interface graphique :** L'interface graphique de cinelerra est composée de quatre fenêtres principales :

- La timeline (en bas à gauches sur le screenshot) : cette partie permet de gérer un grand nombre d'opérations sur le contenu de la timeline.
- La fenêtre de ressource (en bas à droite sur le screenshot) : dans cette fenêtre l'utilisateur peut accéder aux différents footages qu'il a importés. Il peut aussi accéder aux différents effets, transitions...
- La fenêtre de preview (en haut à gauche sur le screenshot) : cette fenêtre permet la prévisualisation des footages avant de les importer dans la timeline
- La fenêtre de composition (en haut à droite sur le screenshot) : cette fenêtre permet d'effectuer des opérations sur les vidéos et de prévisualiser la timeline.

Cette interface est assez confuse, et sa prise en main n'est pas facile. Par exemple, pour ajouter des titres ou génériques, il faut ajouter des effets et les configurer. Ce n'est absolument pas intuitif, et l'ergonomie de Cinelerra n'a pas été étudiée. Avec un code non commenté, et difficile à appréhender, on comprend aisément que Cinelerra n'ait pas réussi à rassembler les utilisateurs et développeurs standard de logiciels libres.

### 2.3.1.6 Edition non linéaire

#### Conception

Dans Cinelerra, l'interface utilisateur et la logique de l'édition vidéo sont deux parties intégralement interdépendantes. Au sein du code, il n'est pas possible de savoir quelle partie est plutôt liée à l'interface graphique et quelle partie réalise les calculs. Ceci provient de sa conception monolithique, les développeurs n'ont pas pris la peine de dissocier ces deux

parties qui sont conceptuellement complètement différentes.

## **Accélération matérielle**

Lorsque OpenGL est présent sur le système, Cinelerra est en mesure de l'utiliser directement, dans la mesure où cette fonctionnalité ait été activée lors de la compilation. La fonction de compositing est ainsi accélérée, ainsi que la gestion des effets vidéo OpenGL.

### **2.3.2 Kdenlive**

Comme précédemment énoncé, Kdenlive utilise le framework orienté montage et broadcasting MLT. Dans cette partie, nous allons dans un premier temps analyser ce framework.

#### **2.3.2.1 Framework multimedia orienté montage : MLT**

### **Panorama de la technologie**

Le framework MLT est écrit en C et offre une API stable simple et minimaliste. Il est basé sur aucune librairie (seulement POSIX) et le standard C, C99). MLT bien qu'écrit en C, utilise le paradigme de la programmation orienté objet en implémentant en interne le concept d'objet. Ce framework est modulaire, et conçu pour permettre le développement de nouveaux composants. Il permet l'utilisation des différents core des processeurs pour faire les calculs, afin d'utiliser au mieux les processeurs modernes. Il est aussi cross platform et peut être utilisé sur les principaux systèmes d'exploitation : Linux, BSD, OS X et windows.

MLT est distribué sous licence LGPL Version 2.1 ou supérieur

## Concepts de base

### Réseau de service

Le framework MLT est basé sur le concept de réseau de service sur lequel on distingue trois entités (classes) clés : producteur, filtre et consommateur. Ces différentes classes sont toutes des sous-classes de la classe appelé “service”.

On peut schématiser le concept de réseau de service le plus simple de la manière suivante :



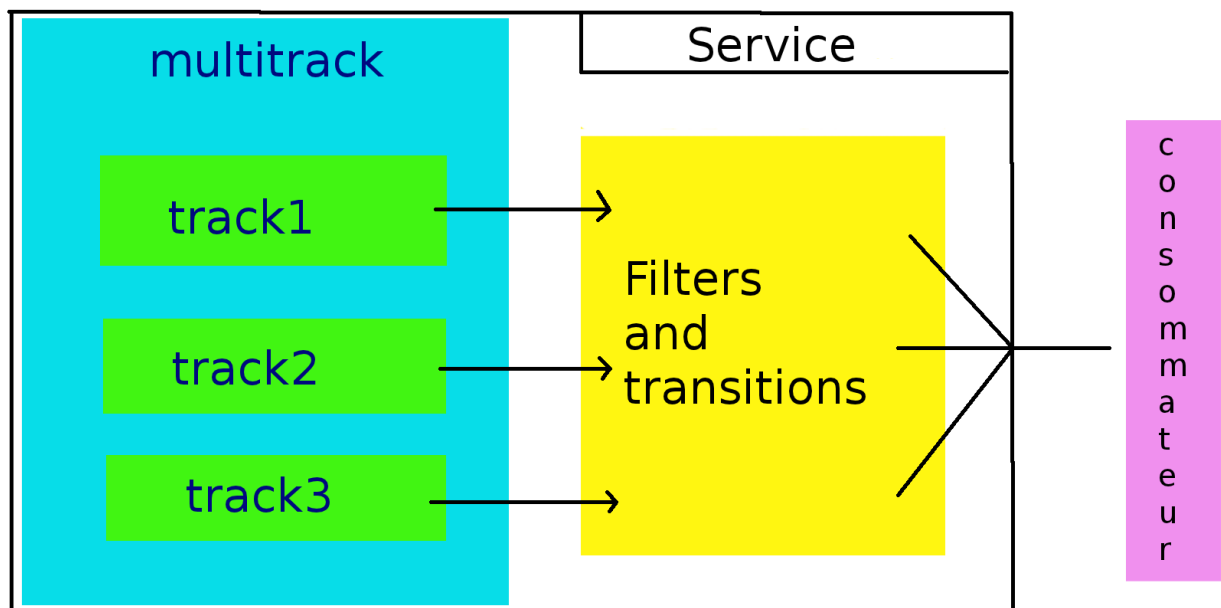
**Fig. 2.3:** Schéma du concept de producteur, filtre, consommateur

Le producteur a pour rôle de produire des données (lire un fichier audio, vidéo...) et de les faire passer au consommateur qui lui est connecté. Le consommateur a pour but de faire passer ces données (output datas) à la carte son, device vidéo, un autre fichier, où retransmettre à travers un moyen de télécommunication (broadcasting). Le filtre qui n'est pas obligatoire pour lire des données multimedias, permet de modifier les données (par exemple produisant un effet vidéo/audio), il peut aussi être connecté à plusieurs producteurs, avec comme exemple la production d'une transition entre ceux-ci.

Mais cela ne permet pas la création d'éditeur de vidéo non linéaire, mais seulement la lecture et création de fichier. Pour permettre cette fonctionnalité, la classe multitrack a été mise en place. Celle-ci permet de gérer plusieurs producteurs et filtres les uns à la

suite des autres. Ces mêmes producteurs peuvent aussi provenir d'une playlist qui est un concept différent, et celles-ci peuvent aussi être ajoutées directement à une multitrack, et enregistrées sous forme de fichier de playlist (dans les différents standards existants).

Grâce à la création de ces réseaux de service, il est possible de créer des timelines complexes, et ainsi créer des logiciels d'édition vidéo non linéaires. On peut donc schématiser les réseaux de services de la manière suivante :



**Fig. 2.4:** Schéma simplifié d'un service MLT (point de vu interne et non utilisateur du framework)

### 2.3.2.2 Documentation du code

Mlt possède une documentation accessible en ligne qui permet de connaître les différents services existants. Le code est plutôt bien documenté, chaque fonction de l'API possède une description. Aussi, des documents textes dans les sources (dossier docs/) permettent

aux développeurs d’avoir un aperçu de la technologie. De plus il existe un outil en ligne de commande (`melt`) qui permet de tester de manière simple le framework. Le gros souci étant qu’il est difficile de trouver une documentation claire de toute l’API, celle-ci ne semble pas être générée automatiquement lors de la compilation. Dans les sources de MLT, il n’existe pas vraiment d’exemple expliquant chacune des fonctionnalités une par une, il faut pour cela regarder le code de `melt`, qui permet d’avoir un aperçu de la manière avec laquelle les développeurs ont pensé l’utilisation de l’API.

Dans MLT, les producteurs, consommateurs et filtres sont des classes externes implémentées sous forme de plugins. Certains sont implémentés directement dans MLT tel que :

- Le filtre “transition” : permet la création de transition
- Le filtre `mono` : permet de convertir un flux audio en mono
- Le filtre `resize` : Permet de redimensionner une vidéo
- ...

Cela est fait grâce à des librairies externes en implémentant des modules afin de faire le lien (`wrapper`) entre ces librairies et l’API précédemment présenté. Les principales librairies actuellement utilisables à travers ce framework sont :

- `libav`, `libdv` et `libvorbis` pour les codecs et muxers/demuxers
- `frei0r` pour les effets vidéos
- `ladspa` pour les effets audios
- ...

Ces différents services disponibles permettent de lire un nombre considérable de formats multimedia, en particulier grâce à `libav`, et d’effectuer de très nombreuses opérations principalement grâce aux plugins `frei0r` pour la vidéo et `ladspa` pour l’audio.



## Gestion des services

### Le “Repository”

Pour connaître les différents services présents sur le système, l'utilisateur dispose une classe `Repository`. Celle-ci offre une API simple listant les différents services par type (consommateur, producteur ou filtre). Pour illustrer, le simple code suivant permet de récupérer la liste de tous les effets présents sur le système :

```
/* We just use the standard module path */ mlt_repository
repo = mlt_repository_init (NULL) mlt_properties filters =
mlt_repository_filters (repo);
```

### Les “factory”

Dans le but de simplifier la création de services de différents types, MLT utilise le design pattern de la factory. On peut ainsi créer n'importe quel type de service de manière simple en utilisant les différentes factories existantes. Bien que tous les objets d'un réseau de service soient des descendants de la classe `Service`, les développeurs ont décidé de créer 4 méthodes différentes de la classe `factory` :

- `mlt_factory_producer` : permet d'instancier des producteurs
- `mlt_factory_filter` : permet d'instancier des filtres
- `mlt_factory_transition` : permet d'instancier des transitions
- `mlt_factory_consumer` : permet d'instancier des consommateurs

Par exemple, pour créer un effet “invert” depuis MLT il suffit de faire :

```
filter = mlt_factory_filter ( "invert", "my-invert-effect" );
```

Il sera ensuite possible d’ajouter ce service au réseau de service.

## Les données dans un réseau de services

**La classe Frame** Les données qui transitent dans un réseau de service sont contenues dans des objets de type frame. Celles-ci contiennent à la fois les données audio et les données vidéos. Les producteurs peuvent setter ces données grâce aux méthodes `mlt_frame_set_audio` et `mlt_frame_set_video`.

**Relations entre les différents services en terme de flux de données** Afin commencer le flux de données dans un réseau de service, le consommateur est celui qui fait la demande de données (pull datas) au service sur lequel il est connecté. Les autres services réagissent, et forment une chaine jusqu’au producteur qui émet les données, et les fait suivre au service suivant et ainsi de suite. Ce processus peut être schématisé de la manière suivante :

Phase	producteur	Filtre	Consommateur
1			Demande de frame
2		Réception de la demande Demande la frame à son tour	
3	Réception de la demande Génération de la frame à la position Mise à jours de la position Mise à disposition de la frame		
4		Réception de la frame Update de la frame Mise à disposition	
5			Réception et process de la frame

Ce mode de fonctionner implique que seul le consommateur est le moteur du réseau. Il est celui qui doit faire partie d'un thread séparé et les appels à la fonction `get_frame` doivent être faits dans une boucle principale. Ces appels s'arrêteront au moment où le flux a été terminé (EOS).

### Accélération matériel

Au niveau de l'accélération matériel, MLT supporte le decoding avec acceleration matériel pour les cartes graphiques Nvidia (via VDPAU), et pour l'affichage mais pas le compositing vidéo accéléré.

## **Fonctionnalités haut niveau (High level features)**

La petite API qu'offre ce framework comporte des méthodes et des fonctions haut niveau et permet de répondre à des besoins spécifiques de l'édition vidéo de manière simple pour l'utilisateur.

### **Génération de waveform/thumbnail depuis une frame**

Le framework offre par exemple une fonction permettant la génération (sous forme d'image) des waveform de la partie audio d'une frame, et de thumbnail depuis la partie audio. Dans la partie précédente, nous avons constaté que la visualisation avancée de chaque frame était une fonctionnalité très utile en particulier dans le cadre de la création de films.

### **Serialization et deserialization de projets**

Il intègre un système de serialisation, deserialization, ce qui permet de sauvegarder facilement les projets, avec les différents tracks, effets, transition. . . dans le cadre d'application de montage vidéo.

Le framework MLT offre des bindings haut niveau pour les langues : C++, C#, Java, Lua, Perl, PHP, Ruby, TCL et Python. Cela permet à un plus grand nombre de développeurs d'envisager l'utilisation de MLT dans leurs applications. C'est grâce aux bindings C++ que Kdenlive a pu être développé au dessus du framework MLT

## **Fonctionnalités**

Cette analyse technique du projet MLT nous permet de constater que son fonctionnement est simple, et son API petite, et facile à prendre en main. Il permet de répondre à différents besoins de base des professionnels en terme de fonctionnalités :

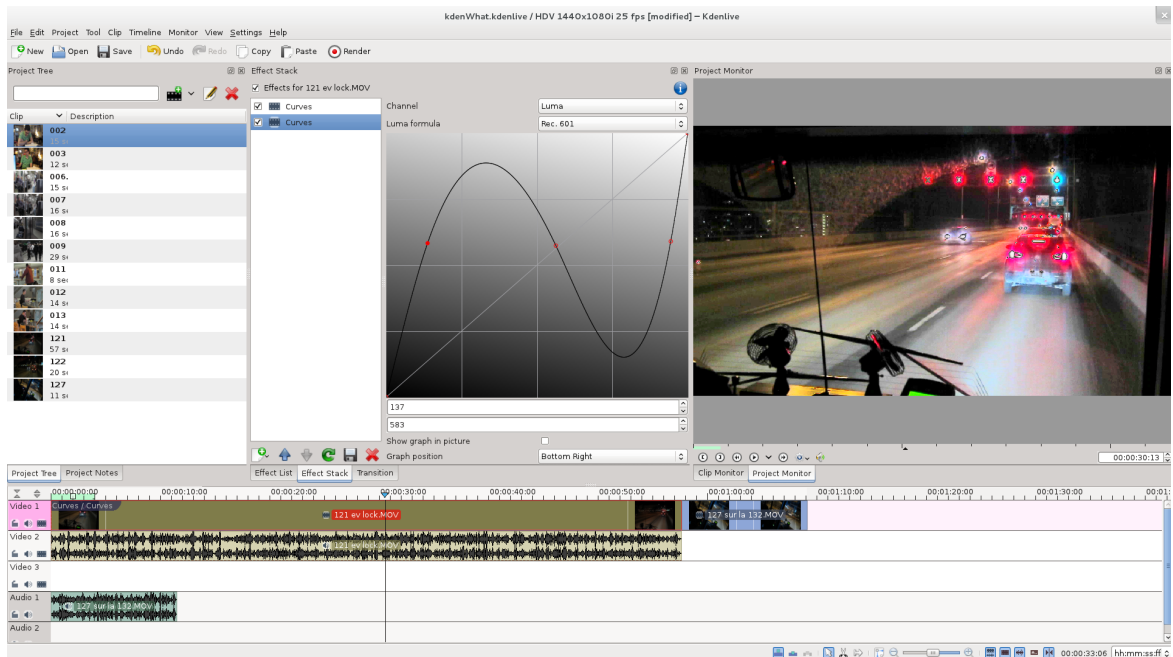
- Ajout de titres et génériques : à travers le module développé par la communauté Kdenlive : QImage.
- Gestion des keyframes : possible dans les modules implémentant cette fonctionnalité, pas de solution générique au niveau du core de MLT
- Visualisation image par images et waveform : directement accessible à travers le core de MLT.
- Visualisation image par image et waveform : directement accessible à travers le core de MLT.

La principale lacune en terme de fonctionnalité est l'impossibilité de faire du time remapping, mais il est tout de même possible de gérer le contrôle de la vitesse de lecture des clips, ce qui est un point essentiel.

### **2.3.2.3 Logiciel de montage vidéo basé sur MLT : Kdenlive**

Kdenlive est l'éditeur vidéo créé par la communauté en charge du bureau libre KDE. Ce logiciel est donc écrit en C++ utilisant le framework graphique QT ainsi que les kdelibs qui forment le framework permettant la création d'application intégré au bureau du même nom. L'analyse technique de ce logiciel n'a pas vraiment d'intérêt car on est en présence d'une interface graphique tirant parti du framework MLT.

## **Capture d'écran**



**Fig. 2.5:** Screenshot de Kdenlive

L'interface graphique de Kdenlive est composé d'une seule fenêtre présentant quatre éléments majeurs :

- La timeline en bas
- La gestion des footages, en haut à gauche
- La gestion des effets et transitions, au centre en haut. La configuration de ceux-ci se fait dans cette même partie.
- Le previewer, en haut à droite

Ce screenshot montre que Kdenlive présente de nombreuses fonctionnalités à l'utilisateur bien que son interface soit assez épuré.

### 2.3.3 PiTiVi

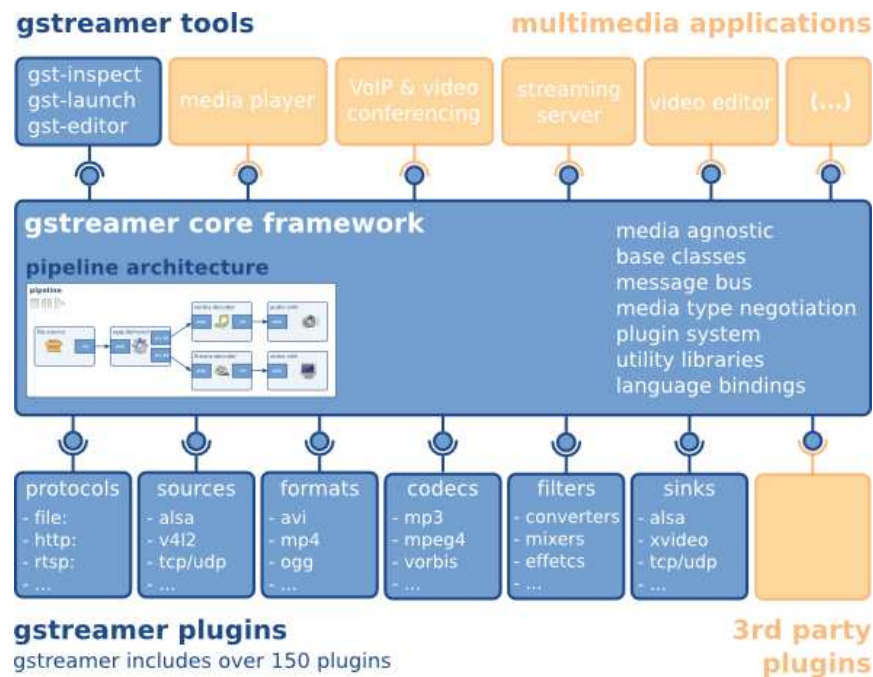
Comme précédemment énoncé, PiTiVi utilise le framework multimedia GStreamer. Dans cette partie, nous nous concentrerons sur l'analyse de ce framework.

#### 2.3.3.1 Framework multimedia : GStreamer

##### Panorama de la technologie

GStreamer est un framework multimedia basé sur le concept de pipeline écrit en C. L'API de ce framework est plus complet que celle de MLT car il vise à répondre à un plus grand nombre de use-cases. En effet, la communauté GStreamer a pour objectif de créer un framework open source permettant de répondre au plus grand nombre possible de cas d'utilisations ayant un lien avec le multimedia (depuis les téléphones mobiles jusqu'aux renders farms en passant par les logiciels de montage video). Ce framework, bien qu'écrit en C, utilise le paradigme objet, à travers de la librairie Glib. Cette librairie implémente de nombreuses API et en particulier la notion d'objet en C grâce au module GObject. La Glib permet aussi la gestion des threads, des signaux... De très nombreux projets de logiciels libres l'utilisent, en particulier le projet d'interface graphique Gnome. GStreamer offre une API stable aussi bien pour les développeurs de plugins que pour les développeurs d'applications. Il est hautement multi threaded, et est thread safe, c'est à dire que la mémoire partagée par les différents threads ne peut pas être corrompue dans le cas où plusieurs threads voudraient la modifier en même temps(en utilisant le système d'exclusion mutuel).

Le schéma suivant permet de représenter graphiquement l'architecture globale du framework :



**Fig. 2.6:** Architecture du framework GStreamer, Source : GStreamer Application Development Manual

GStreamer est distribué sous licence LGPL Version

### 2.3.3.2 Documentation du code

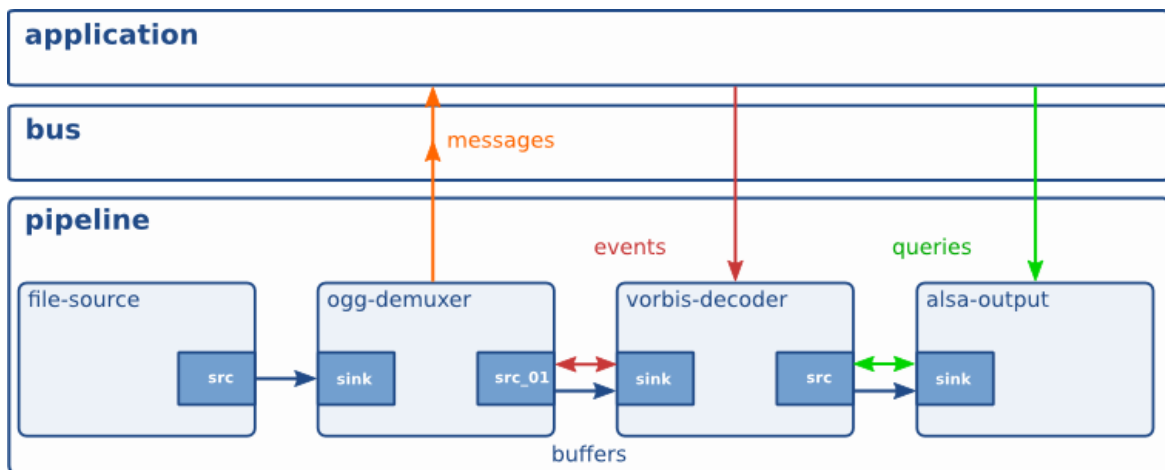
Gstreamer utilise la syntaxe de `gtk-doc` afin de permettre la génération automatique de la documentation à partir du code source. Cela signifie que l'API est complètement documenté et accessible sur internet. Afin de permettre d'obtenir des information sur les différent éléments, un outil gstreamer a été développé (`gst-inspect`). Il existe aussi des livres libres (pas toujours actualisés) permettant d'aider les développeurs soit à créer des applications en utilisant GStreamer (Gstreamer manual) soit des plugins/éléments (Plugins Writer Guide). Il est aussi possible de créer des pipeline en ligne de commande grâce à l'outil '`gst-launch`'. En terme d'exemple, les développeurs essayent de tenir à jour des exemples pour chaque API nouvellement créée, mais cela n'est pas toujours le cas.



## Concepts de base

### Le concept de pipeline

La grande majorité des classes dans GStreamer dérive de la classe `GstElement` qui est l'élément de base dans un pipeline, lui-même `GstElement`. Un schéma permet d'expliquer cette notion de pipeline assez facilement :



**Fig. 2.7:** Un pipeline GStreamer permettant la lecture d'un fichier audio ogg ayant pour codec vorbis (ce schéma prend en compte d'autres notions importantes du framework).

Source : GStreamer Application Development Manual

On constate que l'architecture est assez similaire à celle MLT, avec pour grande différence le fait que les éléments composants le "réseau de service" sont tous dans un même élément : le pipeline. Cet élément GStreamer exécute un thread séparé à partir du moment où l'on appelle la fonction :

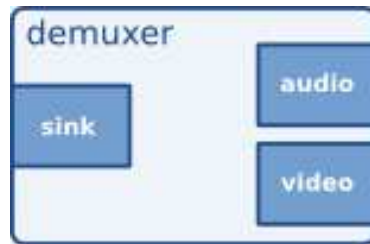
```
gst_element_set_state (element , GST_STATE_PLAYING);
```

Dès lors, les données transitent entre les différents élément GStreamer, a commencé par l'élément source. Dans l'exemple donné par ce schéma, il s'agit d'un file-source, et terminant par le sink, dans notre exemple als-output. Les éléments entre les deux se chargent du demuxing (ogg-demux), et du decoding (vorbis-decoder).

Une autre différence réside dans le fait que l'utilisateur de GStreamer a un contrôle plus important que dans le cas de MLT sur les composants de la chaines d'éléments permettant la reproduction de contenu multimedia. Dans GStreamer chaque tâche est effectuée par un élément, c'est à dire qu'un service MLT sera décomposé en plusieurs éléments GStreamer. Dans le cadre d'un producteur en particulier, chez GStreamer, cela est effectué à travers un élément pour chaque étape du coding/decoding/muxing/demuxing, et dans certain cas, du parsing du bitstream. Cette décomposition en petits éléments effectuant une tâche a le gros avantage de permettre la réutilisabilité de chacun d'eux et ce, dans les différents contextes d'applications multimédia.

## **Communication entre les éléments**

La communication entre ces différents éléments se fait au travers des GstPad. Il convient de représenter un élément (dans ce cas un demuxer, qui permet de recevoir un flux en entrée et de le décomposer en deux sorties, l'une contenant les données audios, et l'autre les données vidéos), de la manière suivante :



**Fig. 2.8:** Représentation graphique d'un GstElement permettant le demuxing. Source :  
GStreamer Application Development Manual

Sur ce schéma, on constate la présence d'un sink pad, nommé "sink", et deux source pad, nommé "audio" et "video". Ces objets (GstPad), permettent la connection entre les différents éléments. Il peuvent être comparé au "prise" et "port" dans le monde réel. Afin de brancher une prise dans un port, il convient de s'assurer que ceux-ci soient compatibles. C'est ce rôle que jouent les GstCaps en s'assurant de la compatibilité de la communication entre différents éléments.

## Modularité

GStreamer est extrêmement modulaire, et l'on peut l'étendre facilement en créant de nouveaux éléments. Il suffit d'ajouter ces éléments (sous forme de plugins) sur le système afin que l'utilisateur puisse tirer partie des nouvelles fonctionnalités. La communauté GStreamer offre des collections de plugins contenant un très grand nombre d'éléments. Ces set de plugins sont classés selon des critères précis :

- base : Plugins de grande qualité et très bien maintenus. Il offre aussi des classes de base afin de faciliter la création d'éléments.
- good : Plugins de qualité, ayant une licence LGPL.
- Ugly : Plugins de qualité, ayant des problèmes au niveau de la licence.

- bad : Plugins de moins grande qualité, ayant des problèmes au niveau de la licence. Il s'agit d'éléments dont le code a été moins testé et risque ainsi de présenter davantage de bugs.

De nombreuses librairies sont wrapper dans ces différentes collections de plugins, par exemple, dans “bad”, les librairies d'effets ladspa et frei0r y sont incluses et dès qu'elles sont installées sur le système, elles permettent à n'importe quelle application basée GStreamer de bénéficier de leurs fonctionnalités. Ces plugins sont distribués sous forme de librairies partagées, et peuvent donc être chargées à la volée, durant l'exécution du framework.

En terme de lecture de contenu multimedia, les développeurs GStreamer conseillent l'utilisation de la collection de plugins “gst-ffmpeg” qui permet de bénéficier de toutes les codec, muxer et demuxer de cette librairie. D'autres librairies tel que libogg, libdv, x264... sont wrapper dans les différentes collections de plugins précédemment présentées.

## **Gestion des éléments**

La gestion des éléments est très comparable à ce qui est fait dans le framework MLT, c'est à dire, que l'on a une classe GstRegistry (comparable à la classe repository de MLT), et des GstFactory qui permettent la fabrication facile d'éléments.

## **Accélération matérielle**

A l'heure actuelle, il existe des éléments permettant le decoding de vidéo en utilisant l'accélération matériel pour les cartes graphiques Nvidia et Intel. Cela n'est pas activé par défaut mais les développeurs travaillent actuellement sur ce problème, et cela devrait être

activé par défaut très prochainement. De plus, il n'est techniquement pas possible dans la version actuelle de permettre le compositing accéléré par matériel. Cela est dû au fait que les éléments dans un pipeline n'ont pas la possibilité de "communiquer" entre eux, et par conséquent, de laisser l'élément qui pourrait tirer partie de l'accélération matérielle faire l'opération de compositing. Afin de résoudre ce problème, les développeurs de GStreamer, ont mis en place un système permettant d'améliorer la communication entre les éléments dans la version 1.0 qui doit sortir avant la fin de l'année. Afin de s'assurer que le problème soit résolu dans tout les cas (c'est à dire lors de la reproduction aussi bien que du rendering), il faudra très probablement développer un élément "GstGlccomposition".

## **Et l'édition vidéo ?**

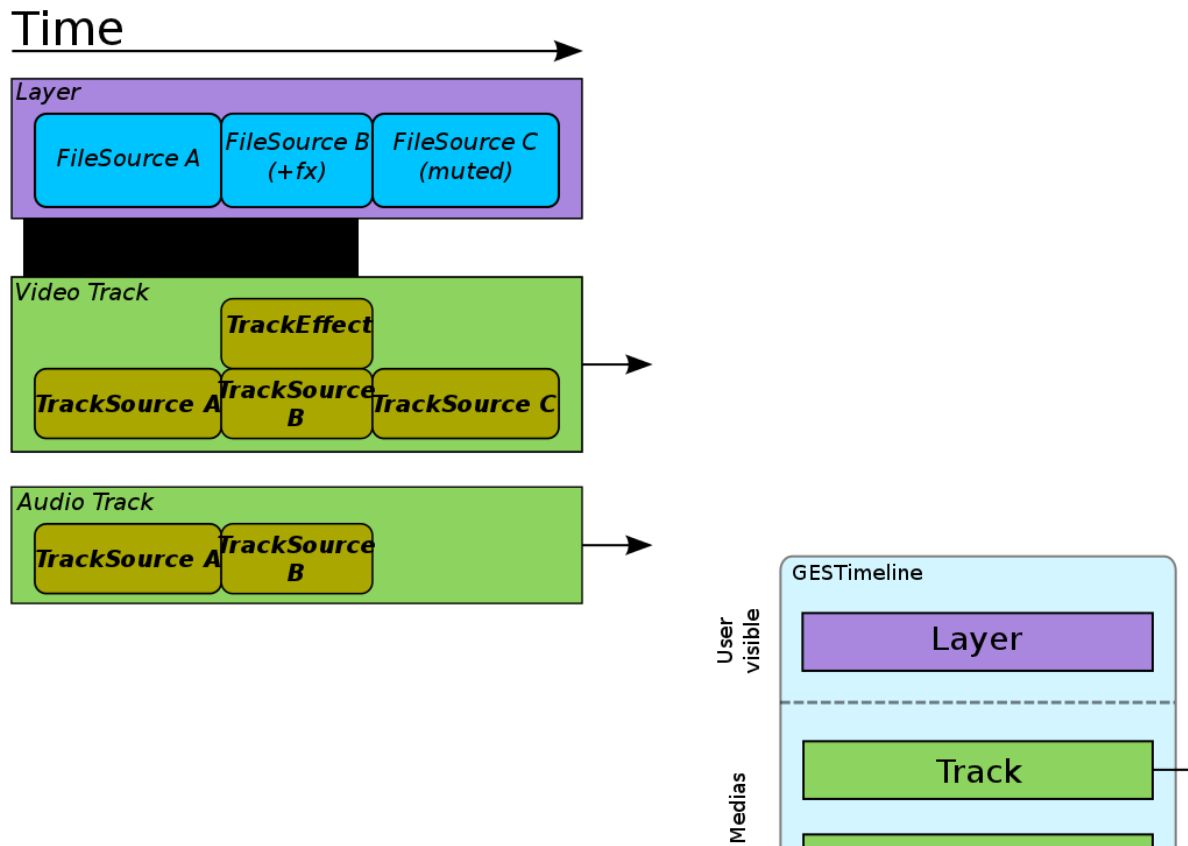
Tout cela ne nous permet pas de faire de l'édition vidéo car elle requiert la création de dynamique pipeline (c'est à dire faire évoluer dans le temps les éléments présents dans ce pipeline). C'est pour cette raison que les éléments du plugins Gnonlin ont été développés. Il s'agit de 4 éléments principaux dont voici la définition

- GnlComposition : élément le plus important qui permet de faire évoluer le pipeline de manière dynamique
- Gnl[uri/file]Source : élément source qui a les propriétés nécessaires pour savoir à quel moment il doit être présent ou non dans le pipeline
- GnlOperation : élément qui permet l'application d'effet, transition etc... il a aussi les propriété permettant de savoir à quel moment il doit être présent ou non dans le pipeline

Mais ces éléments ne permettent pas de facilement créer des applications de montage audio/ou vidéo. Le core actuel de PiTiVi utilise directement ces éléments afin de gérer les notions propres à l'édition vidéo. Mais les développeurs se sont rendu compte que c'était

trop complexe à utiliser, et par conséquent PiTiVi n'est pas une simple interface au dessus de GStreamer, mais introduit plusieurs concepts supplémentaires au dessus de ces éléments.

Et plus récemment, les développeurs de GStreamer ont décidé de créer une nouvelle librairie basé sur GStreamer permettant de faciliter au maximum la création d'un logiciel d'édition vidéo basé sur GStreamer : `gst-editing-services`. L'objectif premier de cette librairie est d'implémenter les concepts même d'édition vidéo directement dans le backend. C'est à dire qu'au cœur de cette librairie, on retrouve les concepts de timeline, de layer, de transition, d'effets... Mais bien évidemment, celle-ci étant basée sur GStreamer, le concept the pipeline continu d'exister, et il est très facile de créer un pipeline directement depuis une timeline. Un schéma permettant de montrer les concepts de base de cette librairies permet de simplifier la compréhension de son fonctionnement.



**Fig. 2.9:** Concepts introduits par GES. Source : design gst-editing-services

Ce schéma permet de représenter graphiquement les différents concepts qui entrent en jeu. Niveau utilisateurs, l'API de GES peut être utilisée de manière plus ou moins avancée. C'est à dire que dans le cadre d'application simple d'édition vidéo, la notion de média est cachée à l'utilisateur et celui-ci ne s'intéresse simplement aux fichiers, effets etc... Mais il est possible de faire une utilisation avancée de cette API afin de créer un éditeur vidéo à visée professionnelle.

Tout comme ce que l'on a pu constater dans MLT, GES offre des fonctionnalités de haut niveau tel que la génération de thumbnails à partir de la timeline, la sérialisation,

désérialisation des timelines...

Dans les faits, GES est très comparable à ce qu'est le core actuel de PiTiVi. C'est donc naturellement que PiTiVi est en train de faire la migration vers les `gst-editing-services`.

## Fonctionnalités

Cette analyse technique du projet GStreamer et GES nous permet de voir compte tenu de la technologie très complexe de GStreamer, les concepteurs ont développé divers outils afin de permettre la création de manière simplifiée de logiciels de montage vidéo. Ce framework à travers GES permet de répondre aux différents besoins de base des professionnels en terme de fonctionnalités :

- Ajout de titres et génériques : GES offre des `TextLayer` et `TitleSource` qui permettent d'ajouter des titres de manière simple. Pour les génériques, c'est possible à travers des keyframes, mais ce n'est pas vraiment supporté à l'heure actuelle. Il s'agit d'un manque majeur pour répondre aux besoins des professionnels
- Gestion des keyframes : possible dans les modules implémentant cette fonctionnalité, pas de solution générique au niveau du core de MLT
- Gestion des keyframes : Le framework GStreamer offre la possibilité de créer des keyframes sur toutes les propriétés de ces éléments grâce à la classe `GstInterpolation`
- Visualisation image par image : directement accessible grâce à GES.

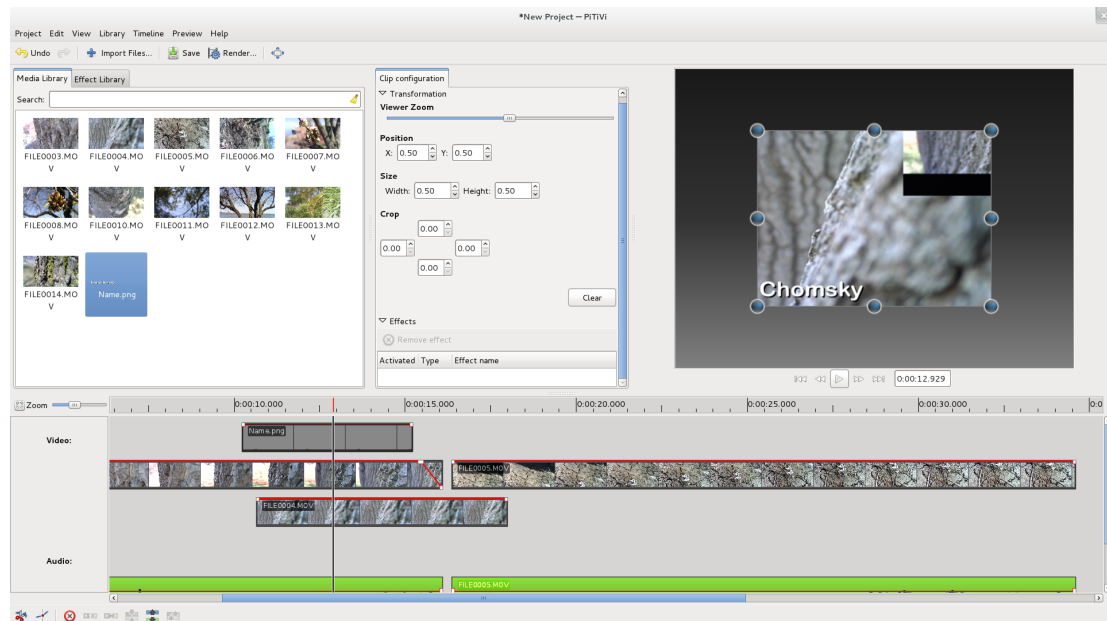
### 2.3.3.3 Logiciel de montage vidéo basé sur GStreamer : PiTiVi

PiTiVi est l'éditeur vidéo supporté par la communauté GStreamer et la communauté Gnome. Il est écrit avec le langage de programmation Python, et la bibliothèque graphique



Gtk+ .

## Capture d'écran



**Fig. 2.10:** Screenshot de PiTiVi

L'interface graphique de PiTiVi est aussi composé d'une seule fenêtre présentant quatre éléments majeurs :

- La timeline en bas
- La gestion des footages et effet, sous forms d'onglets, en haut à gauche
- La configuration des effets et transformations, au centre en haut.
- Le previewer, en haut à droite

Ce screenshot permet de voir l'interface simple et épuré de PiTiVi. Cela traduit en effet son manque de fonctionnalités, mais aussi le but des développeurs qui est d'offrir le strict nécessaire en terme d'interface, c'est à dire offrir les options seulement si celle-ci sont utiles à l'utilisateur.

## 2.4 Analyse des communautés

Afin d'analyser une communauté, quatre éléments principaux sont à prendre en compte :

- Le code source : il convient de mesurer le nombre d'auteurs, la vitesse de son évolution. Afin de mesurer cela, des outils statistiques existent, en particulier pour le système de gestion de code source git, et à l'outil gitstats. Cela permet d'analyser l'état de santé d'une communauté de logiciel libre.
- Les entreprises qui travaillent sur le projet : Les logiciels libres font à l'heure actuelle actuel pleinement partie de l'économie du logiciel informatique. L'implication des entreprises dans les différentes communautés libres est un point essentiel qui permet de comprendre la viabilité de celui-ci en particulier, comme c'est le cas dans cette analyse, auprès des professionnels
- Le nombre de bugs rapportés, et l'analyse de la vitesse de fix de ceux-ci
- Communication entre les membres de la communauté

Pour les différents projets précédemment analysés, nous allons faire un état des lieux de leurs communautés selon les deux critères précédemment mentionnés.

### 2.4.1 Analyse du code source

Afin d'analyser le code, nous avons exécuté le script gitstats sur les différents repository git des projets :

- cinelerra : version communautaire du projet : <http://git.cinelerra.org>
- MLT : <http://www.mltframework.org/gitweb/mlt.git?p=mltframework.org/mlt.git;a=summary>
- GStreamer : <http://cgit.freedesktop.org/gstreamer/gstreamer/>

Il est important de noter que ce tableau doit être analysé en prenant en compte les paramètres suivants :

- Le fait que le projet cinelerra ne soit pas réellement basé sur la communauté risque de fausser la comparaison avec les autres projets, mais il convient de garder en tête que ce projet est le seul projet présent sur le marché de l'édition professionnel.
- Le fait que cinelerra ne soit pas un framework mais une application complète d'édition vidéo doit être pris en compte
- Dans MLT, les plugins sont pris en compte, alors que pour GStreamer, on ne prend en compte que le core du framework (qui n'est qu'une très petite partie du framework)

Logiciel	Nombre de lignes	Nombre de développeurs	Nombre de commits le mois passé	Mois avec le plus grand nombre de commits	Mois du premier commit
Cinelerra	1 064 372	28	1	Septembre 2006 (38 commits)	Juin 2003
MLT	110011	12	15	Septembre 2004 (53 commits)	Décembre 2003
GStreamer	435 930	205	47	Décembre 2001	Janvier 2001
Plugins-base	413 883	46	47	Mars 2004	Décembre 2001
Plugins-bad	696 521	305	156	Juin 2006	Décembre 2001
GES	51 932	14	49	Juin 2010	Août 2009

Ce tableau montre que le codebase de GStreamer et de ces plugins est le plus important. Cela semble tout à fait logique puisque ce framework a pour objectif de répondre à un plus nombre de problèmes. Il est intéressant de constater que la communauté MLT est

très petite (seulement 12 développeurs), cela s'explique par le fait que l'API maintenu est minimalist, et permet de répondre à un problème précis. Le nombre de développeurs de cinelerra n'est lui aussi pas très élevé. Dans les faits, il s'agit plus où moins d'un "one man show", et Adam Williams (employé Heroine) est responsable de l'immense majorité du code. Le nombre de commit le mois passé laisse penser que Cinelerra est un projet très peu actif. Mais ce n'est pas réel car en août dernier, la société Héroïne a encore relasé une nouvelle version contenant quelques nouvelles fonctionnalités et corrigé quelques bugs assez importants.

### 2.4.2 Analyse des mailing lists

Cette analyse porte sur les mailing listes officiels des différent projets :

- cinelerra : version communautaire du projet : [cinelerra.org/maillinglists.php](http://cinelerra.org/maillinglists.php)
- MLT : [cinelerra.org/maillinglists.php](http://cinelerra.org/maillinglists.php)
- GStreamer : <http://gstreamer.freedesktop.org/lists/>

Logiciel	Nombre minimum par mois	Nombre maximum par mois	Nombre moyen par mois
Cinelerra	20 Juin 2011	499 Aout 2007	55
MLT	37 Mars 2009	178 May 2011	72
GStreamer	238 Janvier 2010	521 Août 2010	387

D'après l'analyse des mailing lists, on voit une fois de plus que le projet GStreamer est un projet plus important. Mais les autres projet ont de gros flux de mails internes à la

communauté aussi. Tous ces projets, sont encore réellement vivants. Même si très peu d'échanges au sein de la communauté Cinelerra on eu lieu le mois passé, le mois précédent avait été actif avec 108 messages échangés.

### 2.4.3 Analyse des bug trackers

Cette analyse porte sur les bug trackers officiels des différents projets :

- cinelerra : version communautaire du projet : [bugs.cinelerra.org/](https://bugs.cinelerra.org/)
- MLT : [www.sourceforge.net/tracker/?group\\_id=96039&atid=613414](https://www.sourceforge.net/tracker/?group_id=96039&atid=613414)
- GStreamer : produit GStreamer in <https://bugzilla.gnome.org/>

Logiciel	Nombre total de bug	Nombre bug ouvert	nombre de bug fermé dans la dernière release
Cinelerra	602	269	Non connu
MLT	142	50	8
GStreamer	11210	1363	532

On s'aperçoit que les différences en volume de bugs report sont très importantes entre ces différents projets, en particulier entre GStreamer et les autres. Cela s'explique probablement par le fait que GStreamer est un framework multimedia avec un champs d'application beaucoup plus large. Il convient de faire la différence entre le nombre de bugs reportés et le nombre de bugs existants. Un projet qui contient de très nombreux bugs dans son bug tracker signifie de manière certaine que le projet a de nombreux utilisateurs. Ces chiffres sont intéressants car il permettent de juger de la taille des différentes communautés, et le nombre de leurs utilisateurs. Mais on peut considérer qu'il est très probable que le nombre de bugs de MLT et Cinelerra signifie que les projets sont mûre et stables. GStreamer

de son côté est stable mais encore en évolution constante, et avec un champs d'action beaucoup plus important qui rend le nombre de bugs potentiels beaucoup plus important.

#### 2.4.4 Entreprise impliqué dans le développement de Cinelerra

Tout d'abord le logiciel cinelerra est développé en interne par la société Heroine Virtual Ltd en interne en libérant leur code (code drops) de manière bi annuelle en moyenne. Une communauté s'est formée autour de ce code, et celle-ci le développe en incluant les changements d'Héroïne Ltd lorsque l'entreprise release son code. Cette communauté a appelé sa version du logiciel cinelerra-cv, et cette version est très proche de la version officielle. La différence majeure réside dans le fait que la communauté essaye d'utiliser les versions Upstream. A noter que l'entreprise intègre aussi la grande majorité des changements effectués par la communauté.

L'entreprise LMA, fait le support, formation du logiciel Cinelerra auprès des entreprises professionnelles de l'édition vidéo. Ces deux entreprises travaillent en collaboration afin de répondre aux besoins des utilisateurs professionnels. En consultant la liste <sup>3</sup> des clients et le type d'entreprise qui en fait partie (parmi laquelle figure Boeing, TF1, Columbia Picture...), on s'aperçoit que le projet est ou a été très actif.

Il convient donc d'analyser ce projet comme étant un projet édité par une seule entreprise. Cette entreprise a un business modèle à part, c'est à dire qu'au lieu de faire payer ses clients pour le logiciel, elle a choisi de créer un logiciel entièrement libre et de se rémunérer (et plus particulièrement le groupe de développer qui en fait partie) à travers des différents développement spécifiques, ou des services. Afin de pouvoir se concentrer sur le code

---

<sup>3</sup>Liste des clients de l'entreprise LMA : [http://lmahd.com/lmahd1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=](http://lmahd.com/lmahd1/index.php?option=com_content&view=article&id=)

et sur les logiciels quel produit, Heroine Virtual utilise l'entreprise LMA comme vitrine commerciale, et ainsi, leurs employés sont très majoritairement des ingénieur développeurs d'application. L'entreprise reste dans l'anonymat, et il n'a pas été possible de communiquer directement avec l'un de ses employés.

On peut aussi se demander pourquoi cette entreprise a décidé de faire le développement de manière cachée. En effet, on peut penser que si celle-ci faisait le développement de manière ouverte, elle pourrait bénéficier plus efficacement de l'aide de la communauté. Il y a trois explications possibles à cela :

- Des contrats, ou partenariats ne leur permet pas de le faire
- Les développeurs considèrent que travailler au sein de la communauté serait est une perte de temps puisqu'ils se verraient “dans l'obligation” de collaborer de manière bien plus poussée avec ses membres
- L'entreprise veut garder un contrôle complet sur le développement de son logiciel, et ainsi ne pas prendre le risque que d'autres entreprises ne viennent les concurrencer sur leur propre logiciel

Il apparait plus probable que cette dernière explication soit la bonne. En général bénéficier de l'aide de la communauté est quelque chose de positif, et l'on s'aperçoit que toutes les entreprises (créant des logiciels commerciaux ou non) essayent de profiter au maximum de celles-ci. Le fait que l'entreprise n'a fait aucune documentation sur le code de Cinelerra semble aussi montrer que leur intention est de ne pas divulguer le fonctionnement du logiciel, et ainsi, si une autre entreprise veut vendre et développer ce logiciel, celle-ci aura beaucoup de difficultés à prendre en main son codebase.



### 2.4.5 Communauté Kdenlive et Mlt

Il faut savoir que le lien entre Kdenlive et Mlt est très étroit et le développeur principal de Kdenlive (Jean-Baptiste Mardelle) travaille de manière régulière directement sur le framework majoritairement afin de corriger des bugs.

#### Entreprise impliquée dans le développement de MLT

Le projet MLT a été initié par l'entreprise de télévision et post-production Indienne Ushodaya<sup>4</sup>. Cette entreprise possède 12 chaînes de télévision dans le pays et a décidé de créer un projet logiciel en interne pour la partie montage et broadcasting. Afin de simplifier cet tâche, l'entreprise a créé le projet libre MLT pour créer une communauté autour du projet et ainsi bénéficier de son aide. L'entreprise développe toujours le framework et l'utilise en interne. A l'heure actuelle, la société VMFX aide aussi au développement de MLT dans le cadre du développement du projet cineFX.

L'entreprise Mainconcept est spécialisée dans la création de codecs et d'analyse de contenu multimedia. Elle offre des codecs de qualité professionnelle pour le framework MLT.

BlueFish444 est une entreprise spécialisée dans la vente de matériel professionnel de post-production. L'entreprise soutient le projet en offrant du matériel à la communauté afin que celle-ci puisse développer les fonctionnalités liées.

#### Kdenlive dans la communauté libre

---

<sup>4</sup>Ushodaya : <http://www.etv.co.in>

Le logiciel Kdenlive est le logiciel de montage vidéo du bureau libre KDE et est utilisé de manière intensive par ses utilisateurs. Il est particulièrement utilisé par des amateurs à la fois de vidéo et de logiciel libre. Il existe sur internet un nombre important de tutoriel et autre documentation créée par la communauté d'utilisateur.

### **2.4.6 Communauté PiTiVi et GStreamer**

La relation entre GStreamer et PiTiVi est aussi très étroite. Edward Hervey, personne ayant initié le projet PiTiVi est devenu core développeur de GStreamer. Il est aussi en grande partie responsable de la création de la librairie `gst-editing-services`. De nombreuses personnes de la communauté GStreamer sont venues aider le développement de PiTiVi et réciproquement.

#### **Entreprises impliquées dans le développement de GStreamer**

GStreamer est développé par de nombreuses entreprises, parmi lesquelles Intel, HP, Texas Instrument, Nokia. . . dans le cadre des différents systèmes d'exploitation qu'ils développent (Meego, WebOs, Ubuntu).

De nombreuses autres entreprises plus petite travaillent sur GStreamer de différentes manières :

- Fluendo : Vend des codec, server multimedia de broadcast basé sur GStreamer
- Collabora : Vend du service aux différentes entreprises utilisant GStreamer. Aide au développement de PiTiVi et assure responsabilité du développement de `gst-editing-services`.
- Linaro : Travaille sur GStreamer pour les processeurs arm et les appareils mobiles

- entropywave : Travaille sur l'encoding vidéo, le développement d'application, vend du materiel multimedia de tout type

GStreamer est soutenu par l'organisation Freedesktop.org, organisation visant à permettre l'interopérabilité entre les différents bureaux libres. Dans ce cadre, GStreamer peut être considéré comme étant le standard des frameworks libres de facto.

On s'aperçoit que GStreamer n'est pas vraiment orienté édition vidéo, bien que la technologie puisse répondre à ce besoin, la grande partie de la communauté se concentre sur d'autres aspect de l'environnement multimedia.

## **Communauté PiTiVi**

Bien qu'officiellement le projet PiTiVi ne soit pas un projet Gnome, la relation entre ces deux projets est très étroite (par exemple, les traductions de PiTiVi sont faites par les traducteurs du projet Gnome), et dans les faits PiTiVi est le logiciel d'édition vidéo privilégié de ce bureau et bénéficie donc de l'aide de celle ci (principalement en terme de testing, rapport de bug...).

## 2.5 Lacunes et solutions possibles

### 2.5.1 Cinelerra

On constate que le logiciel Cinelerra a bien su prendre une part de marché chez les professionnels. Mais son manque d'ergonomie et le fait qu'il ne soit soutenu que par deux entreprises (la communauté est négligeable dans ce projet) le rend particulièrement adapté au marché niche dans lequel il a su faire sa place. Il s'agit de clients importants qui considèrent leur indépendance vis-à-vis de l'entreprise éditrice ainsi que la possibilité d'adapter le logiciel à leur guise comme étant des facteurs essentiels dans le choix du logiciel de montage vidéo. Deux types d'utilisateurs seulement sont visés (du fait des lacunes de son ergonomie) : les passionnés d'informatiques et de montage vidéo, et les professionnels qui ont les moyens d'être formés sur ce logiciel.

Les principales limites de ce logiciel pour conquérir d'autres marchés sont :

- Aucun installer disponible pour les utilisateurs potentiels. Cinelerra doit être compilé à la main pour être utilisé, ou acheté auprès de LMA, mais cela le rend très cher (puisque LMA vend des packs contenant le matériel et une distribution Linux adaptée...)
- Interface graphique qui est à revoir à la fois en terme d'ergonomie et en terme d'esthétique
- Le manque de documentation du code source et de son fonctionnement limite grandement le développement communautaire et son adoption au sein de la communauté open source.
- Le fait qu'aucune entreprise ne le pousse dans d'autre marché. L'entreprise LMA est vraiment orientée sur le marché qu'elle a déjà conquis, et ne fait absolument pas parler d'elle et de son produit dans le monde professionnel de l'édition. Aussi, Héroïne, n'a pas vocation à vendre son produit auprès des utilisateurs finaux
- Manque de part de marché dans le milieu de l'édition vidéo "standard", cela a pour conséquence de limiter le nombre d'entreprises qui vont faire le choix d'utiliser ce logiciel.

Afin de remédier à cette situation, plusieurs solutions existent :

- Réécrire le code de manière à le rendre plus facilement utilisable par la communauté. Cela impliquerait probablement de faire une limitation plus nette entre l'interface graphique et le core de l'application. On peut imaginer aussi utiliser un toolkit graphique dans le cadre de cette réécriture afin de tirer au mieux partie des technologies libres existantes. Un effort en terme d'ergonomie devrait aussi être fait. Cette idée a été mise à exécution par le projet Lumiera. Mais cet effort a débuté en 2008, et à l'heure actuelle aucun résultat satisfaisant n'en est sorti. La solution pour rendre ce projet viable, serait que Héroïne le soutienne, ce qui ne semble pas être possible compte tenu de la stratégie actuelle de l'entreprise.
- Permettre une installation plus facile sur les différents systèmes de la version actuelle et re-designer l'interaction utilisateur. Il serait ensuite nécessaire qu'une entreprise fasse du marketing autour de ce produit auprès des différents acteurs du marché du montage vidéo.

Compte tenu de la posture actuelle des différents acteurs de la communauté Cinelerra, le plus probable est que le logiciel garde une part de marché sur le segment très pointu il est situé actuellement. Mais les sociétés Héroïne et LMA devront dans tous les cas réussir à moderniser ce logiciel qui semble très difficile à maintenir et encore plus à faire évoluer.

### **2.5.2 Kdenlive**

Le fait que Kdenlive n'ait pas réussi à se faire une place auprès des professionnels est très largement due au fait que ce logiciel n'est actuellement supporté par aucune entreprise. De plus, son manque de fonctionnalité (bien que dans de nombreux cas, celui-ci peut déjà répondre aux différents besoins), le rend que peu crédible sur le marché professionnel.

Au niveau des technologies sous-jacentes, celle-ci sont correctement maintenues et supportées par plusieurs entreprises. La communauté, bien que petite, semble avoir la capacité de maintenir le projet et le fait évoluer ne serait-ce que graduellement. Il n'y a aucun plan à long terme permettant par exemple de répondre à l'absence de la fonctionnalité de composition à proprement parler, et de la prise en charge l'accélération matérielle.

Le fait que MLT soit très axé sur le broadcasting le rend que peu flexible, ce qui limite les possibilités qu'il offre aux applications qui l'utilise et donc à Kdenlive, et par conséquent risque de limiter les possibilités d'utilisation en milieu professionnel.

Kdenlive sera utilisé en milieu professionnel seulement si une entreprise soutient son évolution et en fait sa promotion. Celui-ci offre doré et déjà un large champ de possibilités. Il est également très bien reçu par la communauté.

### **2.5.3 PiTiVi**

A l'heure actuelle, PiTiVi manque grandement de fonctionnalités pour répondre aux besoins des professionnels. Le fait qu'il ne supporte pas encore la création de titres et génériques rend son utilisation impossible dans le milieu. Il manque d'un développement soutenu dans le temps qui permettra de subvenir à ce problème.

Afin de pouvoir répondre aux besoins des professionnels, PiTiVi devra implémenter les différentes fonctionnalités. Cela ne devrait pas demander trop d'effort puisque celles-ci sont doré et déjà disponibles dans le framework GStreamer. Le fait que le framework sur lequel ce logiciel se base est une communauté aussi importante, et que son développement soit soutenu par de très grosse entreprise laisse penser que le potentiel offert par cette technologie est très important sur le long terme. Il conviendra donc pour les développeurs de

PiTiVi de tirer partie au plus vite de la puissance offerte par le framework. L'entreprise collabora pourra aussi accélérer le développement du projet, en particulier en assurant la migration vers GES afin de combler les lacunes du logiciels et finalement conquérir le marché professionnel.

# Conclusion

Tout au long de ce document, nous avons identifié les besoins réels des professionnels du montage vidéo, nous nous sommes efforcés de rendre compte de la diversité du marché aussi bien en terme de format de vidéo que de structures au sein de laquelle ce travail de montage est effectué. Nous avons cherché à connaître l'appréciation des professionnels sur les outils qu'ils utilisent (grâce à des interviews), ceci afin d'évaluer si les logiciels et les technologies open source peuvent ou pourront dans le futur avoir une place dans le monde de la production audiovisuelle, et ceci dans le milieu professionnel.

Au final, ce document permet de montrer que le marché du logiciel d'édition vidéo est un marché où seules quelques entreprises ont réussi à jouer un rôle. Nous avons aussi vérifié que les professionnels du montage vidéo n'aiment pas changer de logiciel de montage, et restent avec leurs habitudes tant que la maintenance est assurée.

Nous avons pu constater que les logiciels utilisés par les professionnels sont dans la plupart des cas (voire dans tout les cas) beaucoup plus puissants, configurables que ce dont ils ont besoin. C'est un défaut relevé par tous les professionnels pour tous les logiciels existants sur le marché. Ils considèrent que leur productivité n'est pas à son optimum essentiellement à cause de la complexité d'utilisation, cette complexité provenant du surdimensionnement en terme de nombre de fonctionnalités de ces logiciels.



Notre analyse du marché nous a montré qu’actuellement un seul logiciel libre est présent sur le marché professionnel (Cinelerra), et celui-ci se positionne sur un segment très spécifique qui est celui des entreprises importantes, et des institutions publiques.

Nous avons réalisé que pour analyser le marché des logiciels d’édition vidéo, il convient de distinguer les entreprises par leur taille en utilisant les notions de TPE, PME et grandes entreprises. En effet ces notions ont des conséquences directes sur leurs critères de choix de logiciels de montage. Nous avons constaté que pour de nombreuses grandes entreprises, la dépendance vis-à-vis des éditeurs de logiciels est quelque chose qu’il convient de minimiser, et ce paramètre représente un point important dans leur choix de logiciels, et en particulier pour les logiciels de montage vidéo. Le choix de logiciels libres permettrait de garantir cette indépendance, mais il convient de savoir si ceux-ci sont à la hauteur. En ce qui concerne les entreprises de tailles moyennes, celles-ci ont pour objectif principal de s’assurer de leur pérennité. Elles évite donc de prendre des risques, et dans le cadre du choix de logiciels de montage vidéo, elles iront souvent vers des logiciels leaders sur le marché. Ils trouveront ainsi plus facilement du personnel compétent, et auront à leur disposition des logiciels considérés comme “de qualité”. Dans ce cadre, les logiciels libres ne font à l’heure actuelle pas partie des solutions envisageables. En ce qui concerne les petites entreprises, les points essentiels sont le prix du logiciels ainsi que leur originalité sur le marché. Sur ces deux points, les logiciels libres peuvent apporter de réels avantages puisqu’ils sont tous gratuitement téléchargeables, et librement modifiables.

Nous avons donc analysé le marché des logiciels libres de deux points de vues.

Premièrement d’un point de vue technique, afin de comprendre ce que les différentes technologies permettent de faire, de donner une appréciation sur leurs qualités, et d’évaluer leur potentiel. Nous nous sommes rendus compte qu’il n’y a pas de réelle compétition sur ce

segment. Deux technologies avec des visions du problème différentes existent. MLT semble vouloir répondre aux problèmes posés par l'édition vidéo et broadcasting de la manière la plus simple possible. En revanche l'objectif de GStreamer est totalement différent car il essaie de répondre au plus grand nombre de problèmes posés par le monde du multimedia. Nous avons vu d'après cette analyse que le logiciel cinelerra est techniquement très différent des autres projets : il s'agit d'un énorme projet avec un code monolithique absolument non documenté qui est maintenu par une seule entreprise et non par une communauté.

Deuxièmement d'un point de vue des communautés afin de rendre compte de l'état de santé des différents projets mais aussi analyser leur potentiel et leurs évolutions possibles et en cours.

C'est alors qu'il est apparu évident que le projet Cinelerra est uniquement le projet d'une entreprise (Heroine Virtual) qui vise à répondre aux besoins d'un segment du marché de l'édition professionnelle. L'analyse du marché nous a montré que Cinelerra est inférieur sur de nombreux points à ses concurrents commerciaux. Mais malgré cela, ce projet a su conquérir une partie du marché visé. Cela montre que les avantages qu'offrent les logiciels libres intéressent une partie du marché de l'édition vidéo professionnelle.

Nous avons aussi vu que les communautés GStreamer et MLT sont actives, mais compte tenu de la conception technique de ce dernier, sa communauté est beaucoup plus petite. Ce framework permet de répondre à la plupart des besoins des professionnels du montage et de broadcasting mais semble limitant par sa conception dans de nombreuses situations. Nous avons apprécié la place prépondérante de GStreamer sur le marché des frameworks multimedia. Ce logiciel est soutenu par de nombreuses entreprises de renom. Mais aussi, nous avons constaté que le côté montage vidéo n'est pas la force de ce framework à l'heure actuelle, bien que des efforts soient faits dans ce domaine, en particulier avec la création de

la librairie `gst-editing-services`.

Pour conclure, les technologies de montage vidéo libres sont à l'heure actuelle dans une certaine mesure capables de répondre aux besoins des professionnels, mais de nombreuses limites existent toujours. Excepté sur le marché niche sur lequel Cinelerra a su se positionner, les logiciels libres à proprement parlé ne sont actuellement pas capables de satisfaire les professionnels, soit par leur manque d'ergonomie et documentation, soit par leur manque de fonctionnalités.

Nous avons aussi constaté que pour concurrencer les grands acteurs du marché, il n'est pas nécessaire de proposer une parité en terme de nombre de fonctionnalités, les différents interviewés ont déclaré n'utiliser que 20 à 40 pour cent des fonctionnalités proposées. Il apparaît ainsi plus important se concentrer sur les fonctionnalités essentielles qui ont été mises en évidence au sein de ce document et faciliter le processus de montage en simplifiant l'usage du logiciel. Ceci nous permet de croire que les logiciels libres sont potentiellement capables de répondre à des besoins de professionnels. Mais le manque d'entreprises faisant la promotion, le support et la formation pour ces logiciels est un facteur limitant.

On peut se demander si le développement actuel des logiciels libres dans les différents domaines de l'informatique, et le soutien très important de ce développement par de nombreuses entreprises ne vont la permettre à un de ces logiciels de se développer et de s'imposer dans le milieu de l'édition vidéo. La libération de `lightworks` peut jouer un rôle sur ce marché : allons nous voir apparaître un standard libre de l'édition vidéo à travers ce logiciel ?

# Annexes

## Interview de Sophian Veri, Responsable Post Production chez Be Movie, France

1- Quelles logicielles d'éditions vidéos utilisez-vous à l'heure actuelle ? Sophian Veri : J'utilise exclusivement finalcut

2- Quels formats de vidéos produisez vous ? Sophian Veri : Je produis des clips, reportages, pubs et courts métrages

3- Ce logiciel répond-t-il à tous vos besoins en terme de montage ? Sophian Veri : généralement oui

4- Quels défauts vous viennent à l'esprit quand vous pensez à cette outil ? Sophian Veri : le montage multicamera est mal géré, le temps de rendu trop long car le logiciel ne fonctionne pas avec toute la mémoire vive de l'ordinateur contrairement à la suite Adobe.

5- Considérez-vous Final Cut Pro comme étant la meilleure solution de montage, si oui, pourquoi ? Sophian Veri : Oui, sans aucun doute. Pour sa facilité d'utilisation, les codecs

acceptés y sont nombreux et la liste des effets est longue...

6- Quelles fonctionnalités utilisez vous au quotidien (ex : Multicamera, effets, transitions, keyframes, time remapping, outils collaboratifs, proxy editing, Templates...)

Sophian Veri : effets de mauvais téléviseur, time remap, cache patate (qui m'évite de passer par after.) ralenti, fondu enchaîné

Thibault Saunier : Qu'est-ce que cache patate ? Sophian Veri : cache patate, c'est masque dans after

7- Quelles fonctionnalités considérez-vous comme indispensables, (même si vous ne les utilisez pas au quotidien) ? Sophian Veri : la modification des couleurs, tout ce qui est travail de l'image, contraste, netteté, saturation.

8- Quel pourcentage de fonctionnalités du logiciel pensez-vous utiliser en tout ? Sophian Veri : il y a tellement de fonctionnalités que je serais tenté de dire 25

9- Seriez vous prêts à utiliser des logiciels ayant moins de fonctionnalités, mais qui répondraient de manière plus efficace à vos besoins ? Sophian Veri : pourquoi pas à condition qu'ils soient aussi intuitifs et que les effets que j'utilise soient tout aussi bien gérés

10- Le prix du logiciel est-il un critère de choix selon vous ? Sophian Veri : oui, en tant que nouvelle jeune entreprise, le prix est un critère de choix

11- Avez-vous des problèmes de stabilité (de bugs) avec finalcut ? Sophian Veri : les bugs, assez rarement

12- La dépendance vis-à-vis du créateur du logiciel que vous utilisez vous paraît-elle être quelque chose de dangereux ?

Sophian Veri : oui dans le sens où on ne sait jamais quelles transformations le logiciel subira avec la version suivante. Il arrive que la version soit moins adaptée et qu'elle ne me donne plus toute satisfaction. C'est le cas il me semble de Final Cut X qui a l'air d'être raté.

13- Connaissez-vous certains logiciels libres d'édition vidéo ? Sophian Veri : Je ne sais pas vraiment ce que c'est.

Thibault Saunier : Merci bien d'avoir pris le temps de répondre

Sophian Veri : mais de rien ...

## **Interview de Karim Hachemi, Monteur chez Falfyprod, Film d'entreprise, Court Métrages et film de mariage, France**

1- Quel logiciel d'édition vidéo utilisez vous à l'heure actuelle ? Karim Hachemi : Final cut mais surtout Adobe CS5

2- Quel type de vidéo produisez vous ? Karim Hachemi : Clips, Pubs et institutionnels.

3- Ce logiciel répond-t-il à tous vos besoins en terme de montage ?

Karim Hachemi : Adobe Première non, mais Final Cut oui. Nous sommes obligés d'utiliser Adobe première du fait que le format produit par la caméra Canon 5D est mal supporté par

Final Cut. Nous aurions donc besoin de les convertir et nous perdrons beaucoup de temps, c'est pourquoi nous utilisons la suite adobe bien qu'elle ne nous donne pas complètement satisfaction.

4- Quels défauts vous viennent à l'esprit quand vous pensez à cet outil ?

Karim Hachemi : Final cut est un tout petit peu plus compliqué mais est plus complet.

5- Quelles fonctionnalités utilisez-vous au quotidien (ex : Multicamera, effets, transitions, keyframes, time remapping, outils collaboratifs, proxy editing, Templates...)

Karim Hachemi : Effets et transitions, en général je me sers que de ça.

6- Quelles fonctionnalités Considérez-vous comme indispensables, (même si vous ne les utilisez pas au quotidien) ? Karim Hachemi : le rognage de final cut sur première est mal conçu et c'est très énervant.

7 Quel pourcentage des fonctionnalités du logiciel pensez-vous utiliser en tout ? Karim Hachemi : Je dirais 30-35

8- Seriez-vous prêts à utiliser des logiciels ayant moins de fonctionnalités, mais qui répondraient de manière plus efficace à vos besoins ? Karim Hachemi : cela dépend s'il manque des fonctionnalités dont je ne me suis jamais servi cela m'est égal.

9- Le prix du logiciel est-il un critère de choix selon vous ? Karim Hachemi : oui

10- Avez-vous des problèmes de stabilité (de bugs) ? Karim Hachemi : non pas trop de bugs mais ce qui est ennuyeux c'est les rendus beaucoup trop long

11- Connaissez-vous certains logiciels libre d'édition vidéo ? Karim Hachemi : Non, mais il faut que j'essaie

## **Interview de Yves Faure, responsable technique chez TL7 (Télévision de Saint Étienne)**

1- Quel logiciel d'édition vidéo utilisez-vous à l'heure actuelle ? Yves Faure : Pour le montage vidéo, j'utilise principalement Final cut pro. Il arrive dans de très rares cas que l'on utilise adobe premiere. Notre parc informatique est basé sur mac. En ce qui concerne l'habillage et l'infographie on utilise "photoshop" et "After Effect" pour les effets (bien que dans de nombreux cas, on fasse les effets directement dans Final Cut).

2- Quel format de vidéo produisez-vous ? Yves Faure : Un peu de tout : Reportages, documentaires, plateaux magazines, films de reportage, spots publicitaires, captations musique et théâtral.

3- Ce logiciel répond-t-il à tout vos besoins en terme de montage ? Yves Faure : Oui, largement. Nous avons des besoins spécifiques en terme d'organisation, archivage, gestion de sous-titrage, mais cela sort du scope du logiciel de montage.

4- Quels défauts vous viennent à l'esprit quand vous pensez à cet outil ? Yves Faure : Le problème important qui me vient à l'esprit est le fait que Final Cut 10 soit extrêmement osé. Apple a décidé de revoir complètement l'interaction utilisateur et cela va nous faire perdre du temps (et donc de l'argent).

Il y a aussi de petits défauts d'ergonomie qui sont irritants.



Le fait qu'il soit aussi puissant est pour nous un défaut puisque cela complexifie la tâche du monteur.

Son prix très élevé est aussi un problème pour notre structure (bien que bien moins cher que d'autres concurrents).

Par défaut, les fichiers de rendu video, le cache de vignette, est stocké dans le dossier final cut pro global au système et pas avec le projet, ce qui signifie que l'on doit changer cela à chaque fois et une fois de plus c'est une perte de temps importante.

Lorsqu'il y a des ruptures de timecodes dans les fichiers, le logiciel réagit mal et cela est régulièrement une source de problème.

La gestion des formats est assez mauvaise.

Trop configurable en tout points.

Pas de sortie moniteur directe chez Apple. Pour visualiser le rendu final sur les moniteurs et ainsi être sûr de la qualité du montage (en particulier au niveau de la lumière et des couleurs, on est obligé d'effectuer le rendu et ensuite seulement le voir sur les moniteurs dédiés. On devrait pouvoir brancher nos Mac sur les moniteurs et regarder en temps réel le résultat final.

5- Quelles sont les qualités apportées par ce logiciel et qui vous donne satisfaction ?

Yves Faure : La dernière version de Final cut permet le réétalonnage automatique (de l'image et du son), cela va vraiment faciliter le travail des monteurs.

Le fait qu'il s'agit du standard actuel dans le milieu est très important pour nous. Cela nous permet de communiquer facilement avec nos confrères.

Le fait aussi que l'on ait les effets directement intégrés dans le logiciel nous permet d'accé-

lérer le montage dans de nombreux cas.

Dans le cadre de magazines et films publicitaires, on utilise beaucoup les animations (transformations) tel que la modification de l'échelle de l'image, le rognage. Aussi, le lissage des bords et les ombres portées de l'image nous permettent régulièrement de faire des montages mieux léchés.

6- Pour vous, finalcut est la meilleure solution de montage ? Yves Faure : Oui, c'est sûr.

7- Quelles fonctionnalités utilisez-vous au quotidien (ex : Multicamera, effets, transitions, keyframes, time remapping, outils collaboratifs, proxy editing, Templates...)

Yves Faure : Au quotidien, nous utilisons : Transition, effet, mixage audio, montage cut, retouche de couleurs, étalonnage, colorimétrie, multi-images, gestion de la vitesse par clip entier, pas de time remapping à proprement parlé.

8- Quelles fonctionnalités considérez-vous comme indispensables, (même si vous ne les utilisez pas au quotidien) ?

Yves Faure : Je pense que le multicamera (pour la couverture d'évènement tel que les concerts) est la fonctionnalité importante, même si elle n'est pas utilisée au quotidien.

9- Quel pourcentage des fonctionnalités du logiciel pensez-vous utiliser en tout ?

Yves Faure : En général 10%, jusqu'à 50% maximum.

10- Seriez-vous prêts à utiliser des logiciels ayant moins de fonctionnalités, mais qui répondrait de manière plus efficace à vos besoins ?

Yves Faure : Non, car nous sommes très attachés à la connaissance du logiciel. Changer de logiciel signifie 40 personnes à former, changer les habitudes et cela est très complexe en particulier pour les professionnels du montage vidéo ! Nous avons une solution qui nous convient et qui est leader sur le marché, il faudrait une vraie évolution du marché pour que l'on pense à changer.

11- Le prix du logiciel est-il un critère de choix selon vous ?

Yves Faure : Oui et non, c'est cher mais ça marche. Autant se donner les moyens pour avoir un produit qui nous permet de gagner par la suite.

12- Avez-vous des problèmes de stabilité (de bugs) avec Final Cut ?

Yves Faure : Non, la stabilité est un point fort de Final Cut.

13- La dépendance vis-à-vis du créateur du logiciel que vous utilisez vous paraît-elle être quelque chose de dangereux ?

Yves Faure : Non, on s'arrange comme on peut. La version que l'on utilise actuellement nous convient. S'il faut continuer avec celle-ci, on le fera.

# Table des figures

1.1	Les keyframes . . . . .	7
1.2	Splitting . . . . .	8
1.3	Unlinking . . . . .	8
1.4	Les layers . . . . .	8
1.5	Visualisation frame par frame . . . . .	19
1.6	Comparaison des fonctionnalités des logiciels leaders sur le marché . . . . .	26
2.1	Open source video editors timeline (Auteur : Jean-François Fortin Tam, PiTiVi designer) . . . . .	37
2.2	Interface graphique de Cinelerra . . . . .	48
2.3	Schéma du concept de producteur, filtre, consommateur . . . . .	51
2.4	Schéma simplifié d'un service MLT (point de vu interne et non utilisateur du framework) . . . . .	52
2.5	Screenshot de Kdenlive . . . . .	59
2.6	Architecture du framework GStreamer, Source : GStreamer Application Development Manual . . . . .	61
2.7	Un pipeline GStreamer permettant la lecture d'un fichier audio ogg ayant pour codec vorbis (ce schéma prend en compte d'autres notions importantes du framework). Source : GStreamer Application Development Manual . . . . .	62
2.8	Représentation graphique d'un GstElement permettant le demuxing. Source : GStreamer Application Development Manual . . . . .	64

2.9 Concepts introduits par GES. Source : design gst-editing-services . . . . .	68
2.10 Screenshot de PiTiVi . . . . .	70

# Glossaire

## **adapter**

Il permet de convertir l'interface d'une classe en une autre interface que le client attend. L' Adaptateur fait fonctionner ensemble des classes qui n'auraient pas pu fonctionner sans lui, à cause d'une incompatibilité d'interfaces.

Source : Wikipedia, 39

## **API**

Une interface de programmation (Application Programming Interface ou API) est une interface fournie par un programme informatique. Elle permet l'interaction des programmes les uns avec les autres, de manière analogue à une interface homme-machine, qui rend possible l'interaction entre un homme et une machine,

22

## **Cas d'utilisation (use case)**

un cas d'utilisation définit une manière d'utiliser le système et permet d'en décrire les exigences fonctionnelles., 2

**codec**

Un codec est un procédé capable de compresser et/ou de décompresser un signal numérique. Ce procédé peut être un circuit imprimé ou un logiciel., 33

**espace colorimétrique**

Un espace colorimétrique ou espace de couleur associe des nombres aux couleurs visibles. Compte tenu des limites de la vision humaine, ces nombres se présentent généralement sous la forme de triplets. Chaque couleur de lumière peut donc être caractérisée par un point dans un espace à trois dimensions. Lors d'une impression, pour des raisons liées à la qualité des pigments, l'espace utilisé comporte alors généralement au moins quatre dimensions. Source : Wikipedia, 34

**framework**

Un framework est un ensemble d'outils et de composants logiciels organisés conformément à un plan d'architecture et des design patterns (un patron de conception, motif de conception ou modèle de conception est un concept de génie logiciel destiné à résoudre les problèmes récurrents suivant le paradigme objet.), 29

**git**

Git est un logiciel de gestion de versions décentralisée. C'est un logiciel libre créé par Linus Torvalds, le créateur du noyau Linux, et distribué sous la GNU GPL version 2., 53

**gtk+**

The GIMP Toolkit est un ensemble de bibliothèques logicielles, permettant de réaliser des interfaces graphiques. Cette bibliothèque a été développée originellement pour les besoins du logiciel de traitement d'images GIMP. GTK+ est maintenant utilisé dans de nombreux projets, dont les environnements de bureau GNOME, Xfce et ROX., 51

**Interface Utilisateur**

User Interface, il s'agit du terme très largement employé pour définir l'interface utilisateur, en général graphique ou GUI, 12



## **mpeg**

MPEG, sigle de Moving Picture Experts Group, est le groupe de travail SC 29/WG 11 du comité technique mixte JTC 1 de l'ISO et de la CEI pour les technologies de l'information. Ce groupe d'experts est chargé du développement de normes internationales pour la compression, la décompression, le traitement et le codage de la vidéo, de l'audio et de leur combinaison, de façon à satisfaire une large gamme d'applications. Source : Wikipedia, 34

## **MXF**

Material eXchange Format ou MXF est un conteneur utilisé par les professionnels pour les données audio et vidéo numériques. Il s'agit d'un format défini par des standards de la SMPTE. (Source : wikipedia), 13

## **Nvidia**

Nvidia Corporation est l'un des plus grands fournisseurs de processeurs graphiques, de cartes graphiques et de chipsets pour PC et consoles de jeux, 41

## POSIX

POSIX est le nom d'une famille de standards définis depuis 1988 par l'Institute of Electrical and Electronics Engineers et formellement désignée IEEE 1003. Ces standards ont émergé d'un projet de standardisation des API des logiciels destinés à fonctionner sur des variantes du système d'exploitation UNIX. Il s'agit de la standardisation des API des systèmes communément appelé UNIX. Source : Wikipedia, 37

## QT

framework orienté objet et développé en C++ par Qt Development Frameworks, filiale de Nokia. Il offre des composants d'interface graphique (widgets), d'accès aux données, de connexions réseaux, de gestion des fils d'exécution, d'analyse XML, etc. Qt est par certains aspects un framework lorsqu'on l'utilise pour concevoir des interfaces graphiques ou que l'on architecture son application en utilisant les mécanismes des signaux et slots par exemple., 43

<b>smpte</b>	Society of Motion Picture and Television Engineers, est une association internationale, située aux É.-U., et composée d'ingénieurs. Elle développe des standards vidéos (elle en a déjà plus de 400 à son actif), qui sont utilisés par exemple par la télévision, ou le cinéma numérique (Source : <a href="http://fr.wikipedia.org/">http://fr.wikipedia.org/</a> ), 10
<b>Système de gestion de version</b>	Un logiciel de gestion de versions (ou VCS en anglais, pour Version Control System) est un logiciel qui permet de stocker un ensemble de fichiers en conservant la chronologie de toutes les modifications qui ont été effectuées dessus. Il permet notamment de retrouver les différentes versions d'un lot de fichiers connexes. Source : Wikipedia, 53
<b>thread</b>	Il s'agit de la plus petit unité de processus qui peut être exécutée par un système d'exploitation. Ils permettent à un même "programme", processus d'exécuter du code de manière concurrente., 44
<b>upstream</b>	Version développé par les communauté qui maintient officiellement le code source d'un logiciel., 56

## VDPAU

VDPAU (Video Decode and Presentation API for Unix) est une bibliothèque open source (libvdpau) et une interface de programmation conçus par NVIDIA initialement pour ses cartes graphiques GeForce 8 et ses derniers processeurs graphiques. Cette interface permet à des programmes de vidéo de décharger de la mémoire des parties du processus de décodage de vidéo et de son traitement aval vers le processeur graphique., 41

# Bibliographie

- [1] Ken Dancyger. *The technique of film and video editing, History, Theory, and Practice*. 2007.
- [2] Mathieur Duponchelle. Gstreamer-editing-services implemented in pitivi.  
[http://www.google-melange.com/gsoc/proposal/review/google/gsoc2011/mathieu\\_duponchelle/1001](http://www.google-melange.com/gsoc/proposal/review/google/gsoc2011/mathieu_duponchelle/1001), 2011.
- [3] Frost and Sullivan. *World non linear editing market*. December 2009.
- [4] Ellis Hamburger. Apple’s new “final cut pro x” software is getting trashed by app store reviewers. June 2011.
- [5] Edward Hervey. The result of the past few months of hacking.  
<http://blogs.gnome.org/edwardrv/2009/11/30/the-result-of-the-past-few-months-of-hacking/>, 2009.
- [6] Lightworks. *The lightworks open source project starts here*. 2010.