



Innovation technique dans les studios d'animation et d'effets visuels : la Recherche et Développement au service du pipeline

Anne-Laure George-Molland

► To cite this version:

Anne-Laure George-Molland. Innovation technique dans les studios d'animation et d'effets visuels : la Recherche et Développement au service du pipeline. Création Collective au Cinéma, 2019, 2, pp.101-124. hal-02133118v1

HAL Id: hal-02133118

<https://hal.science/hal-02133118v1>

Submitted on 17 May 2019 (v1), last revised 13 Jun 2019 (v3)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Innovation technique
dans les studios d'animation et d'effets visuels :
la Recherche et Développement au service du pipeline

Anne-Laure George-Molland



Si l'animation 3D et les effets visuels (VFX) relèvent de secteurs économiques différents, les méthodes de fabrication utilisées pour ces images sont suffisamment proches pour être prises en charge par le même éventail d'entreprises. Ces processus, parfois simplement appelés pipelines, sont identifiés depuis plusieurs années comme un enjeu fondamental des studios d'animation et d'effets visuels, pour répondre à l'augmentation des volumes de production, aux contraintes imposées par un contexte économique favorisant les collaborations multi-sites, et à la poursuite de l'amélioration de la qualité des images¹. Cette recherche s'attache donc à clarifier la notion de pipeline, avant d'interroger le travail d'innovation porté par des équipes de Recherche et Développement en France et de montrer comment ces équipes accompagnent en profondeur l'organisation du travail et l'évolution des studios.

Caractéristiques d'un pipeline d'animation et d'effets visuels

Approche du concept de pipeline

Dans les secteurs mondialisés du cinéma d'animation et des effets visuels (VFX), le pipeline de production est devenu un terme conventionnel pour désigner l'ensemble des étapes conduisant à la création des images. Dans son documentaire éducatif *Script to screen The DreamWorks Animation Pipeline* (Kerrin Piché Serna, 2015²), le studio américain tente une représentation didactique de

¹ Neil Dodgson et al., *What's up Prof? Current Issues in the Visual Effects & Postproduction Industry*, Leonardo, vol. 43, n° 1, The MIT Press, 2010, p. 92-93.

² Dernière consultation le 13 juillet 2018. [En ligne]. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=ru0tQRJ4qKs>

ce concept en mettant en scène des manchots affairés autour d'un système de canalisation : Skipper, le personnage principal, glisse dans un étroit conduit métallique pour nous expliquer les étapes successives de travail. L'anglicisme *pipeline*, initialement lié à l'infrastructure des réseaux gazeux et pétroliers, a donc trouvé un nouvel usage³ dans l'illustration métaphorique de la fabrication des images de synthèse.

Cependant, en voulant appréhender sous un même intitulé des processus créatifs très variés et complexes⁴, le concept de pipeline renvoie rapidement à une définition difficilement saisissable, liée notamment à un flou polysémique. C'est l'un des constats de Flavio Perez, directeur technique du petit studio d'animation français Les Fées Spéciales, qui dans un récent travail de recherche⁵, reprend la disparité des définitions données par des experts internationaux. Flavio Perez assimile le pipeline à une « fondation invisible aux enjeux artistiques, techniques et aux questions de productions » avant d'en venir rapidement à une approche empirique, consistant à lister des catégories d'outils habituellement développés et réemployés sur les projets. Dans l'un des rares ouvrages entièrement dédiés au pipeline, *Production Pipeline Fundamentals for Film and Games*⁶, Renée Dunlop regroupe les réflexions de responsables techniques, et consacre de la même manière plusieurs chapitres à questionner les stratégies de développement logiciel et l'infrastructure matérielle nécessaires à la fabrication d'un film.

En fait, on relève que les discours professionnels sur le pipeline, portés pour l'essentiel par les équipes Recherche et Développement (R&D) des studios d'animation et d'effets visuels, se cristallisent rapidement autour de la description de processus techniques. La littérature scientifique ainsi produite interroge moins le concept qu'elle n'en illustre une importante facette : c'est en

³ L'emprunt à la figure du pipeline semble trouver ses sources dès les années 60 lorsque les constructeurs des premiers ordinateurs ont voulu désigner la capacité des processeurs à exécuter des instructions sans attendre que les précédentes soient finalisées. Elle s'est naturellement appliquée aux procédés séquentiels de création graphique par ordinateur (*computer graphics*), et a basculé en même temps dans le vocabulaire de la création de films par ordinateur.

⁴ Anne-Laure George-Molland, *La Collaboration au cœur du processus de création des œuvres audiovisuelles numériques : analyse des transformations apportées par le développement des technologies et par l'évolution des savoir-faire*, thèse sous la direction de Marie-Hélène Tramus, Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis, 2007, p. 95.

⁵ Flavio Perez, *Le Pipeline de l'image de synthèse : définitions et enjeux pour les œuvres collaboratives* [En ligne]. Mémoire de Master Création numérique parcours Arts et Technologies de l'Image Virtuelle, Université Paris 8, Dernière consultation le 18 septembre 2017. URL : <http://flavioperez.com/blog/fr/2017/09/le-pipeline-de-limage-de-synthese/>. Ce mémoire universitaire propose « une analyse rétroactive [issue des 10 années d'expériences professionnelles de l'auteur] pour essayer de cerner ce qu'est un pipeline ».

⁶ Renée Dunlop et al., *Production Pipeline Fundamentals for Film and Games*, Focal Press, 2014.

particulier le cas dans les publications annuelles issues de l'ACM SIGGRAPH⁷, où des équipes R&D de gros studios (Disney, Sony, WETA Digital, etc.) communiquent les avancées de leurs recherches appliquées. Les pipelines se présentent alors comme des solutions techniques innovantes, des parcours de briques logicielles développées pour résoudre un aspect précis de la fabrication.

Si l'on souhaite conserver un peu de distance vis-à-vis de cette approche très technique, notamment au regard de l'intérêt porté aux métiers et aux relations d'équipe dans le cadre de notre recherche, il apparaît opportun de se pencher sur les travaux de Dan Bettis⁸, parmi les plus anciens et significatifs. Son étude, basée sur une succession d'entretiens auprès de postes clés, se conclut par une définition du pipeline moins exclusive :

Le pipeline de production n'est pas une structure en tant que telle, mais plutôt un ensemble malléable d'éléments qui peuvent être arrangés, configurés et adaptés en de nouvelles structures selon les besoins. Ces éléments sont d'une part des moyens humains avec des domaines de tâches assignés et d'autre part des systèmes matériels / logiciels⁹.

Cette définition peut trouver un écho dans le concept de dispositif sociotechnique « régulièrement utilisé [en sociologie des sciences] pour désigner un ensemble d'instruments techniques et souligner son imbrication avec le monde social qui l'a produit et sur lequel il agit¹⁰ ». D'ailleurs, les équipes R&D utilisent parfois le terme de *workflow* pour désigner cette « couche supérieure » du monde des usagers et de leur pratique¹¹.

⁷ L'ACM Siggraph est la plus importante manifestation scientifique internationale en informatique graphique.

⁸ Dane Bettis est actuellement *Pipeline Technical Director* (source : IMDB / LinkedIn). Son mémoire de master (*thesis*), rédigé dans une perspective de conceptualisation des pipelines de production, figure parmi les premières et rares réflexions générales sur le sujet (2005).

⁹ Dan Bettis, *Digital Production Pipelines: Examining Structures and Methods in the Computer Effects Industry*, Mémoire de master (Thesis) en Visualization Sciences (Architecture), Texas A&M University, 2005, p. 38. Traduit de "The digital production pipeline is not a structure, but rather a malleable set of components which can be arranged, configured, and adapted into new structures as needed. These malleable components are human groups with assigned task domains, and digital hardware/software systems."

¹⁰ Philippe Zittoun, « Dispositif », in Isabelle Casillo et alli (dir.), *Dictionnaire critique et interdisciplinaire de la participation*, Paris, GIS Démocratie et Participation, 2013. URL : <http://www.dicopart.fr/fr/dico/dispositif>.

¹¹ Voir par exemple la conférence « The digital production pipeline » in *ACM SIGGRAPH 2013 Courses*, [En ligne], 2013. Dernière consultation le 2 juillet 2018. URL : <https://youtu.be/I9ql13bEzmc>.

À présent, il s'agit donc pour nous d'analyser les caractéristiques du pipeline en conservant ce recul, et en étudiant la manière dont une rétroaction¹² entre l'équipe du studio et le système technique se produit.

D'une compréhension générique à une méthodologie ad hoc

La création d'animations et d'effets visuels, tout comme l'élaboration des films, sont des activités créatives difficilement standardisables. Cependant, en tant qu'activités artistiques collectives, elles réclament malgré tout d'être organisées pour être efficaces. Tout comme le déroulement d'un tournage s'effectue selon « des modalités bien définies » (Becker, 1982), les studios dédiés à l'animation et aux effets visuels s'appuient également sur une division du travail, soumise à une convention collective¹³, selon des spécialités qui se sont dessinées progressivement avec l'évolution du secteur suivant une méthodologie de travail générique. À partir d'une pratique professionnelle¹⁴ et de l'observation du terrain, nous pouvons facilement tracer les synoptiques de ces pipelines « génériques » (Figure 1), conçus à une échelle suffisante pour englober un maximum de cas de figure.

Ces schémas de pipelines généraux, plus ou moins simplifiés ou modulés, ne constituent pas des documents de travail au sens où une modélisation aussi globale n'a aucune utilité pratique en production. Une telle approximation permet seulement une approche didactique pour la compréhension technique globale des processus et une façon d'aborder une première cartographie des relations d'équipe.

L'hétérogénéité des cas de figure traités par un studio rend toute tentative de formalisation rapidement caduque : comme énoncé en introduction, chaque nouveau projet apporte des spécificités de fabrication, non seulement par les défis esthétiques, mais également par les contraintes budgétaires ou les configurations de travail. Dans ce sens, mais selon une approche très particulière consistant à démontrer qu'un pipeline de production VFX partage de nombreuses caractéristiques avec un programme informatique (itération, branchement conditionnel, etc.), Cristian Calude, chercheur en informatique,

¹² Ce terme emprunté à la cybernétique désigne l'action en retour d'un effet sur le dispositif qui en est à l'origine, c'est un mécanisme de régulation entre deux systèmes s'opérant en aller-retour.

¹³ Convention collective nationale de la production de films d'animation du 6 juillet 2004. À noter cependant que cette convention peine à se synchroniser avec la réalité des métiers. Pour exemple les *riggers*, spécialistes de l'armature des personnages, n'y sont pas référencés.

¹⁴ Après 4 années employée dans ce secteur, et 3 années supplémentaires de proximité en post-doctorat, je produis certaines données en me référant à une connaissance ancrée dans ma pratique professionnelle.

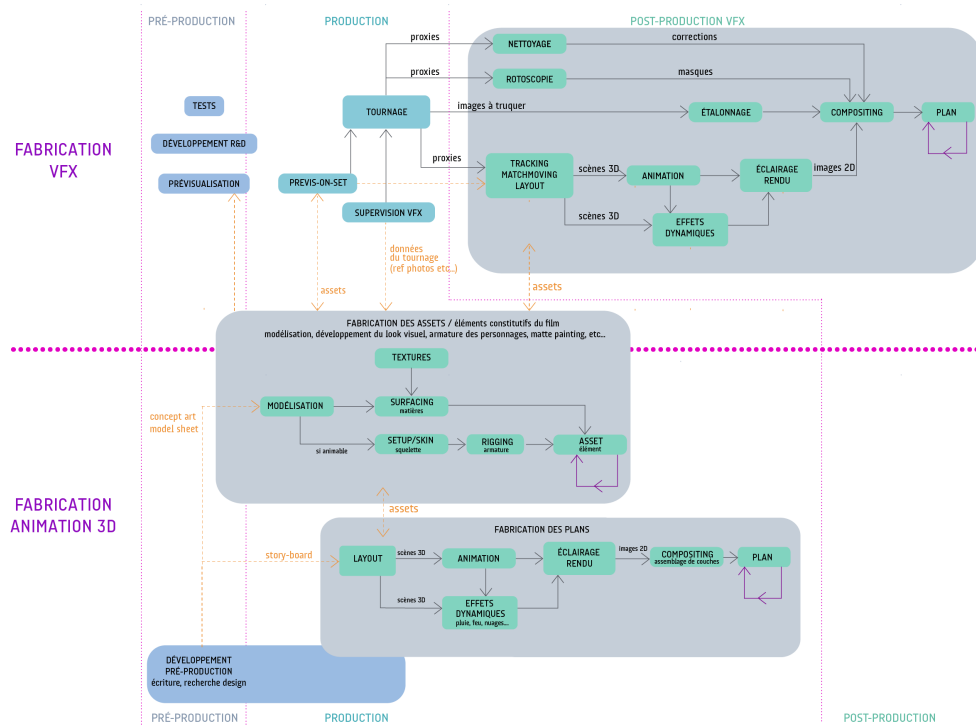


Figure 1 : Exemple de synoptiques illustrant, en haut : le processus générique d'incrustation d'effets visuels dans de la prise de vue réelle¹⁵, en bas : le processus de fabrication d'un film ou d'une série d'animation 3D. Au centre, la fabrication des éléments constitutifs d'un projet (personnages, décors, accessoires). La différence de processus tient à l'incrustation qui est nécessaire pour faire coller l'univers virtuel au monde filmé.

fait appel aux théories de logique mathématique pour affirmer qu'il n'existe pas de méthode générale pour concevoir un pipeline universel approprié à toutes les situations, pas plus qu'il n'est possible de générer automatiquement des pipelines à partir de critères définis en entrée et en sortie¹⁶.

¹⁵ La version originale de ce schéma a été réalisée pour un chapitre de vulgarisation de la fabrication des effets visuels. Voir Anne-Laure George-Molland, « La fabrication des effets spéciaux numériques » in Réjane Hamus-Vallée (dir.), *Effets Spéciaux Crevez l'écran !*, Paris, Éditions de la Martinière, 2017, p. 132-141.

¹⁶ Cristian Calude et al., « Can we solve the pipeline problem? » in *Proceedings of the Fourth Symposium on Digital Production (DigiPro '14)*. ACM, New York, USA, p. 25-27.

Aussi, en amont, le dépouillement du scénario, les discussions avec le réalisateur, les négociations financières avec le producteur, permettent aux superviseurs de projets d'affiner une pré-configuration de pipeline qui sera rapidement éprouvée et modifiée au contact d'une réalité de terrain. C'est cette construction dynamique que nous allons examiner à présent.

Réticularité et dynamique du pipeline

Un pipeline peut être perçu comme un réseau d'activités, constitué de multiples embranchements entre des sous-réseaux de tâches, descriptibles selon un niveau de détails de plus en plus fin. Cette vision réticulaire mérite d'être interrogée pour démêler une pluralité de discours : en effet, les équipes parlent indifféremment de pipeline pour décrire différents niveaux de granularité – différentes échelles – de méthodologie de travail. Nous distinguons surtout deux approches :

D'un côté, le pipeline peut décrire la solution aménagée pour un projet. Le pipeline du projet peut se décomposer comme « un réseau de sous-pipelines plus détaillés, bifurquant et se reconnectant¹⁷ ». En effet, le parcours des plans du film à travers le processus de fabrication peut diverger en fonction de son contenu artistique. La littérature rapporte de nombreux exemples d'innovations portant sur la mise en place de sous-pipelines associés à des défis artistiques très spécifiques (pipelines d'un effet) : le pipeline des océans¹⁸ du film *Moana* (Ron Clements et John Musker, 2016), le pipeline de la foule¹⁹ sur *Zootopie* (Byron Howard et Rich Moore, 2016), le pipeline de l'effet de voyage dans le temps²⁰ dans *M. Peabody et Sherman* (Rob Minkoff, 2014), etc.

D'un autre côté, le pipeline propre à une organisation - le pipeline du studio – décrit des choix méthodologiques transversaux, cherchant donc à favoriser le développement de solutions plus génériques. Par exemple lors de la conférence *The Digital Production Pipeline*²¹, Jonathan Gibbs expose l'organisation du studio PDI|Dreamworks selon une logique département-centrée, chaque département s'appuyant sur des pipelines séparés, l'ensemble étant lié par un

¹⁷ Renée Dunlop et al., *Production Pipeline Fundamentals for Film and Games*, op. cit., p. 3.

¹⁸ Sean Palmer et al., « Ocean and Water Pipeline of Disney's Moana », in *Proceedings of SIGGRAPH '17 Talks*, 2017.

¹⁹ Moe El-Ali et al., « Zootopia crowd pipeline » in *ACM SIGGRAPH 2016 Talks*. ACM, New York, NY, USA, Article 59, 2016.

²⁰ Robert Chen et al., « Time travel effects pipeline in "Mr. Peabody & Sherman" », in *Proceedings of the Fourth Symposium on Digital Production (DigiPro '14)*. ACM, New York, USA, 2014, p. 31-33.

²¹ Darin Grant et al., « The digital production pipeline » in *ACM SIGGRAPH 2013 Courses*, [En ligne], 2013. Dernière consultation le 2 juillet 2018. URL : <https://youtube/I9ql3bEzmc>.

pipeline principal. Un autre exemple illustrant bien ces pipelines répartis au sein d'une structure est celui donné par le studio Double Negative. Mungo Pay²² détaille les innovations apportées pour la création des foules : une diversification de la gamme d'outils s'appuyant en partie sur des solutions commerciales offre la possibilité au département dédié de répondre plus efficacement à la diversité des projets, tout en permettant aux artistes de choisir l'outil qu'ils jugent le plus confortable, voire à créer le leur lorsqu'ils savent programmer. Le pipeline d'un studio peut également concerner des problématiques encore plus générales comme l'infrastructure pour le calcul des images²³ ou la gestion des données.

Pipelines de projet et pipeline du studio entrent naturellement en résonance : le pipeline d'un studio offre une base générique de travail acquise par l'expérience technique accumulée, évitant ainsi de produire les images ex nihilo, mais le pipeline d'un nouveau projet vient bousculer les méthodes et faire évoluer les outils, voire la totalité du pipeline de l'entreprise. Ce dernier cas de figure s'est par exemple produit lorsque la Moving Picture Company a été confrontée à l'arrivée de plus de 800 plans à fabriquer sur *Le Monde de Narnia : Le Prince Caspian* (Andrew Adamson, 2008), forçant l'entreprise à repenser complètement son pipeline²⁴.

Nous pouvons dessiner progressivement un aspect fondamental du pipeline : c'est un dispositif dynamique qui permet au studio de s'adapter au caractère incertain et imprévisible des productions artistiques – tel « un avion qu'on reconstruirait en plein vol » – mais également à la politique et aux stratégies du studio. Le pipeline « évolue, piloté par des critères de qualité, d'économie et de technologie²⁵. » Flavio Perez souligne que l'augmentation des volumes de production, et des équipes de plus en plus conséquentes créent des besoins d'organisation technique, et sont fréquemment à l'origine des premières réflexions d'un studio sur son pipeline²⁶. Nous allons donc approfondir la manière dont cette complexité se construit.

²² Mungo Pay et al., « Flexible pipeline for crowd production » in *ACM SIGGRAPH 2017 Talks* (SIGGRAPH '17), 2017.

²³ Andy Wright et al., « Large scale VFX pipelines » in *Proceedings of the 2016 Symposium on Digital Production* (DigiPro '16). ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 43-44.

²⁴ Greg Butler et al., « A pipeline for 800+ shots » in *ACM SIGGRAPH 2008 talks* (SIGGRAPH '08). ACM, New York, NY, USA, 2008.

²⁵ Voir l'introduction de Darin Grant dans Darin Grant et al., « The digital production pipeline », *op. cit.*

²⁶ Flavio Perez, *Le Pipeline de l'image de synthèse : définitions et enjeux pour les œuvres collaboratives*, *op. cit.*, p. 26.

Complexité du pipeline : relations, dépendances et volume de données

La fabrication d'images de synthèse, inscrite dans un contexte de création de film d'animation ou d'effets spéciaux, se fonde sur une succession d'étapes entretenant d'étroites relations techniques : chaque opération doit être pensée en rapport avec les autres²⁷. Mais une autre complexité est à l'œuvre, par les liens existants entre les éléments narratifs, généralement les plans, et les éléments qui les composent, couramment appelés *assets*²⁸. En effet, malgré l'apparente séquentialité du processus, qui inviterait plutôt à travailler sur les plans après la finalisation des *assets*, il est techniquement possible de poursuivre des ajustements ou réaliser des modifications sur les éléments alors même que les plans sont entrés en fabrication. Cette concomitance des tâches est permise, dans une certaine mesure, par un système de référencement liant les fichiers informatiques entre eux. Des *assets* modifiés peuvent être actualisés au sein des fichiers plan mais ce jeu de dépendances nécessite un suivi rigoureux, notamment parce qu'une modification doit se propager sur l'ensemble des plans concernés.

Dès lors, on comprend qu'un projet dépassant le stade des quelques plans ordinaires suppose de repenser la fabrication et d'impliquer le système technique au-delà de son rôle d'outil de création comme support à l'organisation : le pipeline doit s'équiper d'outils transversaux dédiés, les *assets managers*²⁹, essentiels pour conserver la mémoire de ces dépendances, et anticiper l'impact des modifications sur l'ensemble du projet. Ces outils sont en quelque sorte les « scripts » de la production, garants de la continuité visuelle et assistant l'équipe en automatisant l'automatisable, par exemple la relance des calculs d'images³⁰.

²⁷ Anne-Laure George-Molland, *La Collaboration au cœur du processus de création des œuvres audiovisuelles numériques*, *op. cit.*, p. 47. Nous avons alors comparé cette fabrication à une prise de vue désynchronisée, au sens où la création de l'image nécessitait une réelle coordination des métiers travaillant pourtant à des rythmes et selon des temporalités très différentes.

²⁸ Un *asset*, littéralement traduit par *actif*, est un élément du film, comme un personnage, un décor, un accessoire, ou n'importe quel autre objet identifiable à l'image (on aurait parlé d'objets profilmiques en prise de vue réelle). Mais l'*asset* peut aussi désigner dans un sens plus large n'importe quelle ressource numérique produite ou utilisée sur le projet : fichiers 3D, textures images, et toutes leurs versions successives, courbes d'animation, cache de simulations etc.

²⁹ Flavio Perez, *Le Pipeline de l'image de synthèse : définitions et enjeux pour les œuvres collaboratives*, *op. cit.*, p. 46 ou encore Renée Dunlop, *Production Pipeline Fundamentals for Film and Games*, *op. cit.*, p. 211.

³⁰ Nous reviendrons plus amplement sur ce sujet dans la seconde partie.

Parallèlement, la complexité du pipeline se matérialise à travers la quantité de données numériques produites, partagées, sécurisées, archivées. Cette masse n'a cessé d'augmenter au cours des dernières années, pouvant atteindre plusieurs dizaines de téraoctets pour les gros blockbusters³¹. Elle demande une infrastructure physique et une logistique adaptées, présentées comme la couche inférieure du pipeline.

On comprend donc la manière dont un pipeline gagne en complexité avec l'augmentation progressive des volumes produits, qui multiplie non seulement les données et les tâches mais également l'importance de l'outil informatique au sein même de la gestion de la production. La fabrication d'un long-métrage d'animation, ou d'un nombre soudainement important de plans VFX ne peut aboutir techniquement sans un minimum de formalisation et engage de fait le studio dans une remise en question de ses méthodes de travail.

Validation, permissivité et itération

Le pipeline est jalonné de séances de validations artistiques, assurant au réalisateur de maintenir sa vision du projet, et à l'équipe de production de surveiller l'état d'avancement et la livraison dans les temps. Ces réunions, nommées *dailies* sur les grosses productions anglo-saxonnes en raison de leur périodicité quotidienne, sont le cadre institué où les employés soumettent leur travail de la veille à leur supérieur hiérarchique³². La tâche est reconduite de manière itérative avec de nouvelles instructions jusqu'à ce que le plan soit validé. Ces temps de validation procèdent en étage, les chefs de département soumettant également le travail de leurs équipes au superviseur du projet et au réalisateur. Selon Dan Bettis, un point critique concerne l'optimisation du temps passé par les chefs de poste et le réalisateur sur ces moments décisifs mais très chronophages. S'il n'est pas possible de déléguer l'arbitrage artistique, le dispositif technique peut en revanche se doter d'outils facilitateurs pour la gestion et le suivi des tâches, pour en mesurer l'avancement, prévoir les engorgements et faire des rapports aux producteurs, mais aussi pour la préparation des séances, par exemple, l'automatisation d'un montage bout à bout des séquences à valider.

L'évolution des pipelines cherche à gagner en flexibilité pour répondre à des revirements artistiques parfois extrêmement tardifs. Cela est particulièrement le cas sur les grosses productions américaines :

³¹ Voir l'introduction de Darin Grant dans Darin Grant et al., « The digital production pipeline », *op. cit.*

³² Dan Bettis, *Digital Production Pipelines: Examining Structures and Methods in the Computer Effects Industry*, *op. cit.*, p. 51.

Les studios doivent souvent se plier à des changements de dernière minute. Le montage ou autres éléments (exemple : est-ce que le méchant est comme ci ou comme ça) sont souvent laissés en suspens alors que le tournage est fini. Cela oblige à beaucoup de flexibilité dans le studio (ressources personne/machine et pipeline) pour avoir un maximum de répondant (éviter trop d'*overtime* pour que l'équipe ne soit pas lessivée et conserve aussi un maximum de créativité) mais aussi savoir dire « non » (au risque de perdre un client). L'astuce étant de dire « non mais... »³³.

La souplesse offerte par le pipeline peut entraîner une autre logique de fabrication, où, sous la contrainte du temps, les éléments jugés inachevés vont tout de même alimenter la suite du processus, l'idée étant d'itérer sur la version finale sans nécessairement affiner chaque partie qui la compose :

Parfois l'approbation d'un plan est outrepassée par la contrainte temps, la clé étant le pipeline : une version de travail en cours et tout de même publiée par un département est utilisée dans la version finale d'un autre département, soit par faute de temps, soit parce que le département suivant a finalement pu exploiter plus rapidement l'élément pour répondre à la demande du client. C'est donc important de pouvoir rapidement passer des *work in progress* aux départements situés en aval car plus les besoins sont identifiés tôt, plus la création de l'image peut aller à l'essentiel pour le projet en faisant des itérations de plus en plus rapides³⁴.

Il est intéressant de constater que cette manière d'itérer directement sur une version inachevée mais complète peut s'observer à des échelles tout à fait différentes : elle fait notamment écho à des méthodes de travail rencontrées au sein du département Arts et Technologies de l'Image³⁵, où des étudiants alimentaient leur travail de compositing³⁶ le plus rapidement et globalement possible pour savoir jusqu'où aller, à l'image d'un sculpteur esquissant la totalité de la masse puis détaillant progressivement les parties.

La décentralisation des pipelines

La dernière caractéristique du pipeline que nous souhaitons aborder concerne les situations d'éclatement des productions à travers plusieurs sites

³³ Ludovic Ramisandrana, FX Lead – Senior (*The Jungle Book*, *X-Men Apocalypse*, *The Fantastic Four*, *Guardians of the Galaxy*, *World War Z* etc.) Extrait de l'entretien mené en juillet 2018 par l'auteur.

³⁴ *Ibid.*

³⁵ Département de l'université Paris 8 spécialisé dans l'enseignement de l'image de synthèse et de toutes ses applications artistiques.

³⁶ Le compositing est l'assemblage de toutes les images 2D calculées à partir des scènes 3D. C'est l'étape « finale » de création de l'image (cf. Figure 1).

géographiques. Sans entrer dans les détails de la conjoncture mondiale, signalons simplement que le phénomène s'est vraiment développé ces dernières années, encouragé par les mécanismes de financement par coproductions internationales et les incitations fiscales³⁷. Aussi, la décentralisation des pipelines renvoie finalement à deux cas de figure : soit les studios multiplient leurs annexes à l'international, comme chez les très grands prestataires VFX, ou à des échelles plus territoriales comme certains studios d'animation français (par exemple le studio TeamTO implanté à Paris et Bourg-lès-Valence), soit les productions impliquent la collaboration de plusieurs sociétés, soulevant la problématique délicate des secrets de fabrication internes.

Dans une analyse datant de 2009³⁸, Richard Chuang et David DeBry décrivent trois modèles de production, toujours d'actualité :

- Le modèle centralisé, le plus classique, reposant sur un seul site et une infrastructure unique facilitant la maintenance technique avec l'usage d'un centre de données collectif et un réseau informatique local donc rapide. Si la structure peut s'appuyer sur un pipeline commun, et une équipe mobile en interne, elle peut comme nous l'avons vu, se complexifier progressivement par l'accueil de plusieurs projets simultanés et réclamant des pipelines individualisés. Le pipeline du studio rencontre alors comme principale difficulté le fait de devoir s'adapter à différentes échelles d'un projet à l'autre, et ceci tout autant dans sa dimension technique que dans la gestion des ressources humaines.
- Le modèle semi-distribué, couvrant les cas de figure dont nous parlions à l'instant, et qui ont pris de l'ampleur au cours des 15 dernières années : l'ouverture d'annexes géographiquement éloignées, ou encore la délégation d'une partie du travail à un autre studio. Chaque site correspond en fait à un modèle centralisé regroupant des pipelines indépendants, tant du point de vue des équipes que des outils et de l'infrastructure. Mais la collaboration implique bien entendu de développer des passerelles techniques après une réflexion méthodologique incontournable sur la découpe du processus. On peut citer parmi les enjeux principaux celui de la synchronisation des données de production ou le fait de devoir formaliser les nomenclatures.
- Le modèle entièrement distribué, dont l'émergence tient à l'évolution en matière de rapidité et de débit du réseau internet. Les services de *cloud*

³⁷ Jean Gaillard, *La Fabrication d'effets spéciaux numériques en France*, *op. cit.*

³⁸ Richard Chuang et al., « Creative collaboration: effective CG pipelines: any size, any place » in *ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Courses*, 2009, New York, NY, USA, Article 6.

*computing*³⁹ peuvent encourager les studios à déléguer leurs lourdes infrastructures de calcul à des serveurs distants (*Infrastructure as a Service* ou IaaS) et proposent également le stockage des données et des services logiciels (*Applications* et *Software as a Service* ou AaaS/SaaS). Le studio ILM a par exemple communiqué sur un prototype de pipeline complètement décentralisé pour « un studio d'effets visuels global entièrement basé sur le cloud⁴⁰ », visant à permettre à un graphiste de travailler depuis n'importe où. Une initiative similaire de Foundry (société de distribution d'une gamme de logiciels phares du secteur) vise à proposer à travers la solution Athera un service en ligne d'accès à tout un dispositif technique approprié (dans la limite des logiciels commerciaux proposés) et donc à « virtualiser » complètement les ressources utilisées : les ressources ne sont plus récupérées sur l'ordinateur local et le travail s'exécute directement sur le site distant à travers l'interface web. Cependant, les spécificités du pipeline que nous avons listées jusqu'à présent, en particulier son caractère dynamique, complexe, questionnent le potentiel réel d'un tel procédé. À l'exception des petits projets, il semble en effet difficile d'envisager une délégation complète du dispositif technique quand on voit à quel point celui-ci est intriqué aux stratégies de la structure, à l'équipe, et donne une identité spécifique au studio par son savoir-faire. Reste également des interrogations sur la protection de la confidentialité des données (images de films et fichiers sources), sujet sensible préservant le milieu d'une ubérisation des métiers.

Au terme de cette première partie, nous pouvons reposer la question de la définition du pipeline. Celle de Bettis est pertinente, et il s'agit seulement d'en proposer une légère variante soulignant l'impact des décisions humaines dans le développement : un pipeline de production peut être appréhendé comme un dispositif sociotechnique associant de façon dynamique une variété d'outils, de procédés, d'acteurs, pour répondre à la variabilité des projets artistiques traversant un studio, et à des besoins impératifs de résolution de problèmes, d'organisation, et d'optimisation de la fabrication.

Après en avoir développé les caractéristiques, il s'agit à présent de voir comment les équipes dites « techniques », plus particulièrement les départements de Recherche et Développement (R&D), sont impliqués dans son développement.

³⁹ Des fournisseurs d'accès proposent de gérer complètement l'infrastructure, les logiciels, et toute une gamme de services attenants, en vendant directement de la puissance, du stockage ou autres usages informatiques à la demande.

⁴⁰ Jim Vanns et al., « A fully cloud-based global visual effects studio » in *ACM SIGGRAPH 2016 Talks*, 2016.

L'équipe de recherche et développement au service du pipeline

Les secteurs de l'animation et des effets visuels ont depuis toujours sollicité de l'ingénierie pour répondre aux besoins technico-créatifs spécifiques des projets. On peut se remémorer par exemple que dans les années 30, l'*engineering department* du studio Disney, composé de 18 ingénieurs, Bill Garity à leur tête, concevait la fameuse caméra multiplane du studio et le *fantasound*, premier système sonore stéréophonique⁴¹. Cependant, entre les premiers dessins animés encrés à la main et les effets des dernières superproductions, l'exigence technique a bien changé. Jacques Bled, fondateur du studio MacGuff, témoigne ainsi du rapport entre création et technologie :

Le processus de fabrication évolue en permanence, à l'initiative des équipes de création qui veillent à le rendre toujours plus efficace et rapide, mais aussi grâce aux nouveaux outils proposés par notre R&D. Nous exerçons, en quelque sorte, un métier de création technologique : la créativité est conditionnée par les outils qui permettront ou non de la traduire en images animées. De fait, l'élaboration des logiciels importe presque autant que celle des éléments graphiques. Les outils doivent se perfectionner constamment, afin de devenir aussi transparents et performants que possible. Tout l'enjeu est de dégager le processus créatif de la contrainte technologique. C'est particulièrement vrai depuis que nous travaillons en 3D⁴².

À l'époque actuelle, la présence de Recherche et Développement est devenue incontournable pour dominer les technologies numériques et les mettre au service de la création. Dans cette partie, notre intérêt se porte sur la manière dont cette R&D se met en place et évolue, et sur les missions qui lui sont attribuées.

Naissance et évolution d'une R&D

En nous penchant cette fois plus spécifiquement sur les studios français, nous avons cherché à dresser rapidement une idée de la composition d'un pôle technique au regard de l'ancienneté et de la taille des studios (tableau 1), en réalisant des entretiens semi-directifs auprès de responsables ou de membres d'équipe R&D. En dehors de l'apport chiffré vis-à-vis de trois profils types identifiés dans des recherches antérieures (DEV, TD, IT), nous avons demandé une description des pôles et de leurs missions. Avant cela, il est utile

⁴¹ Frank Thomas et Ollie Johnston, *The Illusion of Life: Disney Animation*, US, Disney Éditions, 2001, p. 150.

⁴² Jacques Bled, « Mac Guff, le studio parisien qui a séduit Hollywood », *Le Journal de l'école de Paris du management*, 2014/6 (n° 110), Association des amis de l'École de Paris, 2014.

de donner quelques précisions sur les profils recherchés : les IT (techniciens informatiques) sont les responsables de l'administration et de la maintenance des systèmes informatiques (réseaux, ordinateurs, serveurs, etc.). Les développeurs (DEV) sont des ingénieurs, en général issus d'un cursus scientifique, qui conçoivent des logiciels. Enfin, les *technical directors*⁴³, ou TDs, sont des profils plus polyvalents, à mi-chemin entre le développement informatique et la création d'images, capables de réaliser rapidement de petits outils de production répondant à des besoins précis. Soulignons que ce dernier rôle, souvent jugé mal défini, a fait l'objet d'une recherche⁴⁴ menée par Pierre Lelièvre, étudiant de l'école Louis Lumière, en 2012. Ce travail très riche s'appuie sur de nombreux entretiens et sur sa propre expérience en tant que TD à Mikros Image. Les analyses qui en ressortent, bien que sans lien direct avec notre problématique, croisent et complètent abondamment notre description de la R&D.

Tableau 1

Enquête de mars 2017 *	création	DEV	TD	IT
Gros studios (101 salariés et plus)				
Macguff Illumination (~750)	1986	13	13	13
Mikros Image (Anim ~180)	1985-86	12	24	?
TeamTO (~250)	2005	14(2)	7	4
Studios moyens (de 21 à 100 salariés)				
BUF (~50)	1984-85	8**	...	2+2
Studio Hari (~80)	2006	2,5	3,5	2
Cube Creative (~100)	2002	5	3-6	2
Folimage	1981	2		
Studios de 1 à 20 salariés				
Les Fées spéciales (~20)	2015	3		
Autour de minuit	2001	2		

* depuis 2011, 120 entreprises actives sur le territoire (Audiens)

** 15 en 2013 (délocalisation de ses activités au Canada, la R&D reste en France, 2 IT sur chaque site)

⁴³ La traduction mot à mot fait du terme un faux-ami. En France, un directeur technique, équivalent du *Chief Technical Officer (CTO)*, gère l'ensemble de la technique au sein d'une société. Dans les studios d'animation et d'effets visuels, le responsable R&D fait souvent office de CTO.

⁴⁴ Pierre Lelièvre, *Définition du rôle de TD, Technical Director au sein des studios de fabrication d'images numériques*, Mémoire de fin d'études et de recherche section Cinéma, ENS Louis Lumière, 2012.

Remarquons tout d'abord que le rapport entre l'ancienneté d'un studio et l'investissement en R&D est difficile à saisir. On peut plutôt dire que chaque studio construit sa propre histoire. Si la stratégie de production est ancrée dans une fabrication plus artisanale et moins technologique (animation traditionnelle), comme dans le cas du studio Folimage créé en 1981, les besoins de support technique sont moins importants. À l'inverse, les studios français dits historiques, notamment BUF et Mac Guff, créés au milieu des années 80 dans l'optique de travailler sur « les nouvelles images⁴⁵ » ont naturellement engagé des développements pour faire face au manque de solutions logicielles adaptées à leur pratique. Dans le cas de TeamTO, le cas est encore différent, l'investissement R&D tient d'une volonté de relocaliser une partie de son activité en France⁴⁶ (2008), au contraire de la société BUF engagée plus récemment dans une politique de délocalisation.

Par contre, la corrélation est plus nette entre l'échelle de l'entreprise (traduite dans le Tableau 1 par le nombre approximatif d'employés comme indicateur du volume de production) et le renforcement de la R&D. Pour un petit studio, encore jeune ou restant volontairement peu industrialisé, les rôles se superposent très facilement au sein d'une équipe réduite, parfois sur une seule personne. L'identification d'une R&D en tant que telle n'est pas systématique et dépend de l'expérience et de la volonté des fondateurs. Par exemple, dans le cas du jeune studio Les Fées Spéciales, la politique initiale repose sur la présence forte d'une R&D pour produire à partir de l'utilisation et l'amélioration de logiciels libres⁴⁷. Mais dans de nombreux cas, l'activité assimilable à de la R&D dans les petits studios reste informelle, dispersée parmi les graphistes en production qui, confrontés à des problèmes techniques, trouvent leurs solutions :

Il semblerait que le studio a pendant longtemps eu une approche très artisanale de la fabrication 3D, avec un référent technique unique (avant 2013) et graphiste de formation, peu d'encadrement, et reposant largement sur la motivation et la débrouillardise des graphistes. Je pense que le studio y gagnait en souplesse, et que ça lui a permis d'atteindre un niveau de qualité tout à fait correct dans une économie très réduite. Malheureusement ce n'est pas un mode de fonctionnement qui passe bien à l'échelle. Avec le saut de format 78x7' puis le fait de s'attaquer à deux séries en parallèle, le studio a grossi, la communication s'est complexifiée, la cadence a augmenté, et ça a atteint ses limites : d'où le

⁴⁵ Cécile Welker, *La Fabrique des nouvelles images*, thèse de doctorat en Arts et sciences de l'art, Université Paris 3, 2016, p. 128.

⁴⁶ Jean-Baptiste Spieser, responsable R&D, TeamTO, entretien inédit mené en mars 2017 par l'auteure.

⁴⁷ « Fortes d'expériences professionnelles, Les Fées développent des outils, évolutifs, innovants et libres » [en ligne] consulté le 20 juin 2018. URL : <http://les-fees-speciales.coop>

besoin de passer à un fonctionnement plus industriel, avec un encadrement plus structuré et des départements (dont la R&D) mieux identifiés et cadrés⁴⁸.

Plus un studio se structure au rythme des volumes de production, plus les missions de l'équipe technique se précisent, et plus les différents profils s'affirment. Les ITs sont en général regroupés dans une équipe système, distincte d'une R&D regroupant les développeurs et les TDs. On observe un phénomène plus récent dans quelques gros studios français : la création de « départements TD », au sein de Mac Guff Illumination depuis *Le Lorax* (Chris Renaud et Kyle Balda, 2012), au sein de TeamTO depuis *Gus Petit oiseau, grand voyage* (Christian De Vita, 2015), et au moment de notre enquête le responsable R&D de Mikros Image précisait que « la ligne de démarcation DEV / TD [était] un sujet brûlant » sur lequel il travaillait⁴⁹.

Dans ce paysage français, la société BUF fait un peu figure d'exception : en maintenant l'usage exclusif de solutions internes depuis sa création en 1984, le studio s'appuie non seulement sur une équipe de développeurs mais aussi sur des superviseurs capables de développer eux-mêmes les boîtes à outils dédiés aux projets qu'ils encadrent, ou les scripts réclamés par les graphistes. La frontière entre les métiers est donc plus poreuse car « le boulot de "TD" c'est plutôt chaque superviseur, voire chaque graphiste, qui s'en occupe⁵⁰ ».

Missions et innovation en R&D

L'équipe R&D programme et maintient une grande diversité d'outils, tout en assurant la *hotline* sur les productions. Elle mène de front des développements engagés pour le long-terme et les impératifs réclamés par les productions. Elle oscille également entre les développements « maison » et l'appui sur des logiciels commerciaux. Pour mieux cerner le travail de la R&D, nous le décrivons répartis selon trois catégories. La troisième étant celle qui nous intéresse le plus dans le cadre de cette recherche, elle sera traitée séparément.

La première activité identifiable est le développement de logiciels métiers, visant à développer de « a à z » des outils pour les graphistes, capables d'apporter une réelle plus-value artistique, et d'être éventuellement vendus à d'autres studios. Ce sont des développements « lourds » pris en charge par les ingénieurs développeurs. Nous pouvons prendre comme exemple français le

⁴⁸ Antoine Boellinger, responsable R&D, Studio Hari, entretien mené en mars 2017 par l'auteure.

⁴⁹ Christophe Archambault, responsable R&D, Mikros Image, entretien mené en mars 2017 par l'auteure.

⁵⁰ Bérénice Antoine, graphiste, BUF, entretien mené en mars 2017 par l'auteure.

logiciel *Mood of Expression* (M.O.E.) développé par Les Films du Poisson Rouge, société de production d'animation et prises de vues réelles.

M.O.E. est un logiciel de rendu par zone permettant d'ajouter des effets de rendu à l'aide de brosses et textures. M.O.E. permet en outre de « redessiner » le cerné de l'animation. Il offre aussi la possibilité, par exemple, de gérer de façon automatique une ligne animée en pleins et déliés ou encore de retravailler une animation pour reproduire un style traditionnel (peinture, crayonné...)⁵¹.

Si les studios français historiques ont construit leur société sur leurs propres outils, rares sont à présent ceux qui s'aventurent dans cette démarche. Non seulement la maintenance a un coût, mais il est difficile de rivaliser face à la qualité et l'innovation produite par des sociétés de développement ultra-spécialisées employant des centaines de développeurs. De plus, le besoin d'une main d'œuvre abondante et opérationnelle pousse les studios à adopter les logiciels commerciaux enseignés habituellement dans les écoles et connus du plus grand nombre⁵². Les studios ont donc tendance à limiter ou à renoncer à ce type d'engagement, ou bien à le déléguer en bonne partie vers des partenaires privés. Par exemple, Caleido-scop, une scop fondée par d'anciens membres R&D, fournit ce type de prestation de service R&D pour plusieurs sociétés de production de films d'animation et de VFX. Mais ce cas rare est rendu possible par leur expertise sur les pipelines et donc leur capacité à faire du sur-mesure. Les studios peuvent aussi s'associer à des laboratoires universitaires à travers des programmes de financement FUI (Fonds Unique Interministériel) ou RIAM (Recherche et Innovation en Audiovisuel et Multimédia). L'exemple de Rumba, projet de logiciel d'animation porté par un studio (TeamTO), un laboratoire de recherche (Inria), et une société de développement de logiciels dédiés au secteur (Mercenaries Engineering), montre que cette dynamique, bien que jugée ténue⁵³ en comparaison des pratiques outre-Atlantique, existe.

La seconde activité est le développement ciblé, consistant à réaliser de petits outils ou à ajouter des scripts (techniquement plus légers que du développement d'applications complètes) sur-mesure pour les besoins artistiques d'une production. Les cas de figure sont infinis et ces développements sont rarement anticipés, réalisés « sur le pouce », la propreté et la modularité du code devenant secondaire par rapport à la réactivité nécessaire pour le projet. Cette mission est l'apanage des TDs, travaillant alors en

⁵¹ Description tirée du site 3DVF, portail communautaire francophone sur la 3D et les VFX.

⁵² Voir le témoignage de Frédéric Cros dans Pierre Lelièvre, *Définition du rôle de TD...*, *op. cit.*, p. 141.

⁵³ Synthèse des Rencontres Animation Développement Innovation, Troisième édition, 15 novembre 2017, Angoulême. Dernière consultation le 13 juillet 2018. [En ligne]. URL : https://www.rencontres-animation-formation.org/synthese_2017

interaction directe avec les graphistes, à moins d'être eux-mêmes déjà impliqués dans la fabrication et donc directement concernés par l'usage de l'outil. Une belle analogie a été illustrée par Dorian Fevrier, à l'époque de son travail en tant que TD sur *Les Contes de la Nuit* (Ocelot, 2011). On y voit un navire, immergé au trois quarts, qui parvient difficilement à la berge (Figure 2). Le TD se représente à de multiples endroits de la cale, rafistolant la coque ou remplaçant un pilier sur le point de s'effondrer. Le « pipeline d'origine » est désigné comme une étroite partie du fond de cale, progressivement renforcée par un amas de petits éléments disparates. Ce dessin pointe le travail de l'ombre des TDs, sauvant les situations dans la plus grande discrétion.

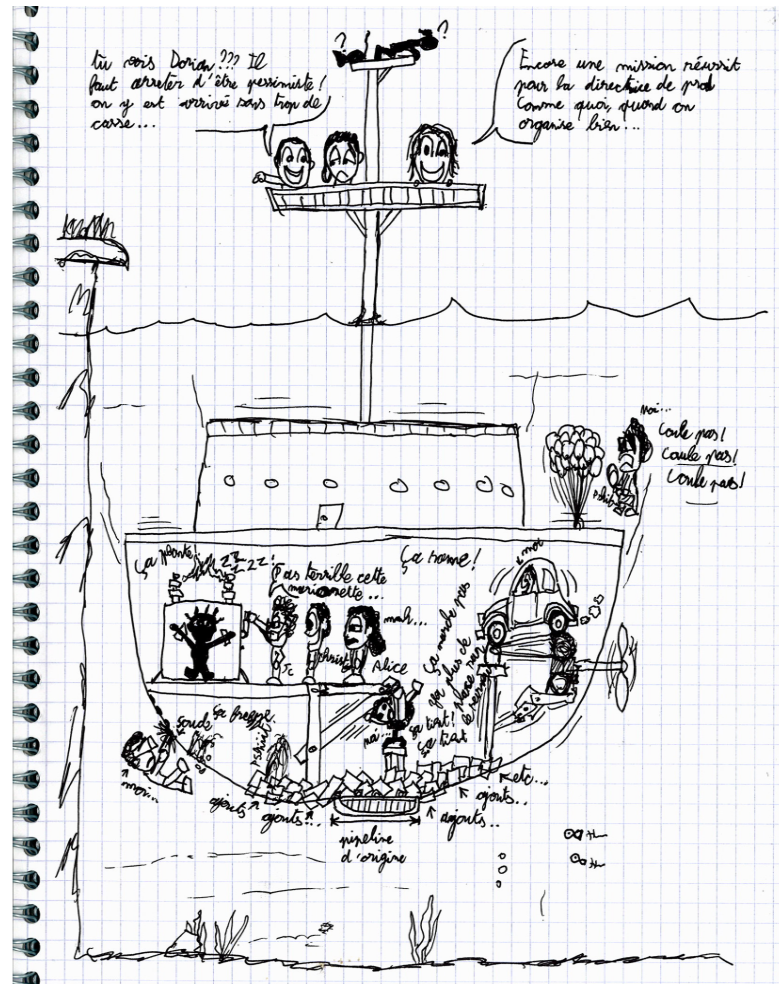


Figure 2 : Illustration du travail de TD par Dorian Fevrier

On comprend que l'objectif des développements ciblés est de trouver rapidement une solution à un besoin d'optimisation ou de nouvelles fonctionnalités. Le travail des TDs s'apparente beaucoup à du bricolage ou du rafistolage, et peine donc à être pérennisé, ceci d'autant qu'il cadre avec un pipeline de projet spécifique. Mais, si le besoin se répète, ou s'il est identifié progressivement comme une brique utile à ajouter au pipeline, le développement peut être refait au propre, retravaillé, pour être pleinement intégré au studio :

J'ai écrit ce truc-là négligemment comme un script rapide pour déboguer une séquence d'images rendues sur le projet *Antartica*, et je l'ai ensuite nettoyé pour sa forme actuelle, plus pratique, plus portable, utilisable par d'autres, documenté, bref mieux designé. Mais aussi, j'ai l'intention de le réécrire en version *standalone*, indépendamment de Blender, qui n'est pas vraiment adapté pour ça⁵⁴.

Un développement ciblé peut donc devenir l'ébauche d'un développement de logiciel métier vu précédemment, les développeurs travaillant bien souvent selon des cycles itératifs pour confronter très rapidement l'outil à son utilisation en production.

L'accompagnement structurel de la R & D : les outils de pipeline

Abordons enfin l'innovation que nous pourrions qualifier d'indirecte, puisqu'elle ne porte pas sur les images, mais sur tout le dispositif permettant d'aboutir à leur création : l'innovation portant sur le pipeline. Notre connaissance des outils de pipeline s'appuie sur trois expériences professionnelles. Les deux premières sont largement rapportées dans la thèse⁵⁵ et témoignent finalement du changement d'échelle comme élément déclencheur de la réflexion sur la formalisation du pipeline : la fabrication du premier long-métrage d'animation 3D français au sein du studio Chaman en 2000, et l'augmentation rapide du volume de production du studio Def2Shoot entre 2004 et 2007. La troisième est une expérience plus transversale sur la tentative menée il y a une dizaine d'années par plusieurs studios d'animation et d'effets visuels français désireux de rassembler leurs efforts R&D autour de la

⁵⁴ Extrait d'un échange par courriel en juillet 2018 avec Damien Picard, TD et doctorant en convention CIFRE au sein du studio Les Fées Spéciales. Un logiciel *standalone* est une application autonome, à la différence donc d'une fonction ajoutée à un logiciel existant. Blender est un logiciel 3D libre.

⁵⁵ Anne-Laure George-Molland, *La Collaboration au cœur du processus de création des œuvres audiovisuelles numériques*, op. cit.

création d'un modèle collaboratif de gestion de production. L'enjeu économique de ce projet d'envergure HD3D-IIO⁵⁶, était de pouvoir accueillir sur le territoire des films de plus grande ampleur en les envisageant selon un modèle de production distribuée entre les studios français partenaires.

Notre but n'est pas ici de lister des outils de pipeline déjà très bien documentés dans plusieurs écrits cités précédemment⁵⁷. Ils répondent tous à des problématiques finalement assez similaires : l'organisation et le suivi des *assets*, la fluidification des échanges, la centralisation des informations, l'optimisation des processus, par le biais de nombreuses petites automatisations sur l'ensemble de la chaîne. Prenons tout de même un rapide exemple, parmi les plus courants, comme l'outil dédié à la mise aux normes automatique des noms de fichiers. Cette procédure doit s'opérer sans gêner le graphiste, en toute transparence, au moment où ce dernier sauve pour la première fois son travail. Une nomenclature soigneusement déterminée et appliquée « mécaniquement » garantit une organisation collective cohérente, et surtout la possibilité de programmer d'autres automatisations. Par exemple, si le nom de fichier contient le numéro de la séquence et du plan, un programme procédant au montage des séquences d'animation avant une séance de validation retrouvera aisément les fichiers concernés et compilera automatiquement les images.

Si les studios s'attellent par ces outils à des problématiques relativement communes, ils répliquent cependant par des approches aussi spécifiques que peuvent l'être leur pipeline, suivant les configurations logicielle, matérielle, structurelle déjà choisies. Sur le projet HD3D-IIO, les réunions entre les équipes R&D rendaient compte d'un investissement très soutenu dans l'ensemble des studios, tourné vers des réponses essentiellement propriétaires⁵⁸, pour lier les différentes briques techniques constitutives du savoir-faire de la structure et faire circuler plus aisément les données. Les développeurs utilisent parfois le terme de *glue code* pour désigner tous ces composants glissés dans les interstices de la fabrication. On peut dire que chaque studio avait inventé plus ou moins les mêmes roues, sous l'angle des

⁵⁶ Le projet HD3D-IIO (Initiative pour une Industrie Ouverte) du pôle de compétitivité Cap Digital, né en 2005, rassemblait des studios (Duran Duboi, Macguff, Mikros, TeamTO, 2 minutes) autour d'un ambitieux programme de plate-forme logicielle collaborative, dédiée à la gestion de production. Le projet a mobilisé un effort de recherche et développement de plus de 1.500 hommes-mois et un budget de 17,3 millions d'euros.

⁵⁷ Se référer à Anne-Laure George-Molland (2007), Renée Dunlop (2014) et Flavio Perez (2017) pour des descriptions détaillées de ces types d'outils.

⁵⁸ Les solutions commerciales éprouvées ne sont en général pas conservées, ou de façon très circonscrite comme le cas du logiciel Shotgun qui a su s'imposer dans plusieurs studios pour le suivi de production.

spécificités de leur entreprise. Cet investissement R&D se justifie d'autant mieux que ces outils transversaux, installés sur l'ensemble du parc informatique, nécessiteraient un déploiement au coût prohibitif s'il s'agissait de logiciels tiers.

L'usage d'outils à des fins de rationalisation des processus et de meilleur pilotage de la production n'est pas spécifique au secteur étudié. L'engouement pour les TIC a incité de nombreuses entreprises à s'équiper de progiciels de gestion intégré, ou ERP, des systèmes d'information assez proches, conçus et vendus par des sociétés de service, paramétrés ensuite pour les spécificités du client⁵⁹. Le caractère spécifique et dynamique des pipelines des studios d'animation et d'effets visuels montre bien la cohérence d'une prise en charge de la problématique par une R&D interne experte par son approche métier et capable d'une grande réactivité.

Les outils de pipeline impliquent l'ensemble de la R&D, à la fois des développeurs lorsqu'il s'agit d'applications complètes à coder, comme peuvent l'être les *assets managers*, et les TDs pour des développements plus légers. Mais à la question du pilotage, la réponse reste souvent plus évasive. Pierre Lelièvre relève que « l'incarnation de la prise de décisions concernant le pipeline est tout ce qu'il y a de plus flottant. Suivant la taille de la structure et d'une société à l'autre, les personnes qui conçoivent le pipeline vont être très différentes⁶⁰ ». Il rapporte surtout que la R&D, souvent seul département à avoir un regard transversal sur les productions et les départements, finit par se retrouver étroitement mêlé à la gestion du pipeline alors que son rôle devrait en théorie se limiter à la fabrication des outils répondant à des besoins. Sont également impliqués dans la réflexion les superviseurs de projet, parfois un superviseur général dans les structures les plus grosses, et les dirigeants bien souvent au fait des enjeux de la fabrication et bénéficiant également du recul sur l'ensemble des productions. On peut remarquer enfin dans le dernier témoignage qu'un membre de la R&D prenait la liberté d'imaginer retravailler son code pour l'intégrer au pipeline. Cela renvoie à l'idée que dans certaines petites structures, le pipeline s'érige progressivement comme l'élaboration conjointe de ceux qui peuvent techniquement ajouter leur pierre à l'édifice, sans réelle règle de cohérence ou de priorité.

Bien entendu, la situation des pipelines décentralisés évoquée en première partie complique le travail de R&D, ceci d'autant que les structures « partenaires » se côtoient sur un marché très concurrentiel. Nous pouvons reprendre l'exemple donné pour vulgariser la situation devenue habituelle des

⁵⁹ Denis Segrestin et al., *Le Mythe de l'organisation intégrée, les progiciels de gestion*, Presses Universitaires du Mirail, 2004.

⁶⁰ Pierre Lelièvre, *Définition du rôle de TD...*, *op. cit.*, p. 44.

« mariages forcés » entre grands studios anglo-saxons : celui de la collaboration entre les studios Moving Picture Company et Framestore sur le film *Gardian of the Galaxy* (James Gunn, 2014), chacun travaillant sur les plans rattachés à un personnage spécifique, respectivement Groot l'extraterrestre végétal et Rocket Raccoon le raton laveur, mais amené à devoir reproduire une version absolument identique de l'autre personnage lorsque les plans contenaient les deux. Nous avons alors souligné l'importance des formats de fichiers ouverts⁶¹ permettant d'échanger certaines informations tout en préservant la confidentialité de la méthode utilisée. En France, le projet HD3D s'annonçant avant tout comme un projet de mutualisation R&D, il se confrontait probablement à la réticence des chefs d'entreprise à dévoiler leur approche du pipeline de fabrication ou à assigner des ressources. Mais le paradoxe, d'ailleurs très bien soulevé par Flavio Perez et Dorian Février lors des dernières RADI⁶², est que les recettes n'ont rien de si confidentiel, surtout lorsqu'on constate que même les R&D, bénéficiant pourtant de contrats plus stables que les graphistes intermittents du spectacle, sont animées et reconfigurées régulièrement par la circulation de leurs employés. D'ailleurs, plusieurs responsables R&D, après des dizaines d'années passées au sein d'un studio, se retrouvent à la tête de la R&D de la structure concurrente. La confidentialité des pratiques est donc à relativiser et cette prise de conscience peut faire évoluer les studios vers des stratégies de collaboration basées sur de l'open source⁶³.

Au terme de notre étude, nous pouvons donc affirmer à présent que la Recherche et Développement, en dehors des innovations portant sur l'image, joue également un rôle essentiel dans la structuration du studio. En France, ce phénomène s'est beaucoup accentué depuis une quinzaine d'années, favorisé à la fois par un investissement R&D trop faible pour espérer concurrencer les gros éditeurs logiciels spécialisés, et surtout par l'évolution des volumes de production dans le secteur de l'animation.

La réalité que recouvre la fabrication contemporaine des films d'animation et des effets visuels, peu documentée, nécessitait un éclaircissement : nous sommes donc partie du concept de pipeline, car ce terme métier, de prime abord confus par son extension, permet au fond une conscience globale des enjeux qui animent ces secteurs. Nous avons pu dresser des caractéristiques de ce pipeline et parvenir à une définition mettant en valeur une imbrication

⁶¹ Anne-Laure George-Molland, « La fabrication des effets spéciaux numériques » in Réjane Hamus-Vallée (dir.), *Effets Spéciaux Crevez l'écran !*, Paris, Éditions de la Martinière, 2017, p. 132-141.

⁶² Actes des Rencontres Animation Développement Innovation, Troisième édition, 15 novembre 2017, Angoulême. Dernière consultation le 13 juillet 2018. [En ligne]. URL : https://www.rencontres-animation-formation.org/synthese_2017

⁶³ Synthèse des Rencontres Animation Développement Innovation, *op. cit.*

dynamique entre la stratégie du studio et les outils techniques. Au cœur de cette articulation, l'équipe de Recherche et Développement fournit non seulement un service d'innovation technologique mais aussi une « glue » capable de faire tenir le système technique d'un seul tenant, d'optimiser son efficacité et de le rendre plus transparent pour les artistes, tout en répondant activement aux besoins soulevés par les différents projets.

Nous avons pu également mettre en avant que les questions de pipeline, qui existent de façon latente dans toute production, surgissent réellement à la fois dans les discours et les formes, dès qu'un studio développe une activité plus industrialisée. Ce terme peut faire grincer des dents dans un secteur qui revendique une pratique artisanale, et ceci légitimement puisqu'à la différence d'une industrie manufacturière, le facteur humain reste ici déterminant. Les acteurs pourraient probablement s'entendre sur la formulation d'« artisanat industriel » (proposé initialement par Yves Deforge pour le design numérique).

Ajoutons pour finir que la R&D souffre paradoxalement d'un manque de main d'œuvre : en cause des formations spécialisées quasi-inexistantes, des salaires qui rivalisent mal avec les autres secteurs recrutant des informaticiens, mais également un manque de communication sur ces métiers très techniques, qui n'encourage donc pas les vocations. Nous rejoignons donc les propos de Jean Gaillard⁶⁴ sur le besoin d'améliorer la reconnaissance publique et professionnelle de ces secteurs, et ajoutons à cela la nécessité de sortir de l'ombre les métiers les plus techniques et cependant indispensables à la création des images.



Bibliographie

BETTIS Dan, *Digital Production Pipelines: Examining Structures and Methods in the Computer Effects Industry*, Mémoire de master (Thesis) en Visualization Sciences (Architecture), Texas A&M University, 2005.

DUNLOP Renée et al., *Production Pipeline Fundamentals for Film and Games*, Focal Press, 2014.

⁶⁴ Jean Gaillard, *La Fabrication d'effets spéciaux numériques en France*, rapport du CNC, [En ligne], mis en ligne le 22 juin 2016, p.109, dernière consultation le 5 juillet 2018. URL : <http://www.cnc.fr/web/fr/rapports/-/ressources/9672382>.

GAILLARD Jean, *La Fabrication d'effets spéciaux numériques en France*, rapport du CNC, [En ligne], mis en ligne le 22 juin 2016, p. 6, dernière consultation le 5 juillet 2018. URL : <http://www.cnc.fr/web/fr/rapports/-/ressources/9672382>.

GEORGE-MOLLAND Anne-Laure, *La Collaboration au cœur du processus de création des œuvres audiovisuelles numériques : analyse des transformations apportées par le développement des technologies et par l'évolution des savoir-faire*, thèse sous la direction de Marie-Hélène Tramus, Université Paris 8 Vincennes – Saint-Denis, 2007, p. 95.

LELIÈVRE Pierre, *Définition du rôle de TD, Technical Director au sein des studios de fabrication d'images numériques*, Mémoire de fin d'études et de recherche section Cinéma, ENS Louis Lumière, 2012.

PEREZ Flavio, *Le pipeline de l'image de synthèse : définitions et enjeux pour les œuvres collaboratives* [En ligne]. Mémoire de Master Création numérique parcours Arts et Technologies de l'Image Virtuelle, Université Paris 8, Dernière consultation le 18 septembre 2017. URL : <http://flavioperez.com/blog/fr/2017/09/le-pipeline-de-limage-de-synthese/>.