

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ARTS

PAR

FRANÇOIS LORD

VOYAGE ENTRE LE RÉEL ET L'ABSTRAIT

OCTOBRE 2012

Résumé

L'animation 3D est une méthode de création artistique qui requiert beaucoup de connaissances techniques. Le créateur doit non seulement maîtriser l'outil informatique (l'ordinateur et le logiciel utilisé), mais il doit également connaître les bases de plusieurs techniques concernant les métiers du cinéma. L'animation 3D a subi une évolution très rapide et complexe ces dernières années tant en ce qui se rapporte aux aspects techniques qu'en ce qui concerne les possibilités offertes. Un artiste qui désire produire une œuvre à l'aide de cette méthode va d'abord réaliser plusieurs essais successifs et conserver ensuite les éléments qui traduisent au mieux son inspiration. Une autre possibilité pour cet artiste est celle qui consiste à utiliser d'emblée le langage à partir duquel les logiciels sont conçus : le langage des mathématiques. Pour la réalisation de mon projet de maîtrise, c'est cette deuxième possibilité que j'ai choisie.

L'animation 3D est habituellement utilisée dans la création d'univers et de personnages très réalistes ou du moins suffisamment figuratifs, mais pour ma part c'est l'art abstrait qui a fondamentalement nourri mon inspiration. La combinaison de l'abstrait et des mathématiques est peu commune en animation 3D, c'est pourquoi je m'y suis intéressé. Je parlerai d'abord de l'origine du projet et de mon inspiration. Ensuite, je développerai mon propos au sujet de ma position en tant

que créateur par rapport aux travaux des auteurs qui m'ont précédé. Puis j'exposerai la teneur de ma motivation. Et enfin, je terminerai en parlant de ma démarche personnelle et technique.

Table des Matières

Résumé.....	ii
Introduction.....	1
1 L'ORIGINE.....	4
2 MA POSITION.....	6
2.1 Art Technique.....	6
2.1.1 Les Origines Informatiques.....	6
2.1.2 Outil d'Exécution.....	8
2.2 Créateurs Antérieurs.....	11
2.2.1 Yoichiro Kawaguchi.....	11
2.2.2 Murat Pak.....	13
2.2.3 Eric Mootz.....	13
2.3 Ma Motivation.....	14
2.3.1 Le processus de conception	14
2.3.2 Idée / Image.....	16
2.4 Pourquoi l'Animation 3D.....	19
2.4.1 Les Difficultés.....	20
2.4.2 Les Avantages.....	25
3 MA DÉMARCHE.....	35
3.1 Immersion.....	35

3.1.1 La Caméra Réelle.....	35
3.1.2 Stéréoscopie.....	37
3.1.3 Présence Continue.....	40
3.2 Les Mathématiques.....	41
3.3 Aléatoire.....	42
3.4 Description de l'oeuvre.....	43
4 CONCLUSION.....	46
BIBLIOGRAPHIE.....	50

Table des Figures

Figure 1: Untitled, de Roland Poulin, avril 2006.....	5
Figure 2: Festival, Yoichiro Kawaguchi, 1992.....	14
Figure 3: Masnavi, Murat Pak, 2009.....	16
Figure 4: emFlock Demo, Eric Mootz, 2011.....	17
Figure 5: Diagramme des Axes.....	22
Figure 6: Quaternions.....	25
Figure 7: Compositing.....	28
Figure 8: Perspective Automatique.....	30
Figure 9: Types de lumière.....	34
Figure 10: FCurve.....	37
Figure 11: Mouvement de caméra continue.....	45

Introduction

L'animation 3D existe depuis plusieurs années déjà. Elle est maintenant connue du grand public grâce aux effets visuels ultra-réalistes qu'elle a apportés, entre autres, au cinéma et aux films d'animation désormais produits, pour la plupart, à l'aide de cette technologie. L'animation 3D s'est également fait connaître par le biais des jeux vidéo, de plus en plus populaires. Elle est aussi utilisée en imagerie pour la publicité, l'architecture, la science, etc.

En dehors de ses applications commerciales, l'animation 3D se veut aussi le mode d'expression de quelques artistes ayant bravé les difficultés techniques que cette aventure représentait. Ces difficultés forment une barrière de taille, au point où plusieurs y voient un obstacle empêchant l'animation 3D de se hisser au rang d'art en bonne et due forme. D'autres affirment que les possibilités de cette forme de création sont si vastes qu'elle a pleinement sa place dans le domaine des arts. Je ne me lancerai cependant pas dans un tel débat dans le cadre de ce mémoire. Je me contenterai plutôt d'explorer lesdites difficultés techniques, tout en tentant de comprendre comment est-ce qu'un artiste peut parvenir à créer en établissant une conversion mentale entre l'image et les divers concepts mathématiques et informatiques qu'elle représente.

La plupart des logiciels de création de contenu numérique sont conçus pour faciliter le travail de l'utilisateur en lui présentant des concepts imagés extraits du monde réel, passablement éloignés des mathématiques théoriques. Pourtant, les concepteurs de ces logiciels doivent continuellement travailler en utilisant des principes et formules mathématiques puisque ces principes et formules constituent les bases mêmes de l'informatique. Les concepteurs créent l'interface usager servant de « traducteur » entre l'utilisateur (l'artiste) et la machine. Un artiste peut-il éviter cette « traduction » en s'adressant directement à l'engin central de l'ordinateur? En lui fournissant, par exemple, des instructions bien précises visant à lui faire produire des images que l'on pourrait considérer comme étant artistiques?

De telles images ne pourraient être des reproductions fidèles de toiles des grands maîtres de la Renaissance, pas davantage que des images photo réalistes de paysages à couper le souffle. Non, ces images appartiendraient plutôt au monde du non-figuratif. Elles contiendraient cependant les qualités principales propres à l'animation 3D, c'est-à-dire qu'elles pourraient refléter les indices du monde réel conjugués avec les divers comportements de la lumière, la perspective, ou encore certains mouvements obéissant aux forces de la nature. Bien entendu, toutes ces caractéristiques du réel sont simulées par l'ordinateur. L'artiste doit bien les maîtriser s'il souhaite les convertir dans le langage mathématique.

C'est en suivant cette direction que je progresse. Mon œuvre évolue entre le réel et l'abstrait, sans jamais tomber ni dans l'un, ni dans l'autre. Elle se situe donc quelque part dans le non-figuratif. Dans le but de contourner les limitations engendrées par le processus de traduction imposé aux utilisateurs par les concepteurs de logiciels de création 3D, j'essaie autant que possible d'éviter l'utilisation des techniques habituelles d'affichage visuel utilisées en création 3D. Pour ce faire, j'ai plutôt opté pour l'emploi des mathématiques. J'ai créé un court métrage d'animation qui, selon les syntagmes de Christian Metz, représente un plan autonome.

1

L'ORIGINE

Lors d'une visite à l'atelier de lithographie de l'université Concordia, j'ai eu la chance de découvrir plusieurs œuvres picturales appartenant à diverses formes de l'art. L'une d'entre elles a particulièrement attiré mon attention. C'était une œuvre sans titre de Roland Poulin. Il s'agit d'une toile blanche et carrée d'environ 45 centimètres de côté sur laquelle l'artiste avait tracé cinq bandes noires verticales d'une largeur d'environ cinq centimètres chacune et d'à peu près vingt centimètres de longueur. Ces bandes n'étaient pas réparties pareillement sur la surface de la toile, certaines étaient plus hautes que d'autres et il y en avait trois d'un côté et deux de l'autre. Une sixième bande, plus large que les autres, venait couvrir le centre en chevauchant une des bandes minces. Au premier regard, l'œuvre abstraite n'avait pas grand-chose à m'offrir, à l'exception de cette structure minimale : les bandes sont toutes alignées dans le même sens. Cependant, après quelques secondes d'observation, j'ai réalisé que cette toile présentait un équilibre visuel remarquable et je fus séduit par ce que je voyais sans toutefois pouvoir en saisir la raison. En la regardant plus longuement, j'ai compris que la disposition des bandes n'avait pas été faite au hasard. Si l'encre noire avait eu une masse

importante et que la toile avait été fixée au mur par un clou pivotant au centre, la toile se serait quand même tenue en parfait équilibre, bien droite comme elle avait été conçue.



Figure 1: Untitled, de Roland Poulin, avril 2006
L'œuvre qui a déclenché mon cheminement
créatif.
Source : stingereditions.com

Cette œuvre, dite abstraite parce qu'elle ne représente rien de ce qui appartient au monde réel, respecte tout de même les règles d'équilibre et du levier qui elles, proviennent du réel. Bien que l'artiste ait choisi de représenter autre chose que ce qui existe dans le monde qui l'entoure, il a décidé de conserver certaines règles appartenant à ce monde, rendant ainsi l'appréciation de l'œuvre accessible à un plus grand nombre d'observateurs.

La règle d'équilibre n'est pas un concept très figuratif. On pourrait choisir un concept plus facile à représenter, comme, la perspective par exemple. Un artiste qui utiliserait la perspective pour dessiner des formes et des lignes qui ne correspondent à rien dans la réalité serait quand même en train d'exécuter une œuvre qui serait considérée comme abstraite. Mais un artiste qui utiliserait les règles d'éclairage et d'ombrage sur des volumes imaginaires produirait-il lui aussi de l'art abstrait? Jusqu'à quel point peut-on emprunter des éléments du réel pour produire de l'art en animation 3D et continuer à décrire cela comme de l'art abstrait?

2

MA POSITION

2.1 Art Technique

2.1.1 Les Origines Informatiques

L'animation 3D est une méthode de création très récente si on la compare aux formes d'art plus classiques comme la peinture ou la sculpture. Apparue vers la fin du XXe siècle, elle n'a pas été inventée par des artistes, mais par des informaticiens qui exploraient de nouvelles voies de création. À l'époque, il n'y avait pas d'interface usager pour faire la traduction des concepts mathématiques et informatiques en concepts artistiques comme le point, la ligne, la forme ou le volume. Avant de s'aventurer dans les méandres du logiciel d'infographie, l'utilisateur devait s'imposer une planification préalable sur papier et produire toute la traduction des concepts pour l'ordinateur avant de lui fournir les données décrivant la scène qu'il souhaite réaliser. Ensuite, l'utilisateur devait attendre un temps indéfini et souvent très long avant d'obtenir une image qui respecte à la lettre ses instructions avec, bien entendu, toutes les erreurs qui s'y seraient glissées et qu'il lui faudra corriger. Cette démarche complexe et technique se révélait très

désagréable pour les artistes habitués à une plus grande instantanéité des arts traditionnels. Seuls quelques artistes intéressés aussi par les mathématiques se risquaient dans l'exploration de l'infographie 3D pour produire des images et des films qui étaient vus par plusieurs comme de simples expérimentations. Les travaux de George Nees et d'Edwin Catmull aux États-Unis ou ceux de René Jodoin au Québec, se sont démarqués dans les années 1960, 1970 et 1980.

Heureusement, tout cela a bien changé dans les années qui suivirent et les concepteurs de logiciels ont compris que pour attirer les artistes, l'interaction avec l'ordinateur devait être simplifiée. Au début des années 1990, malgré le coût exorbitant des appareils et des logiciels, leur facilité d'utilisation avait été grandement simplifiée. Les compagnies œuvrant dans la publicité ainsi que le cinéma se sont mis à embaucher des artistes ayant une formation en sculpture, en peinture, en éclairage ou en photographie, et les former à utiliser le logiciel pour apporter leur savoir-faire et leur sens esthétique dans le monde virtuel. Suite à ce progrès considérable, plusieurs personnes pensaient que l'animation 3D deviendrait si facile et si accessible que n'importe qui pourrait insérer dans ses films des effets visuels aussi impressionnants que ceux du film *Jurassic Park*. Vingt ans plus tard, on constate que cette technologie est devenue certes plus accessible, mais elle est encore loin d'être à la portée de tous. De plus, la difficulté augmente à chaque année avec les mises à jour continues des logiciels. Depuis le début des

années 2000, les logiciels et les ordinateurs sont devenus si abordables que tout adolescent peut s'adonner à l'animation 3D sur son ordinateur personnel. Pourtant, les bons artistes se comptent encore sur les doigts d'une seule main à la sortie des programmes d'infographie dans les écoles, tant et si bien que les compagnies peinent toujours à embaucher un artiste qualifié chaque année.

2.1.2 Outil d'Exécution

Plusieurs raisons peuvent expliquer cette lourdeur. La raison la plus évidente est que, pour créer la moindre œuvre, l'infographiste doit commencer devant une page blanche, ou plutôt ici, un univers virtuel vide. Il doit créer de toutes pièces chaque aspect du monde 3D ou de la scène qu'il a en tête. Ainsi, si on compare le travail de l'infographe 3D à celui d'une équipe de cinéma qui prépare un plateau de tournage, on réalise qu'il se retrouve dans les souliers de tous les membres de l'équipe et que sa tâche dépasse celle de l'ensemble de l'équipe cinématographique. Il doit construire (modéliser) tous les objets de la scène et les peindre (texturer) pour leur donner l'apparence désirée, il doit jouer le rôle de l'acteur (animer) en reproduisant tous les mouvements du corps et du visage pour faire ressortir la bonne émotion. Il doit également placer ses éclairages et sa caméra de la même façon que le ferait le directeur de photographie et produire le bon mouvement de caméra s'il y a lieu. Il doit aussi indiquer à l'ordinateur les propriétés physiques et optiques de toutes les matières et surfaces présentes dans la

scène comme le plastique, le bois ou le métal qui réagissent tous à la lumière d'une façon typique et très différente.

Ce dernier point explique au mieux la difficulté d'utilisation de l'animation 3D. En effet, techniquement parlant, l'animation 3D offre les meilleurs outils de création pour représenter la réalité de façon virtuelle et la plupart des gens désirent l'utiliser précisément dans ce but. Le problème c'est que la réalité est très complexe. Alors que l'accessoiriste du plateau de tournage peut aller chercher une lampe au magasin du coin pour décorer une pièce, l'artiste 3D devra de son côté, concevoir la lampe, en choisir les composantes, la méthode de fabrication et les traces visibles qu'elle peut laisser, son âge apparent, son usure, la densité des matériaux, la réflectivité des métaux et des plastiques, la transparence et la translucidité des parties plus minces, etc. Ce processus est très long et demande énormément de patience et beaucoup de connaissances techniques.

Un autre aspect de l'animation 3D la rendant si hostile aux artistes est que tout ce pouvoir de création impose une complexité aux logiciels qui doivent se compartimenter en modules spécialisés tout en maintenant une uniformité de langage pour l'artiste. Les logiciels comme *Maya* ou *Softimage* peuvent contenir des milliers de commandes réparties dans des centaines de menus, parfois bien cachés, ce qui rend l'apprentissage long et ardu. Marcin Sobieszczanski, dans son

ouvrage *Éléments d'Esthétique Cognitive*, renchérit sur ces propos concernant la complexité du travail 3D en écrivant :

L'espace chromatique encodé numériquement est lié à la performance lumineuse (chromatique) par l'algorithme de simples fonctions algébriques. Si les autres parties du dispositif préparent les conditions génériques de l'expérience esthétique, l'écriture de l'algorithme en donne une série d'exemplifications. C'est là où, dans le cadre d'une typologie, s'exerce la liberté créatrice de l'artiste. Mais, la manipulation des valeurs de cet algorithme, de ses expressions autorisées par sa syntaxe, sous-entend l'existence d'au moins trois langages différents. Un qui commande la prise sur le modèle de l'espace chromatique mémorisé par la machine, un autre qui règle la concordance des termes de l'espace chromatique et de l'affichage, et, enfin, un langage traduisant une algèbre élémentaire en opération sur les éléments de performances visuelles du dispositif. Si le geste artistique s'introduit dans la machine par le biais des fonctions algébriques, le travail du peintre consiste donc à traiter par une algèbre l'espace non linéaire des perceptions visuelles de son dispositif de production plastique.¹

En résumé, Sobieszczanski nous parle de trois façons différentes d'interfacer avec la machine pour un artiste. La première relève de la traduction de la mémoire de l'ordinateur en image à l'écran. La deuxième assure une convention des valeurs mathématiques pour traduire en affichage (ce qui utilise les espaces-couleurs). Et la troisième correspond à la génération des données elles-même qui serviront à constituer l'image. Chacune de ces méthodes représente un obstacle potentiel pour un artiste, surtout s'il ne les maîtrise pas adéquatement.

Ces obstacles à la création par l'infographie 3D ne sont pas seulement valables pour l'élaboration d'images réalistes, mais aussi pour toutes les autres formes d'images figuratives ou non. La maîtrise de l'outil et des concepts infographiques est essentielle pour l'artiste qui veut retranscrire en image ce qui

1 Marcin Sobieszczanski, *Éléments d'esthétique cognitive*, L'Harmattan, 2000, page 298

l'inspire. Autrement dit, il est condamné à procéder par tâtonnements successifs avec les différentes fonctions du logiciel, une démarche qui peut s'avérer plus frustrante que créative. L'animation 3D a toujours été difficile à maîtriser et elle le restera sans doute encore longtemps. Les artistes qui affectionnent l'expressivité instantanée qu'offre l'art abstrait traditionnel ont pris leurs distances par rapport à cet outil foncièrement plus mathématique et plus technique que leurs toiles et leurs pinceaux. La plupart des jeunes artistes qui se lancent dans l'infographie 3D ont tendance à préférentiellement explorer les aspects plus cinématographiques du médium. Certains iront vers un réalisme très poussé, d'autres vont persévérer dans le cadre du dessin animé, mais ils restent presque tous dans le monde du figuratif narratif. Les créateurs d'art abstrait utilisant l'infographie 3D restent rares depuis l'apparition de la technique, mais quelques-uns s'y sont trouvé tout de même une place bien à eux.

2.2 Créateurs Antérieurs

2.2.1 Yoichiro Kawaguchi

Le SIGGRAPH est le grand rassemblement mondial de tous les spécialistes de l'animation 3D, autant pour les informaticiens que pour les artistes créateurs. Quiconque désire installer sa marque dans le domaine de la 3D doit y présenter ses œuvres dans le cadre de l'Electronic Theater, et plus exactement dans la collection

des meilleurs films d'animation 3D de l'année. C'est ce que Yoichiro Kawaguchi a fait chaque année entre 1982 et 1996. Ses films sont presque entièrement réalisés par le biais d'algorithmes informatiques qu'il appelle « évolutifs ». Son « GROWTH model » est une série de formules mathématiques récursives, c'est-à-dire des formules qui peuvent contenir une copie complète d'elles-mêmes et se répéter à l'infini pour créer des détails à l'image tant que l'ordinateur a de la mémoire libre pour l'autoriser. Ces formules sont conçues sur un modèle génétique qui permet à l'artiste de définir une forme de base et laisser l'ordinateur modifier cette forme pour arriver à un résultat final qui reflète fidèlement le temps qui s'écoule et qui ne soit pas un simple produit de l'imagination de l'auteur.

Bien que le caractère organique soit très présent dans son travail, ses œuvres évoluent dans un abstrait très éclaté. D'abord, le choix et l'agencement des couleurs semblent tous les deux aléatoires. La lumière semble provenir de partout en même temps et les objets illustrés sont à la fois réfléchifs et luminescents. Plusieurs de ses œuvres présentent des formes dont le volume est en perpétuel changement. L'utilisation abondante de «blobs»² rappelle vaguement le mouvement de gouttes d'eau en apesanteur.

2 Blob : Surface lisse et continue qui relie plusieurs sphères à proximité les unes des autres. Le terme est inspiré d'un film américain du même nom où une créature difforme avale tout sur son passage.

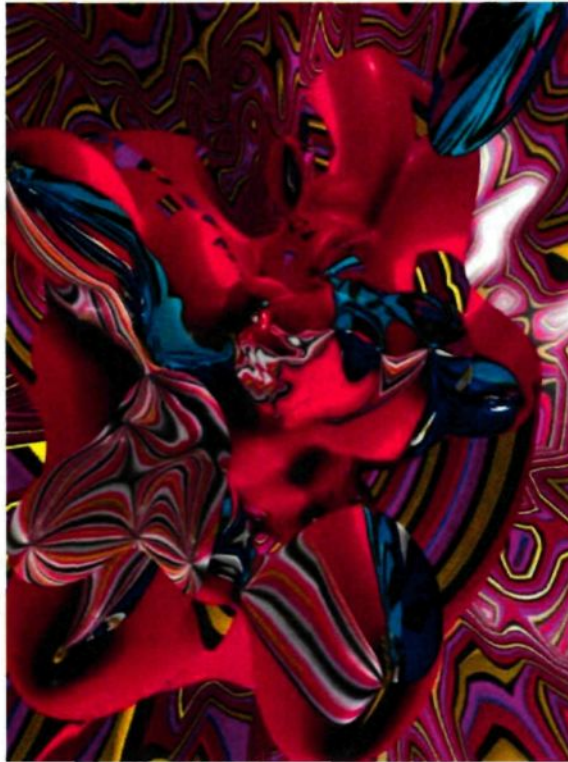


Figure 2: Festival, Yoichiro Kawaguchi, 1992
Source : Grafite 2005

En somme, sa signature visuelle est très synthétique, tout en étant très organique. Ce sont les mouvements et les volumes qui évoquent des créatures des fonds marins, et non les textures et les couleurs. C'est dans cet esprit que je m'inspire de Kawaguchi, en construisant des volumes, des formes, des mouvements par le biais d'algorithmes informatiques qui imitent la nature et la physique de notre monde, mais qui ne contrôlent pas l'aspect photographique de ces objets. Les couleurs et les ambiances de même que la lumière et le fini des matières dans mon univers ne sont pas laissés aux formules qui reposent en partie sur l'aléatoire.

2.2.2 Murat Pak

Le créateur Murat Pak qui œuvre essentiellement en graphisme animé (motion design) a choisi une tout autre direction pour son œuvre Masnavi. Dans son univers, le figuratif prend d'avantage de place que l'abstrait. On reconnaît rapidement une surface d'eau en mouvement qui est reproduite avec un réalisme saisissant. L'utilisation de la caméra physique est aussi très efficace pour nous convaincre de l'échelle à laquelle se déroulent les événements présentés. La profondeur du champ étant étroite, le spectateur comprend qu'il assiste à une scène d'un monde miniature. La plupart des objets illustrés sont très réfléchissants et dans ces réflexions on reconnaît un ciel avec un coucher de soleil qui ajoute beaucoup de réalisme à l'image tout entière. La lumière est très diffuse, ce qui aide aussi à éviter la signature synthétique typique de l'imagerie par ordinateur. C'est dans cette direction générale que j'oriente la direction photo de mon œuvre. Le réalisme vient surtout du comportement de la lumière sur les surfaces et dans l'atmosphère, du positionnement de la caméra, de la profondeur de champ, des défauts de lentille et des éclats de lumière.



Figure 3: Masnavi, Murat Pak, 2009

Source : Derestricted.com

2.2.3 Eric Mootz

Auteur de plusieurs greffons pour le logiciel Softimage, Éric Mootz est originaire de France. Il vit actuellement en Allemagne où il gagne sa vie en écrivant et en vendant des logiciels et des greffons. Pour commercialiser ses produits, il crée des vidéos promotionnelles qui utilisent ses propres logiciels et signe les images ainsi que la musique de ses vidéos. Son style demeure toujours sensiblement le même : des formes plus ou moins abstraites composées de milliers de particules flottant dans un univers vide sans haut ni bas. Ses courts films présentent des images qui évoluent sans cesse, mais qui n'ont pas de thématique artistique précise.



Figure 4: emFlock Demo, Eric Mootz, 2011

Source : Clustr.com

La fonction première de ces vidéos est de faire la démonstration des greffons informatiques. Par conséquent, l'enchaînement des images ne fait que montrer les possibilités techniques offertes par chacun des paramètres disponibles en succession. Érik Mootz utilise le même logiciel de création que moi. Il utilise aussi les mêmes bases mathématiques pour donner à ses particules le comportement qu'il désire. Par contre, nous ne poursuivons pas le même but, car personnellement, je ne cherche pas à commercialiser mes algorithmes, mais plutôt à en faire une œuvre d'art.

2.3 Ma Motivation

2.3.1 Le processus de conception

Comme l'a montré Maurice Merleau-Ponty dans ses travaux, l'esprit humain doit d'abord percevoir avant de pouvoir concevoir.³ C'est après avoir perçu de ses cinq sens pendant plusieurs années qu'un enfant commencera enfin à se fabriquer un concept dans sa tête. Et cela n'est pas seulement vrai pour les enfants, il en va de même pour les adultes qui sont mis en contact avec de nouvelles notions. Cette conception est le résultat d'un amalgame d'images visuelles (ou concepts) qui peuvent par la suite être recombinaées différemment avec d'autres images pour créer de nouveaux concepts et de nouvelles idées. Mais alors se pose la question: est-il possible de proposer de nouveaux concepts qui ne soient reliés d'aucune façon à une idée préalablement conçue? Est-il possible d'inventer quelque chose qui n'a aucun lien avec le monde réel que l'on connaît ? Dans son ouvrage « De l'usage et de l'abus de l'esprit philosophique durant le dix-huitième siècle », Jean Étienne-Marie Portalis affirme que cela est impossible :

En coûte-t-il plus à l'esprit humain de concevoir des prodiges, de créer des monstres, de supposer les choses les plus extraordinaires, que d'observer les faits les plus familiers et les plus simples? Mais avec un peu de réflexion on est bientôt convaincu que cet immense pouvoir de l'intelligence humaine se réduit à décomposer, à recomposer, à transformer, à combiner, à réunir ou à diviser les matériaux qui lui sont fournis par l'expérience.

3 Merleau-Ponty, Maurice. *Phénoménologie de la Perception*. Gallimard. Chapitres I et II.

En effet, quelle est l'idée vraiment originale à laquelle nous ayons donné le jour par les seuls efforts de ce qu'on appelle la raison pure? Ce qui n'a été ni vu, ni entendu, ni senti, ne peut être conçu. C'est le réel qui nous fournit l'idée du possible, puisque, dans nos hypothèses les plus hardies, nous ne faisons que combiner diversement par la pensée les formes ou les choses qui existent sous nos yeux.⁴

Personnellement, je partage entièrement cet avis. Cette « idée vraiment originale » dont il parle est valable tant pour l'artiste qui crée une œuvre abstraite (ou réaliste-fantaisiste) que pour le spectateur qui observe cette œuvre et qui l'interprète à sa manière selon ses connaissances, ses sentiments, ses expériences antérieures ainsi que les relations qu'il a établies entre elles.

Mon art joue beaucoup sur cette notion. Les images que je présente offrent un certain sens d'abstraction, mais elles ne sont à la fois pas complètement détachées du réel. Certaines références plus ou moins évidentes rappellent la nature, la vie et leur évolution comme on les connaît dans notre monde. Je laisse le soin au spectateur de puiser dans ses propres références (repères qu'il possède à priori) pour décoder les concepts que je lui présente.

2.3.2 Idée / Image

Dans son livre « Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique », Antoine Augustin Cournot explore la relation entre l'idée et l'image.

4 Jean-Etienne-Marie Portalis, *De l'usage et de l'abus de l'esprit philosophique durant le dix-huitième siècle*, Volume 1, Université de Lausanne, 1820, p.189

L'aveugle né et le clairvoyant en pensant à une démonstration de géométrie, construiront idéalement la même figure, en auront la même idée, mais non pas la même image; et parce que tous deux pensent à l'aide de cerveaux organisés à peu près de même, ils auront tous les deux besoin d'images mais non de la même image, pour penser la même idée.⁵

En faisant de l'art non-figuratif, j'utilise cet énoncé pour fabriquer le commencement d'une image, mais la conserve volontairement incomplète. Cette image simplifiée guide le spectateur et l'incite à compléter l'image qu'il perçoit par ses propres extrapolations visuelles. Tous les observateurs n'emprunteront pas nécessairement le même cheminement et n'aboutiront pas à la même construction mentale. C'est là que réside la subjectivité de l'art abstrait ou non-figuratif. Je propose et l'observateur détermine ce qu'il veut bien voir. L'œuvre est animée et, par conséquent, les images amènent l'audience vers des propositions qui varient dans le temps. Les suggestions que j'apporte sont donc parfois très subtiles et laissent le spectateur deviner mon intention et amènent son esprit directement là où je le souhaite.

Là où mon œuvre prend vraiment de la force, c'est lorsque le spectateur parvient à associer les éléments visuels simples qu'il perçoit à des concepts complexes qu'il reconnaît.

L'esprit humain ne peut pas s'empêcher de tenter de résoudre un problème quand il en rencontre un. Une image est un problème en soi. Plus l'image est

5 Antoine Augustin Cournot, 1851, *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*, Volume 1, L. Hachette et Cie, p.233

complexe, plus le problème est important et attirant. Par contre, si l'image est trop simplifiée au point où on perd les repères, on tombe dans l'abstrait et le problème restera entier. Certains préfèrent les problèmes épineux aux énigmes trop simples. D'autres iront du côté de l'art figuratif plutôt que de l'art abstrait. Un problème trop complexe peut devenir frustrant et provoquer l'abandon du spectateur. J'ai choisi de donner à chaque fois suffisamment d'indices pour permettre au spectateur de bien naviguer entre les concepts que je présente. Cela donne des images riches en contenu, ce qui permet de les regarder plusieurs fois et de découvrir de nouveaux détails à chaque visionnement. Ce contenu peut être catégorisé en plusieurs axes.

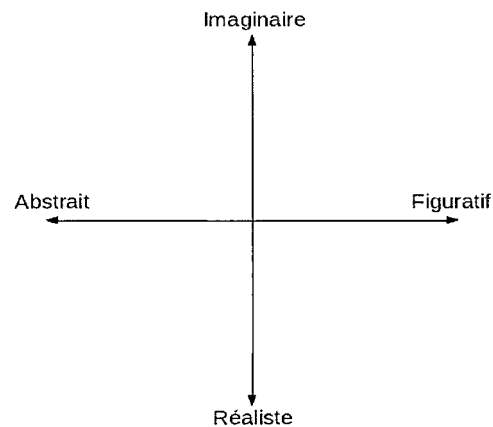


Figure 5: Diagramme des Axes
 Les images présentées peuvent se situer sur un diagramme en deux axes.
 Source : Francois Lord

Dans mon projet de création, chaque scène porte un thème qui se positionne et se déplace à l'intérieur d'un diagramme en deux axes. Le premier axe fait le pont entre l'abstrait et le figuratif. Une œuvre ne se retrouve pas nécessairement dans le figuratif ni dans l'abstrait, mais plutôt quelque part entre les deux, dans le non-figuratif. Le deuxième relie l'imaginaire au réalisme. Les formes et les volumes peuvent provenir du monde réel ou être le produit de mon imagination. Bien entendu, ces axes ne permettent pas seulement le positionnement des œuvres sur leurs extrémités, mais aussi sur toute leur longueur. Les objets présentés peuvent être plus figuratifs qu'abstraites et en même temps, plus imaginaires que réels. Par exemple, le nuage de fluide composé de lignes bleues et blanches se rapproche plus de l'abstrait dans sa représentation simplifiée de lignes géométriques. Il est également loin dans l'imaginaire par la modification de la couleur selon la vitesse de ses lignes.

Différents objets se retrouvant à l'écran au même moment peuvent se situer à des endroits bien différents sur le diagramme. L'œil du spectateur est libre de se déplacer sur le plan de l'image et d'explorer les différents indices que je lui propose pour interpréter l'image.

2.4 Pourquoi l'Animation 3D

L'utilisation de l'animation 3D pour produire une œuvre artistique peut apparaître problématique pour certains et attirante pour d'autres. La première

frontière que l'artiste doit franchir lorsqu'il aborde cette discipline est celle de l'ordinateur lui-même. Cette machine aux réponses froides et inflexibles exige un important temps d'apprentissage pour réussir à bien comprendre son langage. Les logiciels et les systèmes d'exploitation étant tous différents, ils ont chacun leurs particularités et leurs exigences qui ne rendent pas la tâche nécessairement aisée.

2.4.1 Les Difficultés

L'artiste travaille dans un univers virtuel en trois dimensions qui, lui, est présenté en deux dimensions sur un écran. Déjà, l'adaptation peut être ardue. Cette représentation 2D est divisée en plusieurs fenêtres, une pour chaque axe de l'espace 3D, c'est-à-dire de face (axe Z), de haut (axe Y) et de côté (axe X), présentant chacune une vue orthographique des objets. De plus, l'artiste a la possibilité de voir ce monde par le biais d'une caméra virtuelle qui peut être placée dans n'importe quelles positions et orientations dans l'environnement 3D, et qui affiche une représentation 2D par projection perspectiviste. Cela donne une bonne idée des proportions et des distances entre les objets. Cependant, cette caméra doit être manipulée et déplacée dans l'espace en utilisant des outils de navigation qui sont bien étrangers à notre monde et aussi bien éloignés de nos sens et de notre motricité sur lesquels nous nous appuyons pour effectuer des manipulations semblables dans le monde réel. La caméra devient donc quelques fois difficile à positionner pour bien percevoir l'espace virtuel.

L'artiste est ensuite rapidement confronté aux concepts du logiciel d'animation qui sont souvent plus près des mathématiques que de l'art traditionnel. Certains sont simples, comme les coordonnées cartésiennes pour exprimer la position d'un objet et de chacun des points qui le composent, ou encore l'utilisation de triangles pour définir la surface d'un objet complexe. D'autres sont plus difficiles d'approche pour un artiste, comme l'utilisation des quaternions pour exprimer la rotation d'un objet ou encore le recours à la trigonométrie pour ajuster l'angle de vue de la caméra.

Les mathématiques étant omniprésentes dans tous les logiciels d'animation 3D, on réalise rapidement qu'on doit toujours traduire en concepts géométriques et arithmétiques les idées que nous désirons produire en image. Dans certains cas, il s'agit de concepts simples comme le cercle et le principe d'angle d'incidence dans une réflexion, qui sont tous deux très faciles à représenter dans l'univers virtuel. Dans d'autres cas, des phénomènes comme les nuages (cumulus de fin de journée) ou des vagues de tempête qui se brisent sur le rivage sont si complexes qu'à ce jour, les meilleurs artistes éprouvent d'énormes difficultés à les reproduire avec l'ordinateur.

En plus des difficultés qu'un artiste peut éprouver avec les mathématiques, d'autres limites sont imposées au créateur : celles de l'ordinateur lui-même. Avec une quantité de mémoire vive limitée, la machine ne peut contenir une scène trop

complexe en vue du rendu final. Un objet composé de milliers de triangles peut demander plusieurs méga-octets de mémoire. Si cet objet est multiplié plusieurs fois dans la scène, la mémoire requise est ainsi démultipliée. Il est donc impossible de reproduire une forêt constituée de milliers d'arbres, dont chaque arbre est constitué à son tour de milliers de feuilles avec le même niveau de détails sur chacun de ces arbres. L'artiste devra donc faire des choix et optimiser son univers pour permettre à l'ordinateur de fonctionner normalement compte tenu des contraintes de la machine.

Un monde dit virtuel le demeurera aussi longtemps qu'il n'est pas traduit en image. C'est à ce moment seulement qu'on pourra parler d'œuvre. En animation 3D, cette image doit être calculée par un processus informatique qu'on appelle le rendu. Cette étape demande beaucoup de cycles de calculs pour l'ordinateur et beaucoup de temps à l'utilisateur. Plus la scène à calculer est complexe, plus cela demande de temps. Il n'est pas rare de voir des scènes dépasser les deux heures par image de temps de rendu. Souvenons-nous qu'il faut 24 images pour faire une seconde de film. Le défi est donc de réduire au maximum le temps requis pour produire chaque image, tout en conservant la meilleure qualité pour éviter les défauts visuels propres à l'animation 3D comme le crénelage (l'effet escalier) ou le grain dû au manque d'échantillonnage spatial et temporel. Ce temps de rendu influe non seulement sur la qualité possible de production (qualité du réalisme,

qualité technique de l'image, taille de l'image, etc.), mais aussi sur les méthodes de travail, ainsi que les décisions techniques et artistiques prises par l'auteur. Comme il faut attendre plusieurs minutes pour découvrir l'image générée par l'ordinateur à partir des instructions qu'on lui a préalablement donné, on ne peut pas lui demander d'en générer une nouvelle à chaque changement qu'on opère dans la scène. Il faut faire le rendu d'une image, prendre en note tous les changements qu'on veut opérer et en exécuter le plus possible avant le prochain rendu. Cela impose une certaine méthodologie de travail chez l'artiste, qui ne peut pas se laisser aller aux impulsions du moment. Tout comme le réalisateur doit faire son scénarimage avant son tournage, l'artiste 3D doit s'imposer une méthode de création réfléchie et disciplinée.

En plus de la limite de mémoire, l'espace disque est une autre contrainte qui affecte les différents aspects du travail 3D. Puisque le rendu est long, on sépare souvent les différents éléments qui composent l'image en passes. Chaque passe est calculée indépendamment, ce qui permet de reprendre seulement cette passe si on veut effectuer un changement plus tard, permettant ainsi un gain en temps de rendu. Une fois toutes les passes obtenues, on utilise un logiciel d'agrégation d'images pour établir le composite. Lors de cette étape, les images sont ajustées en couleurs, contraste, et saturation avant d'être combinées en une image finale.

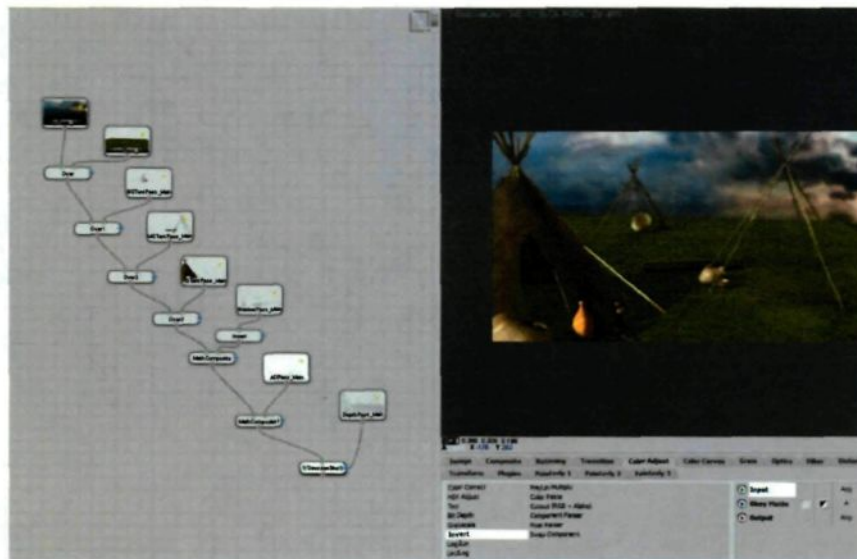


Figure 6: *Compositing*
Exemple du processus de composite d'une image.
Source : Francois Lord

Comme l'illustre la figure ci-dessus, les différentes couches de la scène ont été calculées séparément et sauveées en image sur le disque. Chacune des images contient une composante de transparence, qui différencie les pixels utiles de ceux qui représentent du vide. Ces images sont ensuite chargées en mémoire et combinées à l'aide d'une structure en arbre où les images-source sont les bouts des branches, et les nodes qui les relient représente les opérations mathématiques appliquées à ces images. Le résultat, visible à droite dans la figure, montre que l'image de la scène apparaît complète.

De là, il devient avantageux de sauvegarder le résultat du rendu en un format d'image qui conserve les plages d'expositions étendues, car cela permettra

des ajustements plus importants par la suite. Ce format, on l'aura compris, prend beaucoup d'espace sur le disque dur. En résolution de télévision haute définition, une image contient 1920 pixels horizontalement et 1080 pixels verticalement. Cette superficie de pixel multipliée par le nombre de canaux de couleurs (en général quatre : rouge, vert, bleu et transparence) et par le nombre de bits nécessaires par canal donne une image qui requiert près de 10 méga-octets de mémoire. Pour un film de 5 minutes, on a besoin de 7200 images. Si on utilise une trentaine de passes, cela nous fera un total de 2160 giga-octets, de quoi remplir un disque dur parmi les plus gros que l'on trouve sur le marché de nos jours! On comprend vite qu'il s'agit d'une limitation importante pour un artiste, et que ce dernier doit faire des choix pendant le processus de création qui influenceront ses possibilités de revenir sur ses décisions plus tard. En pratique, on doit souvent faire des choix et prendre des décisions qui nous feront perdre toute possibilité de changement à moins de tout recommencer et d'effectuer un autre rendu.

2.4.2 Les Avantages

La Perspective

L'animation 3D peut devenir un outil de création très puissant. D'abord, l'avantage le plus évident est celui du calcul entièrement automatisé de la perspective. Il est possible de créer des environnements architecturaux grandioses

avec peu d'efforts, mais également de produire des objets courbes dont les propriétés de volume et de surface sont très naturelles puisque même la perspective des courbes est respectée, ce qui est très difficile à obtenir avec le dessin traditionnel.

Pour mon projet qui n'utilise presque pas de lignes droites, cet avantage est important. Il me permet de reproduire avec justesse le phénomène des points de fuite associé à la prise de vue d'une caméra réelle.

L'univers Cartésien et le Point de Vue

Le deuxième avantage est celui de l'espace virtuel tridimensionnel presque illimité. C'est un des aspects les plus marquants pour celui qui utilise un logiciel d'animation 3D à la toute première fois. Plutôt que de se retrouver devant une page blanche, on est devant un univers vide qu'il nous faut remplir. Au début, cela nous apparaît comme un défi insurmontable, mais ça devient vite un appel à notre créativité et on y découvre alors rapidement d'immenses possibilités. Pendant le processus de création, l'artiste doit constamment déplacer une caméra virtuelle pour bien percevoir son univers qui est toujours représenté par une projection en deux dimensions sur un écran d'ordinateur. Cette caméra est une approximation mathématique du comportement des caméras réelles et donne à l'artiste un contrôle sur un paramètre important : l'angle de vue. Dans le monde réel, le

photographe peut choisir sa lentille s'il désire une prise plus large dans le but de créer une image contemplative ou une prise plus serrée afin de mieux capturer un détail. Dans le monde virtuel, l'artiste 3D peut utiliser le même langage photographique pour s'exprimer. Pour mon projet et dans le but d'augmenter l'immersion du spectateur, j'ai choisi d'utiliser un angle de vue semblable à celui de l'œil humain pour que la perspective soit au plus près possible de ce qu'on perçoit avec nos propres yeux.

La Caméra Virtuelle

La caméra virtuelle est dépourvue de toute contrainte reliée à la manipulation physique. Dans le monde réel, par exemple sur un plateau de tournage cinématographique, la caméra est généralement placée sur une grue qui permet des mouvements larges, fluides et en hauteur. Cette grue comporte cependant beaucoup de limitation, notamment la distance possible à parcourir, la vitesse de mouvement, la précision de l'opérateur, etc. Dans notre monde virtuel, il n'y a aucune contrainte. L'artiste doit s'en imposer lui-même pour ne pas désorienter le spectateur. Dans mon œuvre, j'use de cette liberté tout au long du film. La caméra flotte dans un environnement qui n'a ni haut ni bas et qui effectue une orbite autour d'un point qui se déplace dans l'espace. L'effet donne l'impression à l'observateur de flotter en apesanteur tout en contemplant les objets présentés et leur mouvement sous tous les angles.

Les Matériaux

L'animation 3D permet aussi de reproduire très rapidement des finis de matériaux très diversifiés. Cela demande à l'artiste une bonne connaissance de la physique impliquée, mais augmente considérablement le réalisme des images produites. La plupart des logiciels donnent à l'artiste la possibilité d'ajuster la quantité de lumière diffuse réfléchie indépendamment de la quantité de lumière spéculaire réfléchie ainsi que la quantité de diffusion de lumière, ce qui donne des indices sur les propriétés des surfaces comme la rugosité, la composition en métal, la présence d'un vernis, et même l'âge et l'usure de l'objet. Par exemple, un objet en bois présente une lumière diffuse bien présente et une lumière spéculaire faible. Le même objet en bois aspergé d'eau réfléchira moins de lumière diffuse. Il paraîtra donc plus foncé et il aura une forte réflexion spéculaire, ce qui apparaîtra comme un reflet, lorsqu'il est regardé sous un certain angle. Pour mon film, j'utilise différentes propriétés de surface pour les objets présentés. Pour produire une lente transition entre les scènes, les objets passent de surfaces très translucides et molles à plus diffuses et opaques; puis pour finir, à presque métalliques et très dures. Je n'essaie pas d'imiter des matériaux connus dans le réel, mais plutôt d'en créer d'autres que le spectateur pourra appréhender à l'aide de certaines de leurs propriétés de réaction déjà observées dans le réel. La translucidité est un bon

exemple, c'est un phénomène courant du réel (cire de chandelle, savon en barre, marbre...) qui peut s'appliquer à n'importe quelle surface en animation 3D.

Les Sources de Lumière

En plus du comportement de la lumière sur les objets, l'artiste a le contrôle total sur l'emplacement des sources de lumière et leurs propriétés. Tout comme pour la caméra, l'artiste dispose d'une liberté inégalée quant au placement des sources de lumière. N'ayant aucune contrainte de poids, de chaleur ou d'alimentation électrique, il peut simuler une ampoule, un soleil ou même une supernova. Différentes sortes de lumières sont disponibles : la lumière unidirectionnelle dont les rayons sont tous parallèles comme ceux d'une source très éloignée, la lumière omnidirectionnelle dont les rayons partent tous d'un point dans l'espace et s'en éloignent dans toutes les directions comme ceux d'une ampoule électrique, et la lumière conique qui ressemble à un projecteur de cinéma avec ses rayons concentrés sur un sujet précis.

Dans cet univers que je développe, j'utilise toutes les sources lumineuses offertes par le logiciel : d'abord, la lumière unidirectionnelle pour simuler les rayons de soleil donnant l'impression d'être dans un environnement infiniment grand et dépourvu de murs ou de limites; ensuite, la lumière conique pour donner une impression de proximité de la source de lumière, ce qui procure un sentiment

d'intimité; enfin, j'utilise abondamment les lumières omnidirectionnelles pour produire quelque chose qui ressemble à des lucioles et qui donne un effet de chaleur dans un environnement qui sans cela, apparaîtrait bien froid en raison de la couleur bleutée des objets. Cette chaleur visuelle aide le spectateur à se laisser immerger à l'intérieur de l'œuvre.

Le Mouvement

Mon opinion est que l'animation 3D apporte un avantage indéniable sur toute autre technique artistique actuelle, celui de la facilité à produire un mouvement précis. Contrairement à l'animation traditionnelle où les animateurs doivent dessiner chacune des images qui composent le mouvement d'un objet à l'écran, l'animation 3D utilise la puissance de calcul de l'ordinateur pour interpoler automatiquement la position des objets entre les positions-clés choisies par l'artiste. Celui-ci peut également contrôler l'accélération et la décélération grâce à une courbe qui représente la fonction de la position selon le temps.

Ce mouvement peut également être produit par l'utilisation de formules mathématiques. Cela peut sembler évident si l'on se rappelle l'origine de l'animation 3D, mais rappelons-nous aussi que les créateurs de logiciels doivent créer une ergonomie pour les artistes qui, en général, ne sont pas très friands des mathématiques. La création de mouvement en animation 3D demande à l'artiste de

penser en quatre dimensions⁶. C'est-à-dire qu'un objet se trouve à un endroit donné sur les trois axes dans l'univers virtuel et à un moment donné dans le temps. La position de cet objet doit donc être exprimée à l'aide de trois coordonnées cartésiennes et une coordonnée de temps, toutes absolues. On peut extrapoler ce principe non seulement à tous les objets dans l'univers virtuel, mais aussi aux points qui composent les objets. Si les points d'un objet se déplacent dans des directions différentes dans le temps, l'objet se déformera. Et, si ce mouvement est complètement dépourvu de structure, la déformation entraînera un changement du volume de l'objet. Il importe donc que l'artiste contrôle bien le mouvement qu'il désire effectuer si la crédibilité de ses objets est un enjeu dans l'œuvre.

L'artiste peut également travailler les mouvements dans un système où les coordonnées ne sont pas absolues, mais relatives. Dans un tel cas, les quatre coordonnées ne sont pas en rapport avec l'origine du système, mais bien en rapport avec le cadre précédent. Pour avoir un aperçu du dernier cadre, l'ordinateur doit évaluer les coordonnées des points et des objets par rapport au premier cadre, puis successivement passer aux cadres suivants pour évaluer les nouvelles coordonnées jusqu'au cadre final. On utilise en général des forces, des contraintes et des données sur la masse des objets pour calculer la vitesse et l'accélération des points dans l'espace. C'est pourquoi on appelle cette méthode : la simulation. L'artiste prépare les différents paramètres et demande à l'ordinateur d'exécuter la simulation. Selon

6 Les quatre dimensions étant la longueur, la hauteur, la profondeur et le temps.

le résultat, l'artiste peut revenir au premier cadre, changer les paramètres et relancer le processus pour obtenir un nouveau résultat. Ce processus est très itératif et prend beaucoup de temps, ce qui peut faire perdre à l'artiste une bonne partie du contrôle dont il jouissait avec un système de coordonnées absolues. Mais certains effets, par leur grande complexité, ne sont possibles que par l'utilisation de la simulation. C'est le cas par exemple du mouvement des vêtements en collision avec le mouvement d'un personnage, le mouvement de la fumée qui s'échappe d'une cigarette ou encore celui d'une foule qui sort du stade après une partie de soccer. Dans mon œuvre, tous les mouvements sont simulés à l'exception de celui de la caméra.

3

MA DÉMARCHE

3.1 Immersion

Mon film offre plusieurs références provenant du monde réel que je propose par un effet d'immersion du spectateur. Le fait d'être plongé dans un monde en trois dimensions provoque une certaine suspension volontaire de l'incrédulité de la part de l'observateur sur l'existence même de ce monde. La frontière entre le réel et l'imaginaire se brouille donc rapidement et facilement. Le sujet qui fait preuve de suspension volontaire de son incrédulité sera d'autant plus convaincu. J'élabore cette immersion par plusieurs procédés différents.

3.1.1 La Caméra Réelle

La caméra utilisée dans les logiciels d'animation 3D dérive d'un modèle simpliste appelé « caméra en trou d'aiguille ». Les informaticiens utilisent ce modèle parce qu'il est plus simple à reproduire avec l'utilisation de formules mathématiques. Le principe consiste à percer un petit trou avec une aiguille dans un écran opaque et placer la plaque photographique derrière ce trou. La lumière

qui provient de la scène à photographier traverse l'écran par le trou et vient interagir avec le film. Bien entendu, il faut beaucoup de lumière et de temps pour produire une image de cette façon. Cependant, l'image obtenue se révèle être d'une clarté qu'aucune lentille ne peut atteindre. En effet, plusieurs défauts associés à la qualité de la lentille sont complètement absents de l'image: les lignes droites aux abords du cadre conservent leur rectilinéarité et la profondeur de champ est quasiment infinie. Par contre, cette technique est rarement utilisée et la culture commune en photographie reconnaît bien les défauts associés à la lentille de la caméra: la profondeur du champ, la dispersion des couleurs du spectre, la vignette, la lumière parasite, le bokeh d'un diaphragme lamellé, etc. De plus, l'œil humain contient le cristallin, une lentille qui produit les mêmes défauts dans notre vision que les lentilles de photographie. Il est donc important pour produire un effet d'immersion d'ajouter ces défauts à une image calculée par ordinateur.

Je n'essaie pas de reproduire l'effet visuel d'une caméra de cinéma ou de photographie. L'immersion fonctionne mieux si on imite la vision naturelle de nos yeux. En réalité, nos deux yeux nous donnent 180 degrés de vision détaillée et périphérique. Cependant, mon œuvre ne sera pas présentée sur un écran incurvé de 180 degrés, mais bien à l'intérieur du cadre d'un téléviseur ou par le biais d'un projecteur vidéo. Je dois donc prévoir un angle qui respecte la perspective naturelle de notre vision tout en permettant un point de vue assez large pour bien apprécier

l'environnement virtuel que je propose. Pour ce faire, j'ai choisi un angle de vue de 70 degrés horizontal. Cet angle, qui correspond à une lentille de caméra-photo d'environ 24 mm, est idéal pour bien comprendre la relation de distance entre les objets et l'immensité de l'univers dans lequel on plonge.

Je donne à ma caméra une grande profondeur de champ, mais pas infinie et qui ne s'éloignera pas trop de la vision humaine. Les artistes 3D ont souvent tendance à rendre leur profondeur de champ trop faible pour cacher la signature numérique de leurs images, mais une telle profondeur de champ est souvent impossible à atteindre avec une caméra et trahit l'artiste qui tente de faire du réalisme en révélant la nature virtuelle de ses images.

Bien que les mouvements soient relativement lents tout au long de mon film, j'utilise une ouverture temporelle de l'obturateur qui ressemble à celle d'une caméra de cinéma pour reproduire un flou du mouvement naturel, plus connu dans le jargon par son nom anglais de *motion blur*. Nos yeux produisent également du *motion blur*, mais il est difficile à quantifier puisqu'il n'est pas divisé en cadres comme un film.

3.1.2 Stéréoscopie

L'utilisation de la stéréoscopie au cinéma et en photographie a toujours servi un objectif primordial : augmenter l'immersion du spectateur. Dans mon

projet de maîtrise, j'utilise volontiers cette technique dont la popularité gagne en importance depuis quelques années au cinéma. L'utilisation de la stéréoscopie dans un film impose diverses contraintes à toute l'équipe de production et de post-production. Dans le cas d'un film entièrement virtuel, plusieurs de ces contraintes sont levées, mais certaines restent néanmoins présentes et doivent être discernées, apprivoisées, et maîtrisées pour ne pas créer de malaise physiques⁷ chez les spectateurs et pour bien profiter des avantages que la stéréoscopie offre.

Présenté sur un écran de télévision HD de 56 pouces, mon film produit l'illusion d'une fenêtre ouverte sur un monde original. J'ajuste la distance interoculaire de façon à ce que la majorité des objets soient derrière le mur, ce qui augmente l'effet de fenêtre et facilite le visionnement. Certains objets viennent plus près du spectateur dans l'espace de la pièce où il se trouve, mais ces objets se déplacent toujours lentement pour permettre aux yeux de les suivre facilement. Ces objets touchent rarement au cadre de l'écran pour éviter la perte de ce que Samuel Taylor Coleridge appelle la suspension consentie de l'incrédulité.

[...] il fut convenu que je concentrerais mes efforts sur des personnages surnaturels, ou au moins romantiques, afin de faire naître en chacun de nous un intérêt humain et un semblant de vérité suffisants pour accorder, pour un moment, à ces fruits de l'imagination cette suspension consentie de l'incrédulité, qui constitue la foi poétique.⁸

7 Les problèmes oculaires (fatigue des yeux, vision embrouillée, maux de tête), la désorientation (vertige, déséquilibre) et les nausées (vomissements, étourdissements).

8 Coleridge, Samuel Taylor, *Biographia literaria; or, Biographical sketches of my literary life and opinions, Volumes 1-2*, W. Gowans, 1834, p.174 (traduit de l'anglais)

Cette fenêtre simulée a un effet secondaire sur l'apparence de l'univers qui y est présenté. Parce que le spectateur a l'impression de regarder à travers un cadre à son échelle, tous les objets qu'il voit lui paraissent également à son échelle. Bien que je présente des images qui comportent une profondeur de champ habituellement associé à la photographie macroscopique, la proximité des formes donne l'impression qu'elles sont dans la pièce d'à côté, et donc qu'elles ont la taille d'une sculpture qu'on exposerait dans une salle. Pour rompre cette impression, j'ai pris la décision de faire évoluer l'échelle apparente en jouant avec la distance interoculaire des deux caméras virtuelles. J'ai créé une progression lente dans laquelle les objets deviennent de plus en plus grands et semblent s'éloigner proportionnellement à leur taille. Le spectateur n'a alors plus l'impression de pouvoir les toucher. Il me devient ainsi possible de fermer la boucle du film en faisant réapparaître les premières formes à l'avant-plan.

Le cadre de l'image, ou celui de l'écran de télévision qui présente le film, devient comme une fenêtre. Cette ouverture dans le mur demeure fixe alors que les objets peuvent parfois en sortir vers le spectateur, parfois se reculer loin derrière le mur. Les objets peuvent paraître à différentes échelles, mais le cadre reste toujours le même, à la même distance. Je l'appelle la « fenêtre-référence ». Elle permet de juger des rapports d'échelle entre le spectateur et les objets.

Bien entendu, pour que la stéréoscopie apporte une dimension additionnelle au sentiment d'immersion, l'œuvre doit être présentée sur un système à lunettes polarisées ou à obturateurs actifs. L'image conserve alors ses couleurs originales ainsi que le contraste désiré. Dans une pièce sombre, l'effet des formes et des mouvements, combiné aux éclairages et à la stéréoscopie, produit un effet d'immersion très réussi.

3.1.3 Présence Continue

Une autre technique que j'utilise pour améliorer la présence virtuelle est celle qui consiste à ne jamais couper la séquence d'image. J'utilise un plan-séquence qui ne comporte qu'un mouvement lent et continu de la caméra et qui, malgré ses fréquents changements de direction, semble très régulier. Ce mouvement ressemble à celui d'une planète qui gravite autour d'un système d'étoiles binaire. La trajectoire est à la fois douce, constante et aléatoire.

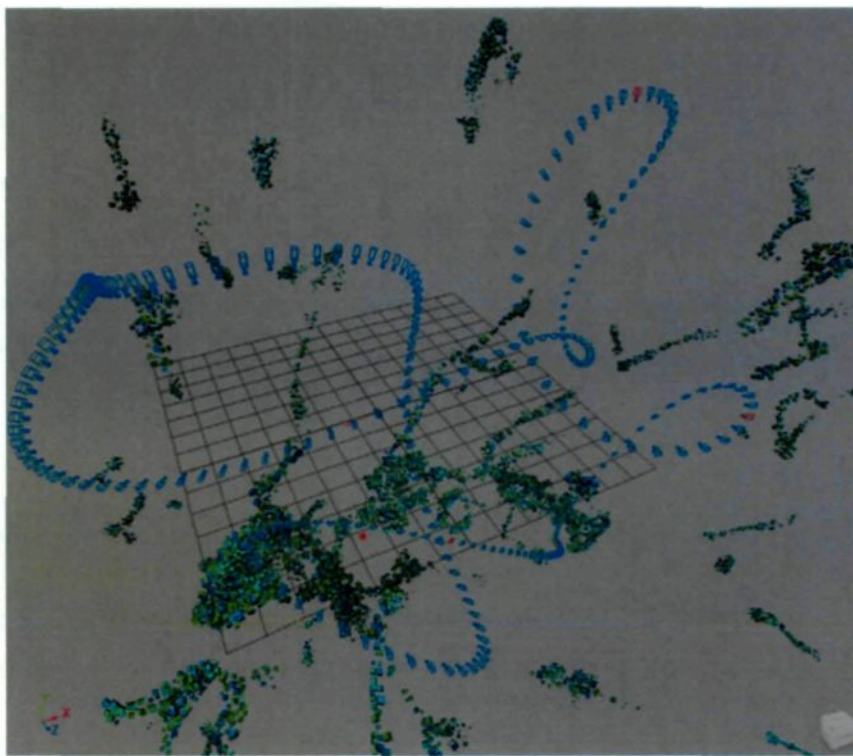


Figure 7: Mouvement de caméra continu
 Visualisation du mouvement de la caméra dans l'univers virtuel par *fantômentation* de la position et de l'orientation à tous les 20 cadres.
 Source: Francois Lord

Le film lui-même peut être présenté en boucle infinie, ce qui élimine complètement toute coupe apparente. Les objets et les formes se créent et se dissolvent lentement dans l'espace de façon continue.

3.2 Les Mathématiques

Une des particularités de mon œuvre est que je n'ai pas utilisé les méthodes habituelles d'animation 3D pour produire les images. C'est-à-dire que je n'ai pas commencé par modéliser les objets avec des triangles et des polygones. Je n'ai pas non plus assigné des pourcentages d'importance aux points dans l'espace dans le

but de les déformer. Enfin, je n'ai pas orchestré les mouvements en appliquant des positions clés servant à l'interpolation. J'ai plutôt utilisé une forme de programmation qui vise à contrôler tous les paramètres de création et d'évolution des objets, tout en conservant une place pour l'aléatoire. J'ai donc utilisé l'outil ICE du logiciel Softimage, qui possède son propre langage de programmation.

Cette programmation est assez complexe en ce sens qu'elle exige une bonne compréhension des différents paramètres qu'elle renferme. Ce n'est pas une programmation traditionnelle qui implique une connaissance approfondie d'une syntaxe informatique comme la plupart des langages informatiques modernes. Elle prend plutôt la forme de schéma ou diagramme dans lequel chaque élément, appelé « node », est une fonction mathématique simple. La combinaison de ces nodes peut alors donner naissance à une super fonction. Il s'agit donc d'un langage dit « de haut niveau », c'est-à-dire qu'il est facile d'approche pour un non initié. Cependant, cela ne signifie pas qu'il est simple puisqu'il s'agit d'un langage conçu pour la parallélisation des opérations.

Par exemple, pour créer un nuage constitué de nombreuses particules, il est inutile de chercher à contrôler chacune de ces particules avec précision. Cela prendrait trop de temps. Il est plus pratique et efficace de déclarer le nombre de particules, leur taille, leur vitesse moyenne, leur direction générale et leur capacité à changer de direction. On détermine lesquels de ces paramètres peuvent être

contrôlés par une fonction aléatoire et entre quelles valeurs peuvent s'effectuer les probabilités.

Dans mon film, les mouvements sont très complexes. Il ne suffit donc pas de laisser au hasard la vitesse et la direction des objets. J'utilise des algorithmes que j'ai conçu pour que chaque objet soit conscient de la présence de ses voisins et ainsi modifier son comportement selon la proximité de ces derniers. D'autres fonctions servent à leur donner un but général qu'ils tentent de rejoindre en évitant les collisions. Ces calculs utilisent les vecteurs, les matrices, les énoncés conditionnels, la trigonométrie et d'autres concepts mathématiques courants. Pour produire l'un de ces algorithmes, je me suis grandement inspiré de l'engin Boids écrit par Craig Reynolds en 1986. Cet engin permet de simuler le comportement d'oiseaux ou de poissons qui se déplacent en groupes de centaines d'individus sans jamais de heurter. J'ai également utilisé l'engin de simulation de fluides emFluid de Eric Mootz.

3.3 Aléatoire

La majorité des images générées par ordinateur ont nécessité, d'une façon ou d'une autre, une fonction informatique aléatoire dans leur création. L'aléatoire algorithmique se distingue du hasard par le fait qu'il est probabiliste. Il est crucial de pouvoir recréer le même effet plusieurs fois lorsqu'on donne à l'ordinateur les mêmes paramètres à chaque itération. Je fais une grande utilisation de l'aléatoire

dans mon film puisque tous les mouvements, à l'exception de celui de la caméra, sont produits par simulation. C'est-à-dire que je détermine les paramètres de départ, les forces impliquées, les comportements conditionnels et les algorithmes d'évolution puis je lance le calcul de simulation qui se charge de prendre toutes les données en considération pour établir l'état de la scène à chaque cadre successif de manière itérative. Les objets peuvent se déplacer, grandir, se rapprocher, entrer en collision, etc. L'utilisation de fonctions aléatoires me permet de varier plusieurs paramètres entre les particules. Ces variations peuvent être statiques, comme la taille des particules, leur couleur, leur orientation ou encore leur distribution. Elles peuvent aussi évoluer dans le temps, comme leur vitesse, ou encore leur durée de vie. Le résultat de la simulation est une complexité de forme, de mouvement et de couleur qui serait impossible à atteindre pour un créateur qui veut tout faire manuellement par lui-même. Il ne serait pas question pour moi d'animer chaque particule, chaque brin et chaque petit cube pour produire un ensemble cohérent comme je peux le faire avec la simulation. C'est la complexité qui donne toute la richesse à l'image.

3.4 Description de l'oeuvre.

Mon projet est un court métrage d'animation 3D. Selon les structures cinématographiques de Christian Metz, mon film est un syntagme plan autonome. « Plan unique qui expose à lui seul un « épisode » de l'intrigue. Ex : plan séquence :

toute une scène traitée en un seul plan ou inserts. »⁹ Je pousse même plus loin l'exercice, en faisant de ce plan-séquence une boucle en apparence infinie lorsqu'il est présenté à répétition. D'un autre côté, les concepts présentés ont un enchaînement logique qui représente une évolution. D'abord, on observe une forme qui s'apparente aux organismes unicellulaires observés au microscope. Il s'agit d'un « Blob » en mouvement qui se régénère et bouillonne continuellement. La réaction à la lumière suggère une matière organique quelconque. Les mouvements sont désordonnés et imprévisibles. Soudain, on aperçoit des tiges de couleur verte qui grandissent et augmentent de volume tout en se tortillant légèrement. Le tout évoque des plantes qui forment une grande colonne de plus en plus dense et de plus en plus entremêlée. À cette étape, les mouvements sont plus gracieux et concentrés dans deux directions principales. Par la suite, on voit apparaître des petits cubes bleus qui dansent devant la caméra durant quelques secondes. Ceux-ci se placent ensuite en file les uns derrière les autres pour suivre une trajectoire plus régulière vers un point commun. D'abord, des centaines puis des milliers de ces cubes apparaissent et suivent leur chemin en oscillant. Leurs mouvements sont très « aquatiques ». On croit voir un gigantesque banc de poissons affluer vers un but commun. La lumière rappelle l'ambiance sous-marine féérique des pays tropicaux. Les mouvements sont beaucoup plus coordonnés qu'au début et également plus complexes. Enfin, les cubes laissent place à une

9 Metz, Christian. (1994). *Essais sur la signification au cinéma, Volume 1*. Klincksieck. p.126

grande quantité de petites lignes qui se déplacent de façon harmonieuse. Les mouvements sont plus riches et plus gracieux que toutes les formes de vie connues sur Terre. On peut y déceler comme des turbulences qui rappellent la dynamique des fluides bien que les éléments en mouvements n'entrent jamais en collision les uns avec les autres. La lumière est assombrie et rappelle les profondeurs marines. Pour terminer, les milliers de lignes s'éteignent en se dispersant, et la forme du début revient pour fermer la boucle.

Cette évolution est un parallèle direct avec la théorie de Darwin. J'ajoute une extrapolation à la fin, comme si une forme de vie plus complexe et plus organisée que les animaux faisait son apparition. Je passe d'une esthétique proto-zoomorphique à une esthétique corpusculaire qui suggère une agitation cosmique.

Lorsque cette œuvre est présentée en stéréoscopie, l'immersion du spectateur augmente son expérience. L'effet de proximité des objets varie selon la durée du film. Au début, les formes primitives sont proches du spectateur, créant ainsi une impression d'intimité. Puis, plus le film se déroule et plus les objets semblent reculer à l'intérieur de l'écran-fenêtre. Vers la fin de la boucle, les objets paraissent très lointains et très grands à la fois.

Mon œuvre se veut une métaphore du déroulement séquentiel de la vie sur terre et une représentation de ce qui pourrait en résulter. Les personnages virtuels

s'y présentent de façon chronologique et évolutive. Il y a d'abord des organismes primitifs, puis des végétaux, des animaux et enfin une nouvelle forme de vie imaginaire plus complexe. Mais la vie plus complexe est-elle vouée à disparaître et laisser place à un renouveau?

4

CONCLUSION

L'animation 3D est difficile à maîtriser, mais elle n'est pas inaccessible. Les logiciels de création sont conçus par des informaticiens qui maîtrisent bien les mathématiques, mais qui n'ont pas tout à fait les mêmes capacités créatrices que les artistes. Ceux-ci doivent consacrer un certain temps pour apprendre à utiliser la machine et les logiciels liés à ce domaine. L'animation 3D offre tous les outils nécessaires à la création d'images réalistes. Cela est spécialement vrai pour la production de personnages et d'éléments d'aspect réaliste. Les logiciels de création offrent une panoplie de fonctions facilitant l'interaction entre l'artiste et la machine pour permettre à l'inspiration de se traduire le plus directement possible en image.

Dans le cadre de mon projet, j'ai cherché à savoir s'il était possible de contourner ces fonctions et de créer des images bien précises que j'avais en tête en utilisant seulement des algorithmes mathématiques pour élaborer la forme des objets présentés, leur surface et leurs mouvements. L'utilisation des mathématiques

m'a permis d'explorer des formes et des mouvements qui auraient été impossibles de produire à la main. La simulation, grâce aux calculs successifs des forces et de la vitesse des objets, apporte un caractère à la fois reconnaissable et complexe aux images et aux mouvements représentés, tout en demeurant dans le non-figuratif. L'usage de l'aléatoire dans mes algorithmes m'a permis d'augmenter la richesse des images à la fois par le nombre d'objets présentés, mais également par la variété de leurs comportements. Cet usage m'a également permis de conserver le contrôle sur les paramètres choisis et donc sur l'ensemble de l'œuvre elle-même.

Cette méthode de travail a bien fonctionné, mais j'ai dû me limiter à des algorithmes préfabriqués pour les calculs de propagation de la lumière. Puisque je désirais maintenir un lien avec le réel dans la façon dont la lumière se comportait, il était plus simple pour moi d'utiliser les fonctions éprouvées pour reproduire le plus fidèlement possible les comportements de cette lumière.

Aussi, j'ai tenté de créer mon propre algorithme de simulation de fluide pour les dizaines de milliers de particules en mouvement. Cet exercice s'est avéré plus difficile que prévu et surtout trop long. J'ai donc dû avoir recours à un algorithme préfabriqué de Eric Mootz. J'avais déjà utilisé son `emFluid` dans le cadre de ma profession alors il était plus rapide pour moi de m'en servir à nouveau pour mon œuvre.

J'ai d'ailleurs réalisé que les estimations de temps que je faisais pour mon projet étaient difficile à faire. J'ai l'habitude de travailler 40 heures par semaine et d'estimer les semaines de travail selon ce même barème. Par contre, j'ai fait l'exécution de ce projet sur mon temps personnel par plusieurs soirées. Les estimations en jours de travail ne se traduisaient plus en semaines, mais en mois. Cela m'a forcé à revoir mes méthodes de travail pour être le plus efficace possible et terminer mon film dans les délais que je m'étais donné.

L'utilisation de la stéréoscopie me permet de proposer à travers mon œuvre, une interaction plus intime avec le public. Le fait que le spectateur soit immergé dans l'univers virtuel que je propose, contribue à augmenter ses expériences sensorielles, ce qui améliore le lien avec le réel. J'ai fait particulièrement attention à bien contrôler la position spatiale des objets présentés dans l'espace virtuel pour tenter de créer l'effet d'une fenêtre par laquelle on perçoit un monde qui semble se situer derrière le mur sur lequel l'écran est fixé. Seuls les objets les plus rapprochés peuvent se déplacer entre le spectateur et l'écran, ce qui accroît son sentiment d'immersion.

En plus des concepts mathématiques et de la stéréoscopie, j'utilise une caméra virtuelle comparable en plusieurs points à une caméra réelle. Celle-ci comporte un angle de vue correspondant à la lentille de 24 millimètres d'un appareil photo. Elle reproduit les images avec une profondeur de champ définie, ce

qui signifie qu'il y a un flou variable selon la distance des objets. Le calcul de l'image n'est pas fait selon une durée de temps infiniment court. Comme une caméra photo, la caméra virtuelle simule une durée de capture qui correspond à la moitié du temps entre deux images successives, soit $1/48$ de seconde. Cela produit un flou du mouvement naturel similaire à celui d'un film au cinéma. Enfin, la caméra se déplace selon une trajectoire fluide et lente qui donne l'impression de voler ou de nager sous l'eau.

Toutes ces méthodes ont bien fonctionné pour donner à l'œuvre un caractère abstrait et réel à la fois. Il serait intéressant de voir à quel point il est possible de pousser l'exercice et d'utiliser des algorithmes pour créer des images de plus en plus réalistes. La crédibilité des images d'animation 3D s'affine grâce aux techniques de *scan*, de capture de mouvement et de *tracking*. Techniques qui ont toutes pour but de tirer des informations du réel et les transposer dans le monde virtuel.

Je signe à la fois les images et la musique du film. La trame musicale composée de piano et de violoncelles appuie l'évolution des images. Plus les objets présentés se multiplient, plus la musique devient fragmentée de plusieurs notes tout en demeurant organisée sur une gamme connue. Puisque le film est présenté en boucle, il était un défi de taille de composer une trame sonore qui peut faire de même. La vitesse de l'interprétation et le nombre de mesures devaient tous deux

être soigneusement calculés pour en arriver à une boucle parfaite et naturelle. Le résultat fonctionne bien, à l'exception que le film doit maintenant être obligatoirement présenté en boucle, car la musique ne termine pas sur une note finale.

L'immersion du spectateur s'est avéré complexe et plaisante à la fois à produire. Suite à la création de mon œuvre, j'ai eu l'occasion d'assister à une présentation du nouveau dôme de la Société des Arts Technologiques. Ce dôme sphérique couvrant 360 degrés d'horizon et 210 degrés d'arc zénith offre une expérience sensorielle unique au monde. Pour un spectateur couché au centre et regardant vers le haut, l'écran couvre tout son champ de vision. Les images y sont projetées en très haute résolution et le son peut être présenté en plusieurs pistes et positions spatiales. Dû à la forme de cet écran, il est très difficile de produire des images qui conservent leur apparence et leurs proportions lorsque projetée à l'intérieur de la sphère. L'animation 3D devient donc un outil idéal pour régler ce problème puisqu'elle permet le calcul de la perspective automatique selon toute sortes de points de vue. Les films que j'y ai vu ont démontré une bonne faisabilité, mais toutefois sans jamais bien exploiter le caractère immersif qui m'intéresse.

J'ai l'intention de faire des recherches pour réussir à produire une image qui conservera ses propriétés rectilignes lorsque projetée dans ce dôme. L'étape

suivante sera, dans une suite logique, de produire un nouveau film d'animation 3D spécifiquement conçu pour ce dôme.

BIBLIOGRAPHIE

Coleridge, Samuel Taylor. (1834) *Biographia literaria; or, Biographical sketches of my literary life and opinions*, Volumes 1-2. W. Gowans.

Cournot, Antoine Augustin. (1851). *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*. Volume 1. L. Hachette et cie.

Merleau-Ponty, Maurice. (1945). *Phénoménologie de la Perception*. Éditions Gallimard.

Metz, Christian. (1994). *Essais sur la signification au cinéma*, Volume 1. Klincksieck.

Portalis, Jean-Etienne-Marie. (1820). *De l'usage et de l'abus de l'esprit philosophique durant le dix-huitième siècle*. Université de Lausanne.

Sobieszczanski, Marcin. (2000). *Éléments d'esthétique cognitive*. L'Harmattan.

