

Université Paris 8

Master Arts

Mention : *Arts Plastiques et Art Contemporain*

Spécialité : *Arts et Technologies de l'Image Virtuelle*

**Motion Capture et Rendu Expressif**  
Expérimentations esthétiques et animation

**KACIMI IAMS-MIGUEL Oriana**

Mémoire de Master 2

2013- 2014

## Résumé

---

La capture de mouvement, ou motion capture, est un procédé en constante évolution. Elle s'applique à de nombreux domaines, tant cinématographique que vidéoludique, mais elle retrouve également ses sources dans la recherche et la science. Cette pratique a souvent été appliquée à une dimension purement réaliste de par son essence même à capturer le réel.

Ce mémoire est un outil illustratif du détournement de cette nomenclature encore trop peu dépassée : comment peut-on utiliser la capture de mouvement pour la création d'un univers graphique expressif ? Qu'est-ce que cela implique et quelles en sont les spécificités pour le personnage expressif ?

En définissant tout d'abord un panel large et théorique sur les applications de la capture de mouvement aujourd'hui et le rendu expressif, ce mémoire pose aussi les questions des enjeux de la création d'un univers expressif par le biais d'un outil capturant le réel.

Au travers des media aujourd'hui et d'expérimentations personnelles, ce mémoire tentera d'apporter des pistes personnelles de réponses à la mise en place de motion capture pour le rendu expressif ainsi que ses perspectives d'évolution.

## Abstract

---

Motion capture is a process that is constantly developing. It applies in numerous fields, such as cinematography or video games, but it also goes back to sources in science and research. This practice has often been used for its natural realistic dimension, as its main specificity is to capture reality.

This master thesis is an illustrative tool of diversion for a preconceived idea I'd like to challenge : how can we use motion capture to create stylized graphic universe? What does it imply? And what specificities does it give to the stylized character?

By first defining a large panel of theory about today's motion capture's applications and the stylized universe, this master thesis also enlightens the question implied by the creation of a stylized universe based on a tool made to capture reality.

Throughout today's media and personal experimentations, this master thesis will try to bring personal tracks of answers to the way motion capture can be setup to offer stylized graphic universe as well as the outlook for its evolution.

## Remerciements

---

*Je remercie tout ATI pour ces années de découvertes,  
l'équipe pédagogique, et notamment Marie-Hélène Tramus, Chu-Yin Chen, Anne-Laure*

*George-Molland et Cédric Plessiet.*

*Un grand merci à Rémi Brun, Frank Vayssettes et toute l'équipe de Mocaplab pour la  
chance qu'ils m'ont offerte.*

*À mes frères, ma mère et les amis d'outre-mers pour leur soutien.*

*À Neko pour sa relecture attentive.*

*À ma promo de fous avec qui je me suis sentie chez moi.*

*À tous ceux que je n'ai pas cité pour éviter d'écrire à nouveau 100 pages, mais à qui je  
pense quand même.*

*Merci.*

## TABLE DES MATIERES

---

Résumé - Abstract.....	2
Remerciements.....	3
<b>Introduction.....</b>	<b>7</b>
<b>I - Aspects Théoriques : Approche de la Motion Capture et notion d'univers expressif.</b>	<b>10</b>
1) Historiques, techniques et état de l'art.....	10
a) Bref historique de la Motion Capture .....	10
i - Deux hypothèses d'une génèse.....	10
(1) Muybridge et Marey : La chronophotographie.....	10
(2) La rotoscopie.....	14
ii - Définitions de la motion capture et techniques actuelles.....	16
(1) Système électromécanique ou prothétique.....	17
(2) Système magnétique.....	18
(3) Système acoustique.....	18
(4) Système "inertiel" .....	19
(5) Système optique.....	19
iii - Système de référence et pipeline de production.....	21
b) Etat de l'art.....	31
i - Films .....	31
ii - Jeux Vidéo.....	42
iii - Recherches et développement. ....	45
2) La guerre Mocap/Keyframe.....	49
3) L'Uncanny Valley et l'intelligence laide.....	54
<b>II - Réalisations : expérimentations personnelles.....</b>	<b>60</b>
1) Réalisation du projet intensif "14:42" .....	61
a) Présentation et objectifs du projet.....	61
b) Setup de l'univers et du personnage.....	63
i - L'univers graphique.....	63

ii - Recherche et modélisation du personnage.....	66
c) Tournage et post-production .....	70
i - La capture.....	70
(1) Feuille tournage.....	70
(2) Organisation optimale de rigueur.....	73
(3) L'influence de l'acting.....	75
ii - Post-production.....	80
(1) Adaptation au personnage expressif.....	80
(2) Rig toon et mocap.....	82
(3) Conclusion du projet .....	84
2) Autres expérimentations .....	86
a) Réalisations personnelles.....	86
i - Etude des gabarits.....	86
ii - Motion capture et optimisation keyframe ? .....	91
iii - Motion sculpture virtuelle.....	93
iv - "WireWord", mots en mouvement et work in progress.....	98
b) Projet interne à Mocaplab : Robot signeur.....	101
<b>III - Ouvertures : Evolution de la motion capture et perspectives.....</b>	<b>103</b>
1) Pistes à observer.....	103
a) Vers une hybridation cinéma/jeux vidéo par la Motion Capture ?.....	103
b) Usages de la Motion Capture et du rendu expressif ou de personnage non humanoïde dans les médias aujourd'hui.....	104
<b>Conclusion.....</b>	<b>109</b>
<b>Index .....</b>	<b>111</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>113</b>
<b>Filmographie.....</b>	<b>115</b>
<b>Vidéoludothèque.....</b>	<b>115</b>
<b>Webographie.....</b>	<b>116</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>117</b>



## Introduction

Qu'il s'agisse du milieu vidéo ludique ou cinématographique, on constate que le milieu de l'image de synthèse connaît un besoin de plus en plus croissant de s'approcher au plus près de la réalité, du réalisme, d'une imitation parfaite. Oscar Wilde ouvrait déjà le débat dans ses Intentions<sup>1</sup> et la question résonne encore dans le milieu artistique : l'Art imite-t-il la Vie ? Ou bien est-ce l'inverse ?

Mais cette question se heurte à ma propre sensibilité artistique. Pourquoi vouloir atteindre la perfection du réalisme ? Comment l'atteindre alors même que la notion de perfection est illusoire ?

J'ai très tôt pris le parti d'observer l'évolution des choses à défaut d'y prendre part, car la quête de réalisme, bien qu'elle soit loin de me rendre indifférente, n'est pas - encore - le but que je me fixe lorsque je crée. Elle serait même plutôt une quête épineuse où se heurterait la sensibilité du spectateur, car la vision du réel ne dépend-elle finalement pas de chacun ?

Lors de mon entretien d'entrée à la formation d'Arts et Technologie de l'Image, il m'a été demandé d'expliquer mes motivations à rejoindre le milieu de la 3D. Mes pratiques artistiques trouvent leur origine dans le dessin et l'expression graphique expressive purement 2D. Créer des personnages et des univers ont toujours été une passion, qu'ils finissent ou non oubliés sur un coin de nappe, aussi ma vocation première après deux années d'étude en arts plastiques était d'avoir l'occasion de donner une seconde dimension à ces univers, de passer d'une 2D que je côtoyais depuis longtemps à une 3D aux règles différentes et nouvelles.

Le réalisme est séduisant, mais il est un domaine que je trouve très contraignant. Les règles sont nombreuses et les règles ne m'ont que très rarement aidée à créer. Mon intérêt de plus en plus croissant est vers la transgression de ces règles où leur substitution à celles de mon choix et avec le temps, *expressif* et *stylisé* sont les termes que j'ai cru bon

---

<sup>1</sup> "It is none the less true that Life imitates art far more than Art imitates life." / "Il n'est pas invraisemblable que la Vie imite l'art bien plus que l'Art n'imite la vie." Wilde O., (1891) *Intentions - Decay of Lying*, CreateSpace Independent Publishing Platform, p.14.

d'employer pour définir cet intérêt. En peinture, l'expressionnisme est un moyen de communiquer des émotions par la couleur, les formes et les lignes. En s'affranchissant d'une convention réglementée de codes graphiques, la création d'univers *extra-ordinaires* est pour moi une justification en elle-même du choix de l'expressionnisme pour véhiculer une idée, une émotion, sans perdre nécessairement en cohérence.

Le rendu expressif est vaste et multimédia et dans ma pratique, 3D ou non, je ne recherche pas de performance technique, mais une esthétique. Je m'intéresse à la création sans code ni contrainte particulière, celle qui finit en rature en coin de page mais qui n'empêche pas d'évoquer. Je vois la 3D comme un outil et cette dernière année d'étude de Master comme un vaste bac à sable.

Ce mémoire n'a pas pour but d'apporter un énième point de vue sur le débat du réalisme ou non de la 3D et ses enjeux. Ce mémoire est un outil illustratif d'hybridation et de détournement. Car s'il est un domaine qui m'intéresse autant que le rendu expressif, c'est la possibilité de détournement en toute chose, ou comment utiliser un outil dans un autre but que celui qui lui était initialement fixé. Et cette idée du détournement s'est mise en place en découvrant la capture de mouvement ou motion capture, qui est à mon sens une nouvelle illustration de la représentation de l'Homme par lui-même. Qu'est-ce sinon un moyen de capturer la performance de la réalité pour l'amener dans le monde virtuel ?

Pour parer à mes propres faiblesses en animation 3D, la motion capture s'annonçait comme une heureuse alternative : impossible de mal animer en motion capture puisque je capture l'exactitude de l'attitude et du geste.

Mais la question commençait à se poser de savoir si cette exactitude et ce réalisme devenaient discutables lorsqu'ils étaient appliqués à un personnage loin des codes du réel, à des personnages de ma propre pratique artistique.

On admet encore aujourd'hui que la capture de mouvement s'adapte particulièrement au cadre réaliste là où l'animation traditionnelle 3D se prédispose au cartoon, mais que se passe-t-il alors lorsqu'on applique un mouvement réaliste à un personnage qui ne l'est pas ? Quelles spécificités apportent un mouvement réaliste appliqué au personnage expressif ? Je m'interroge sur l'impression sur le spectateur et la raison de cette impression.

En somme, comment utiliser l'outil de capture de mouvement réaliste dans la création d'un univers graphique expressif ? Comment détourner ce médium transposant le réel au virtuel dans une visée expressive ?

J'aimerais dans ce mémoire faire part des mes découvertes et de mes expérimentations dans ce bac à sable de détournement. J'y traiterai dans un premier temps des bases historiques et techniques du domaine de la capture de mouvement avant d'entamer l'association possible avec la notion d'univers expressif. Un second temps sera destiné à l'application technique de cette hybridation ainsi que les conclusions à en tirer dans le cadre de réalisations personnelles.

Enfin, nous élargirons les perspectives d'évolution de la pratique de la capture de mouvement à d'autres domaines d'utilisations découlant de l'expressivité. Ceci ouvrant les portes à des réflexions personnelles qui n'auraient pas eu assez d'une année pour être abouties.

Ce mémoire est aussi la collecte d'expérimentations et d'expériences que je n'aurais pas pu acquérir sans avoir la possibilité de découvrir le fonctionnement des systèmes de motion capture.

J'ai pu débiter par l'intermédiaire du laboratoire Inrev de Paris 8 mais j'ai également eu la chance durant toute cette année de contextualiser mes acquis dans le milieu professionnel en travaillant depuis un an à mi-temps comme opératrice de capture de mouvement juniore au studio Mocaplab.

J'espère au travers de ces pages rendre justice au temps qu'ils m'ont accordé.

# I - ASPECTS THEORIQUES : APPROCHE DE LA MOTION CAPTURE ET NOTION D'UNIVERS EXPRESSIF

## 1) Historiques, techniques et état de l'art

### a) Bref historique de la Motion Capture

#### i. Deux hypothèses d'une genèse

Entreprendre un historique exhaustif de la capture de mouvement, dite aussi *motion capture* ou *mocap*, est un challenge auquel je ne me tenterai pas. Il me semblait pourtant important de commencer par les bases, de trouver un point de départ à cette pratique en constante évolution qu'est la capture de mouvement. De nombreux professionnels du milieu s'accordent à dire que la pratique de la motion capture, bien qu'en constante évolution, est une pratique relativement nouvelle.

Au fil des mois de recherches personnelles, il m'est apparu clairement que des liens pouvaient être faits avec l'avènement de pratiques photographiques et cinématographiques de la fin du XIXe siècle et que ces liens devaient être évoqués avant d'entrer dans le vif d'un sujet plus contemporain.

Il me semble en effet que c'est par la prise de connaissance des ambitions passées que l'on peut comprendre l'évolution actuelle des choses, voire leur redondance. Aussi, dans le cadre de mes recherches en capture de mouvement, mon attention s'est arrêtée sur deux pans particuliers de l'histoire photo-cinématographique.

#### ***(1) Muybridge et Marey : la chronophotographie***

L'étude du mouvement est un des sujets traités par la physiologie mais est également plus largement interprétée dans le domaine artistique, quel qu'il soit.

Les peintures, les sculptures et autres média artistiques fixes sont en grandes parties des représentations de mouvements d'être animés aussi diverses que variées. Ceci nous amenant à réfléchir à l'affirmation de Wilde<sup>2</sup> dans ses Intentions : si l'Art imite la vie, cela

---

<sup>2</sup> "It is none the less true that Life imitates art far more than Art imitates life." / "Il n'est pas invraisemblable que la Vie imite l'art bien plus que l'Art n'imite la vie." Wilde O., (1891) *Intentions - Decay of Lying*, CreateSpace Independent Publishing Platform, p.14.

sous-entend que l'artiste ait le désir de comprendre ce qui l'entoure, de l'appréhender pour ensuite l'interpréter.

Aussi, lorsqu'il s'agit de mettre en scène un être animé dans une image fixe - que le médium soit trois dimensionnel comme la sculpture, ou non - sur quoi l'artiste se base-t-il pour poser ses sujets ? Ce qui mène tout naturellement à la question de savoir : qu'est-ce que le mouvement ? Comment se décompose-t-il ? Et quels outils pour en faire l'étude ?

Le dictionnaire Larousse définit ainsi le mouvement :

*"Action de se mouvoir, de changer de place, de modifier la position d'une partie du corps.", "Rythme dans une oeuvre artistique, dans un récit, une intonation.", "Impulsion, élan qui porte à manifester un sentiment, une volonté, etc."*<sup>3</sup>

Les définitions littéraires du mouvement sont vastes et s'appliquent à de nombreux domaines. Et c'est à l'expression artistique que son sens s'adapte particulièrement à mon sens.

Dans cette discipline, on peut facilement évoquer la danse, qui est l'expression par excellence du mouvement. Mais la notion de sentiment est également suggérée, car c'est souvent par une manifestation émotionnelle que découle le mouvement. Une proximité d'autant plus flagrante dans leur étymologie, où émotion est notamment emprunté au latin *motio* (ou tout simplement "le mouvement", "le trouble", "le frisson".<sup>4</sup>). Le mouvement apparaît alors comme une impulsion physique là où l'émotion est une impulsion psychique.

De nos jours, les librairies spécialisées regorgent d'ouvrages présentant des modèles humains en mouvement, permettant à l'artiste de se créer sa propre banque de données de poses et d'esthétique du corps. Ces livres proposent souvent au choix des photographies de modèles ou bien des dessins basés sur des modèles vivants, mais ces images ne nous sont disponibles que parce qu'elles ont d'abord été prises dans un contexte, dans le contexte du mouvement. Et ce sont ces images du sujet dans sa position et dans son action qui forgent les bases d'une logique de conception du mouvement

---

<sup>3</sup> Définitions du mot "Mouvement", Dictionnaire Larousse : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/>

<sup>4</sup> Etymologie du mot "Émotion", Centre National de Ressources Textuelles et Lexicale en ligne : <http://www.cnrtl.fr/etymologie/emotion>

propre à l'artiste.

Ainsi, si un artiste désire imiter la *vie* au travers des ses oeuvres, il lui faut d'abord voir le mouvement dans la réalité de cette *vie* avant de le transposer dans son imaginaire artistique. L'outil le plus adéquat pour l'étude du mouvement est alors celui qui semble le plus à même de capturer ladite *vie* à l'instant *t* : la photographie.

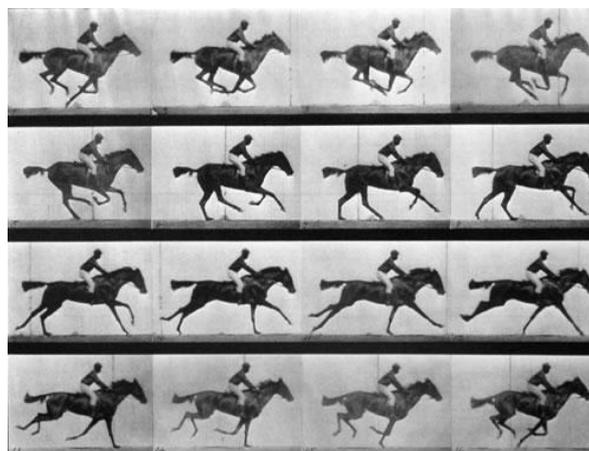
De la Blanchère définit la photographie comme "*l'art de l'imitation par excellence, c'est le calque de la nature, et la nature nous entoure de modèles.*"<sup>5</sup>

Mais étant utilisée dans le but de capturer l'instant *t*, et le mouvement s'étendant dans le temps, quel procédé adopter pour les instants qui suivent ?

C'est aux alentours des années 1880 que des États-Unis et de France commencent à s'élever deux chercheurs dont l'intérêt, indépendant, pour l'étude du mouvement donnera naissance à la *chronophotographie*.

Aux États-Unis, le photographe Eadweard Muybridge est engagé en 1872 pour éclaircir une grande question faisant débat dans un univers où les sports hippiques étaient particulièrement populaires : un cheval au galop finit-il ou non par ne plus toucher le sol à un moment de sa course ?

C'est avec une installation de 12 appareils, méthodiquement placés, réglés et déclenchables à distance qu'il conclut le débat en révélant les quatre pattes de l'animal hors du sol lors de son galop. Cette expérience l'amènera par la suite à s'intéresser à la construction d'une théorie du mouvement.



**Fig. 1 : E. Muybridge - "Annie G." galloping (1887)**

---

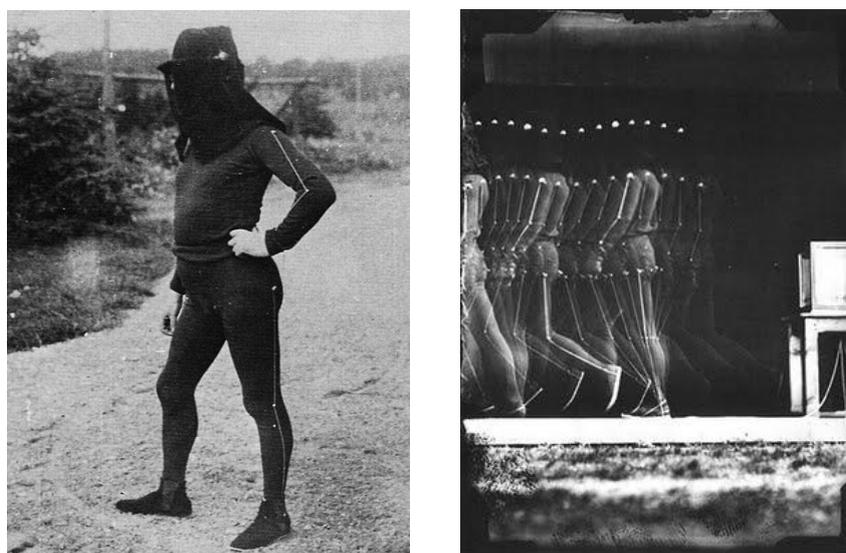
<sup>5</sup> de la Blanchère H., (1860) *L'Art du photographe*, Ed. Amyot, Paris.

En France, l'un des seuls détracteurs ayant envisagé la conclusion de Muybridge avant l'heure envers et contre tous était le physiologiste Étienne-Jules Marey.

Durant la même période que Muybridge, et sans savoir que leurs travaux respectifs étaient liés à l'époque, il s'intéresse à une méthode permettant par enregistrement graphique d'étudier les mouvements d'être animés, animal ou Homme.

Vers 1882 il débute, grâce à la nouveauté de la photographie instantanée, à récolter un grand nombre de clichés à des fins purement scientifiques afin de commencer à construire sa propre théorie sur la locomotion animale et humaine.

Ces photographies mettront le doigt sur la complexe relation du sens et de l'esprit dans la perception de l'Homme. En effet, la plupart de ces clichés remettent en question certaines idées préconçues du perçu des mouvements, comme le prouve l'intensité du débat du cheval au galop, mais également la mécanique de l'envol chez les oiseaux, la démarche humaine...



**Fig. 2 Ensemble de photos de E-J. Marey  
Combinaison de chronophotographie et *Homme marchant* (1890-91)**

Les artistes peintres avaient-ils une vision réaliste du mouvement des cavaliers dans leur scène ? Les statues d'hommes ou de femmes représentent-elles des poses humainement possibles ?

C'est en décortiquant ce qu'est le mouvement que l'on peut réaliser la différence entre le

perçu; le ressenti et la saisie par les sens; et le vu comme une analyse logique et raisonnée, appuyée sur des faits clairement distinguables.

La même année, en 1882, Marey mettra au point le fusil photographique. Cette technique permettra sur une même photo de capturer plusieurs images d'un être en mouvement et d'en décomposer la gestuelle. C'est d'ailleurs par ce nouveau procédé qu'il se fera le précurseur de la cinématographie en inspirant les frères Lumières.

Je reviendrai plus tard dans ce mémoire sur ceux deux figures de la chronophotographie et en quoi leur travail est encore d'actualité dans le domaine artistique<sup>6</sup>.

Néanmoins cette partie était l'occasion à laquelle je tenais de poser dans un premier temps les prémices d'une pratique basée sur le mouvement et son étude, sur l'histoire de deux hommes dont l'objectif était d'apprendre à améliorer leur compréhension du mouvement humain et animal.

L'ensemble de ces progrès techniques photographiques amène à un résultat que l'on pourrait rapprocher des débuts de la capture du mouvement. La photographie est une capture du moment où la chronophotographie ajoute une dimension temporelle : elle brise le fixe, amène la notion de durée et l'impression de l'action.

## ***(2) La rotoscopie***

Il existe une seconde théorie sur l'origine de la motion capture que l'on accorderait à la rotoscopie.

Développée en parallèle de la chronophotographie entre la fin du XIXe et le début du XXe siècle, cette technique employée en cinématographie utilise la prise de vue réelle pour permettre, image par image, de relever les contours et de les retranscrire ensuite à l'animation traditionnelle.

La rotoscopie, très utilisée dans les films d'animation, permet notamment d'ajouter du réalisme et une certaine dynamique, car elle se base sur des mouvements réels qui peuvent par la suite être exagérés pour accentuer leur ampleur et leur pouvoir évocateur. C'est une pratique particulièrement utilisée dans les films d'animation où Disney fut l'un

---

<sup>6</sup> cf. Autres expérimentations p.86

des précurseurs vers 1937 avec le dessin animé Blanche-Neige.

Les productions Disney avaient par la suite pris pour habitude d'utiliser des acteurs pour jouer la plupart des scènes, ceci afin d'aider les animateurs à redessiner les personnages par dessus de la manière la plus juste tout en gardant la possibilité d'y apporter la touche expressive propre aux univers du dessin animé.



**Fig.3 Alice au Pays des Merveilles (Disney), capture du making-of.**

La rotoscopie est une forme de décomposition du mouvement qui rendait par ailleurs la tâche complexe et fastidieuse aux animateurs, ils devaient alors recréer systématiquement chaque image de chaque scène. Elle reste d'actualité dans certaines productions d'animation où elle connaît des améliorations techniques pour rendre la tâche plus simple, voire automatisée.

Dans une optique d'étude du mouvement et d'interprétation artistique, l'enjeu même de la rotoscopie est selon moi une raison valable pour la considérer comme une prémice rudimentaire, car allamano, de la capture de mouvement contemporaine.

Tout comme en introduction de cet historique, j'insiste une nouvelle fois sur l'aspect non exhaustif et le possible avis divergent que l'on peut avoir sur les origines et les évolutions de la motion capture. Cette pratique relativement nouvelle a suivi de nombreux chemins indépendants qui font de sa "généalogie" un aspect presque propre à chaque individu selon ses pratiques. Aussi, dans un souci de détails et de clarté, je suggère à la fin de ce mémoire les pistes d'explication rejoignant ou non les pans que j'ai pu décrire jusqu'ici et

qui ont forgé mes connaissances actuelles<sup>7</sup>.

## **ii. Définitions de la motion capture et techniques actuelles**

Aux non-initiés à qui il arrive de me poser la question de définir la motion capture, je réponds d'une manière très large qu'il s'agit d'un système permettant la capture de mouvement d'un corps ou d'un objet en temps réel et d'être transposé dans un univers virtuel. C'est, en somme, un procédé transformant une performance réelle en performance virtuelle et dont l'utilisation touche autant de domaines scientifiques que de divertissements.

Mais cela forme un raccourci, quoique explicite en terme de résultat visible, qui est encore un peu vague. À un public plus averti, il me semblerait plus juste d'expliquer tout d'abord qu'il s'agit d'une méthode de calcul de coordonnées.

Si cela reste une explication encore assez vague et effrayante, il est important de préciser que c'est une définition qui à mon sens est applicable à une grande partie des systèmes de capture de mouvement. Car en effet, chaque système ayant ses propres spécificités, il n'est pas nécessairement possible d'expliquer le fonctionnement de l'un pour résumer les autres.

La motion capture est une pratique polyvalente. C'est un procédé pour une grande part informatique, car il s'agit comme je le disais précédemment d'une méthode de calcul de coordonnées. Mais c'est également un milieu où l'humain et l'art se croisent systématiquement. Car avant de procéder à une quelconque action derrière un ordinateur, une organisation minutieuse est requise lorsqu'il s'agit de préparer les tournages.

En effet, si l'on considère que la motion capture trouve une part de ses origines en photo-cinématographie, cela se confirme d'autant plus dans son organisation.

La motion capture, c'est un peu d'art vivant, ce sont des séances de tournages, des acteurs, des rôles et des réalisateurs qui travaillent ensemble avec des techniciens du mouvement pour faire passer la performance d'un état vivant et réel à vivant et virtuel.

---

<sup>7</sup> cf. Bibliographie p.113 : Liverman M. et Sturman D.J.

Depuis les années 1970, de nombreux systèmes ont vu le jour. Dans une optique d'avoir une vision globale des pratiques actuelles, je ne ferai pas une liste exhaustive des procédés existants, car leur évolution est constante et leur utilisation parfois propriétaires, l'exhaustivité devenant compromise. Néanmoins, il me semble intéressant de traiter des pratiques les plus communes aujourd'hui et d'en détailler leurs particularités et les tendances actuelles.

Il existe à l'heure actuelle cinq grandes catégories de capture de mouvement.

### ***(1) Système électromécanique ou prothétique***

La capture mécanique est une de celle qui rappelle la tenue de chronophotographie des expérimentations de Marey avec son fusil photographique<sup>8</sup>.

À l'aide d'un exosquelette adapté à l'objet à capturer, les gestes, comprenant les rotations, sont relevés par des calculateurs intégrés aux jointures qui enregistrent les données de mouvement<sup>9</sup>. Par la suite, à l'aide d'un logiciel, les coordonnées sont récupérées et reconstituées.

Ce système est relativement peu utilisé malgré l'avantage de sa précision; les capteurs étant directement intégrés à la combinaison, il n'y a aucun risque de perte durant le mouvement et cela assure une certaine stabilité à l'enregistrement.

Néanmoins, l'utilisation devient plus complexe dès lors qu'il s'agit de mouvement vif, d'interaction avec d'autres acteurs ou tout simplement d'enchaîner des captures avec des acteurs de gabarit différent. La particularité de ce système est qu'une grande part du mécanisme est directement sur l'acteur, et que l'exosquelette en question doit être sur mesure pour fonctionner correctement. Cela signifie qu'il est nécessaire d'avoir autant de combinaison, pour une part assez lourde et encombrante, que d'acteurs dans la scène à jouer.

---

<sup>8</sup> cf. Figure 2, p.13.

<sup>9</sup> La société MetaMotion propose des modèles de système électromécanique : <http://www.metamotion.com/gypsy/gypsy-motion-capture-system.htm>

En revenant sur cette idée d'encombrement, les interactions sont elles aussi plus compliquées voire à proscrire. Tout en sachant que les calculateurs sont généralement reliés par un système filaire qui réduit davantage la mobilité.

Tous ces inconvénients en font un système certes fiable mais peu adapté au cinéma ou pour le jeu vidéo. Il reste cependant un outil intéressant dans l'étude de la cinématique d'une partie du corps en particulier par exemple.

### ***(2) Système magnétique***

La capture magnétique utilise l'émission d'un champ électromagnétique à un point réel de la zone de capture, représentant l'origine de la scène virtuelle. La combinaison de l'acteur est composée de senseurs positionnés sur les principaux points d'articulation du corps, enregistrant leur position les uns par rapport aux autres et la transférant à un transmetteur. Ce dernier détecte alors toutes perturbations dans la zone ainsi que les positions et les rotations grâce aux informations que les senseurs communiquent entre eux.

Système moins encombrant que le système mécanique, il convient néanmoins de prévenir toute perturbation électromagnétique qui pourrait fausser les calculs des senseurs et donner des informations erronées ou de trop grosses perturbations qui demandent un certain temps de correction en post-production.

### ***(3) Système acoustique***

La capture acoustique est en partie ressemblante au système magnétique; la combinaison de l'acteur est composée de transmetteurs audio, placés une fois de plus à chaque articulation principale. Ces derniers émettent un son lorsqu'ils sont activés par le mouvement de l'acteur. Le calcul des coordonnées s'effectue alors par la mesure du temps du trajet du son jusqu'à des récepteurs fixes. S'en suit une triangulation afin de définir la position de l'émetteur pour ensuite retranscrire le point en 3D dans la scène virtuelle.

L'inconvénient de ce système et de même nature que le précédent. Étant basé sur l'acoustique, il est nécessaire de s'assurer de ne pas interférer durant les captures pour ne

pas fausser les coordonnées. Enfin, la combinaison et le procédé de capture impliquent une mobilité réduite à cause de la présence de câblage sur certains modèles, mais aussi un nombre limité d'émetteurs qui coûtent en précision de calculs, précision déjà réduite comparée à d'autres systèmes.

#### ***(4) Système "inertiel"***

Récent et portable, ce système repose sur l'intégration de capteurs dans la combinaison qui mesurent leurs mouvements les uns par rapport aux autres sans transmission externe. On parle de système inertiel car si les mouvements sont bien enregistrés, le déplacement du corps dans sa totalité lui n'est pas pris en compte. Chaque geste enregistré est animé "sur place" et doit être soit keyframé<sup>10</sup> ultérieurement, soit requiert l'utilisation d'un second système (optique par exemple).

Son intérêt est sa portabilité. Il ne nécessite pas de studio pour fonctionner et peut s'utiliser en extérieur<sup>11</sup>.

#### ***(5) Système optique***

Ce système utilise des marqueurs réfléchissants et des caméras digitales infrarouges disposées de manière à entourer une zone de capture.

Lorsque l'acteur entre dans la zone de capture, les caméras détectent les marqueurs réfléchissants disposés sur la combinaison et envoient les informations à un ordinateur qui traque et traduit leur position dans l'espace virtuel<sup>12</sup>.

Comme pour tous les systèmes de capture précédemment cités, le placement des marqueurs est situé près des articulations et de manière à bouger le moins possible afin de créer une forme de rigidité, comme un os de squelette sur lequel se basera la mise en place du rig<sup>13</sup> du personnage virtuel.

---

<sup>10</sup> Technique d'animation 3D traditionnelle, dite image par image. Il s'agit d'animation de clé par interpolation, permettant de créer un mouvement étape par étape à l'image de l'animation traditionnelle 2D.

<sup>11</sup> La société Xsens propose des systèmes portatifs de capture de mouvement : [www.xsens.com](http://www.xsens.com)

<sup>12</sup> Sont notamment citables les sociétés Vicon ([www.vicon.com](http://www.vicon.com)) et OptiTrack ([www.naturalpoint.com](http://www.naturalpoint.com)).

<sup>13</sup> Terme employé pour désigner le "squelette" animable d'un personnage 3D.

La spécificité de ce système parmi les autres est le fait que la combinaison, et donc l'acteur, n'est pas l'émetteur des informations. Les marqueurs ne sont que des boules réfléchissantes qui donnent un point de repère aux caméras qui, elles, font le travail de retranscrire les coordonnées avec l'ordinateur.

L'avantage de ce système est la possibilité de faire intervenir plusieurs acteurs dans une scène ainsi qu'une plus grande mobilité. Les marqueurs étant généralement de simples billes de mousse recouvertes de peinture réfléchissante, la combinaison reste légère.

Néanmoins, bien que ce système permette un plus grand panel de mouvement tel que les interactions entre acteurs et autres gestes proches du corps, il est à noter que des situations d'occlusion<sup>14</sup> sont courantes. Ce problème se règle généralement par la présence et la disposition étudiée des caméras autour de la zone de capture qui permettent une interprétation de l'emplacement du marqueur masqué par rapport aux autres.

Enfin, dans le cadre spécifique de la capture optique, l'utilisation d'objet lors d'un tournage, appelé *prop*<sup>15</sup>, amène certaines contraintes. D'une part, la dimension du *prop*, s'il s'agit d'un mobilier ou d'un objet de grande surface couvrante, qu'il est nécessaire d'adapter au maximum pour le rendre le plus transparent<sup>16</sup> possible pour éviter les occlusions. D'autre part, l'utilisation de props tel que des armes ou tout autre objet dont se sert l'acteur pour un interagir doit être marqué à son tour. De cette manière, le mouvement de l'objet est retranscrit dans la scène 3D et permettra par la suite d'être remplacé par une modélisation : l'animation sera cohérente avec celle du personnage virtuel.

Le système optique est également une catégorie de capture qui regroupe d'autres techniques en essor de nos jours. Parmi elles sont à noter les systèmes basés sur la

---

<sup>14</sup> Le phénomène d'occlusion se produit lorsque un marqueur est rendu invisible pour les caméras. Cela arrive fréquemment lors de mouvements tels que les assises ou les positions allongées durant lesquelles l'acteur masque les marqueurs avec son corps. Ce phénomène est courant et se corrige généralement en post-production.

<sup>15</sup> Le terme *prop* est employé dans le domaine de la 3D pour désigner un objet inanimé. En motion capture également, il s'agit d'objet fabriqué pour l'occasion d'un tournage et qui permet aux acteurs d'avoir des interactions réalistes avec leur environnement.

<sup>16</sup> Les objets sont souvent faits avec des matières grillagées pour que l'on puisse voir les marqueurs à travers.

profondeur de champ dite *depthmap* tels que la technologie Kinect de Microsoft ou encore la société Dynamixyz<sup>17</sup> qui propose de la capture faciale sans marqueurs.

### **iii. Système de référence et pipeline de production**

Actuellement, le système optique est le plus rencontré dans les productions vidéo ludique et cinématographique, comme le montre de nombreux grands films tels que Avatar, la saga du Seigneur des Anneaux, King Kong ou encore les jeux vidéo comme Watch Dogs, Heavy Rain et Assassin's Creed. Ces productions s'en sont toutes servies pour l'animation de leurs personnages, partiellement ou en totalité.

Les hypothèses concernant cette préférence technique rejoint les avantages cités plus haut : tenue légère avec une plus grande mobilité, qualité de l'enregistrement stable et moins de crainte de détérioration du matériel puisque les marqueurs de mousse à faible coût sont simples à remplacer en cas d'usure et que les caméras sont fixes .

Ce système est d'autant plus présent qu'il est jusqu'alors le seul qu'il m'ait été donné de travailler avec. Le système OptiTrack est celui actuellement proposé au laboratoire Inrev de l'université Paris 8 tandis que la société Mocaplab est équipée d'un système Vicon.

Oscillant entre l'utilisation d'un système OptiTrack et Vicon, je me suis familiarisée avec l'utilisation de leurs logiciels propriétaires, respectivement Arena et Blade ainsi que MotionBuilder pour éditer ou modifier les captures. Ce logiciel d'animation sera d'ailleurs la référence principale durant toute l'écriture de ce mémoire et lors de mes expérimentations.

Après un bref historique de la capture de mouvement et de ces systèmes actuels, il me paraît important de toucher quelques mots sur l'organisation globale d'un tournage de motion capture. Le pipeline d'un tournage de mocap est d'autant plus intéressant qu'il permet de faire un nouveau lien avec la cinématographie.

Quelque soit le système utilisé, l'organisation d'une production de motion capture suit un chemin à peu près identique que l'on peut résumer sur le graphique suivant :

---

<sup>17</sup> [http://www.dynamixyz.com/main\\_WordPress/](http://www.dynamixyz.com/main_WordPress/)

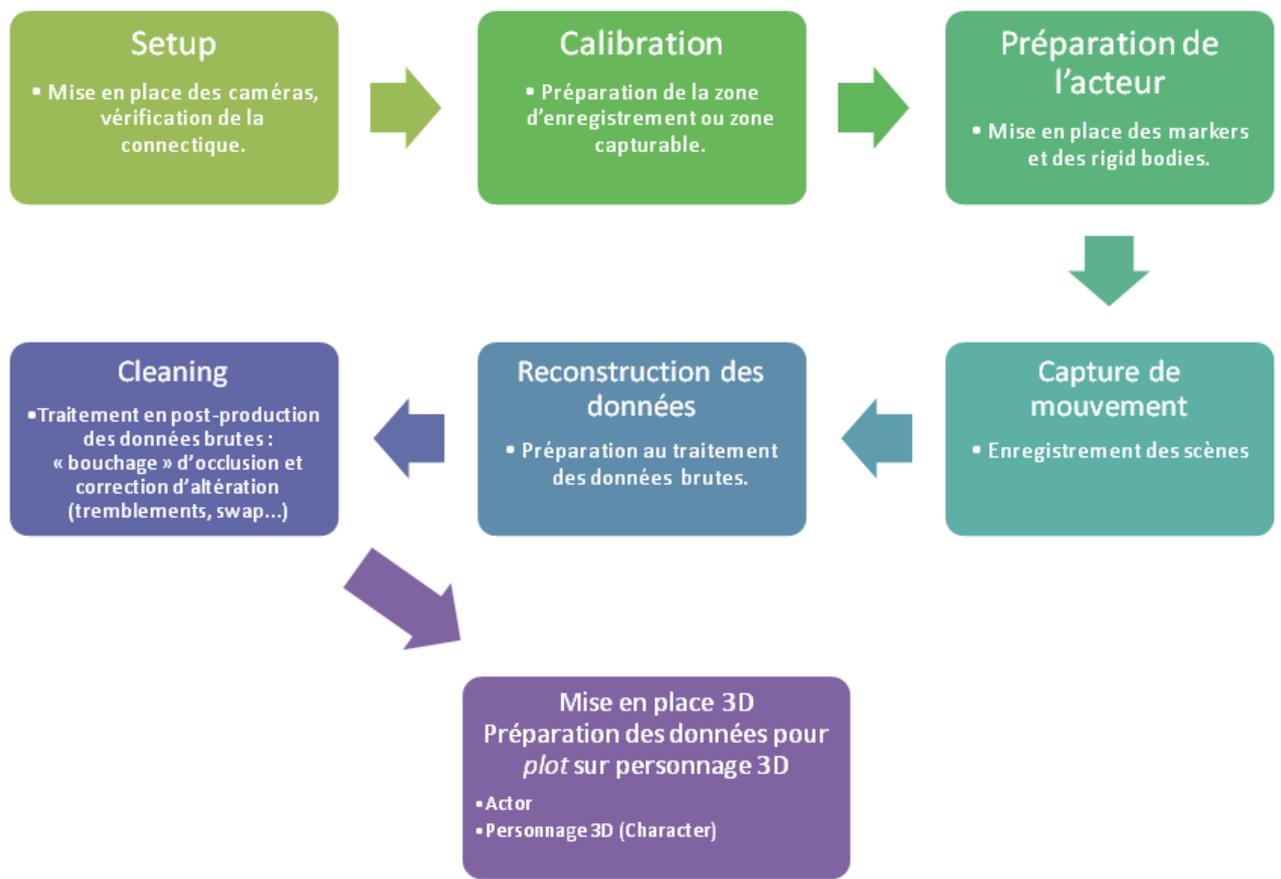


Fig. 4 Schéma du Pipeline de Motion Capture

## Setup

La mise en place des caméras est une étape qui varie selon la configuration requise pour le type de mouvement nécessaire : une course pourrait imposer une disposition des caméras en "couloir", tandis qu'une assise ou un dialogue préférera une disposition des capteurs en cercle ouvert afin d'avoir une vue à 360° de la scène.

J'emploie volontairement le terme de capteur pour parler des caméras, car il est une erreur courante dans le milieu qui attribue ce terme aux marqueurs placés sur la combinaison.

C'est une erreur de bon sens : rappelons que les marqueurs, dits aussi markers car l'anglicisme est admis dans le milieu, ne sont que des matériaux réfléchissants qui ne renvoient que la lumière qu'ils reçoivent. Il ne s'agit donc pas de capteurs : ce sont des

miroirs, ils n'enregistrent rien et n'émettent pas à proprement parler.

Les caméras elles en revanche sont celles qui émettent les lumières infrarouges sur la scène que les marqueurs reflètent. Et ce sont ces réflexions que les caméras réceptionnent, *captent*, et transmettent à l'ordinateur. Il est donc important de faire cette distinction pour intégrer la logique du fonctionnement du système optique de motion capture.

Il est également à noter que le nombre de caméras présent d'un studio de tournage à l'autre varie grandement. Cela étant souvent dû à une question de budget, mais aussi au type de prestation proposée. Il est admis qu'une demi-douzaine de caméras est un minimum pour la capture d'un acteur en *fullbody*<sup>18</sup> dans une zone de capture peu étendue afin d'avoir un résultat correct. Un minimum de quatre caméras est également envisageable, mais ne permet pas un grand champ d'action. Aussi, l'augmentation du nombre de caméras permet naturellement d'augmenter la zone capturable, la précision de la capture et le nombre d'acteurs intégrables dans la zone.



**Fig. 5 - Exemple de placement de cameras en cercle autour de l'acteur (Système Vicon), studio Mocaplab.**

Le Setup implique donc la mise en place des caméras en concordance avec le type de mouvement souhaité et les vérifications d'usage sur l'état global de ces dernières.

---

<sup>18</sup> C'est-à-dire la capture du corps en entier (avec ou sans facial et doigts).

## Calibration

Avant d'entreprendre une capture de mouvement, il est nécessaire de définir une zone de capture. La calibration est une étape importante, car c'est notamment de sa bonne exécution que dépendra la qualité de l'enregistrement.

Une fois toutes les caméras prêtes, on utilise un marker-wand<sup>19</sup>, généralement une perche dotée d'un ou plusieurs markers, qui va servir à quadriller la zone grâce à des mouvements réguliers dans l'espace capté par les caméras. Il s'agit d'une étape un peu physique où le préposé à la calibration doit littéralement brasser l'air de la pièce au milieu des caméras afin de délimiter physiquement l'espace capturable.

Les caméras détectent le ou les markers sur la wand et l'ordinateur est en mesure de créer par interpolation des trajectoires la zone couverte et le volume dans lequel l'acteur pourra agir virtuellement.

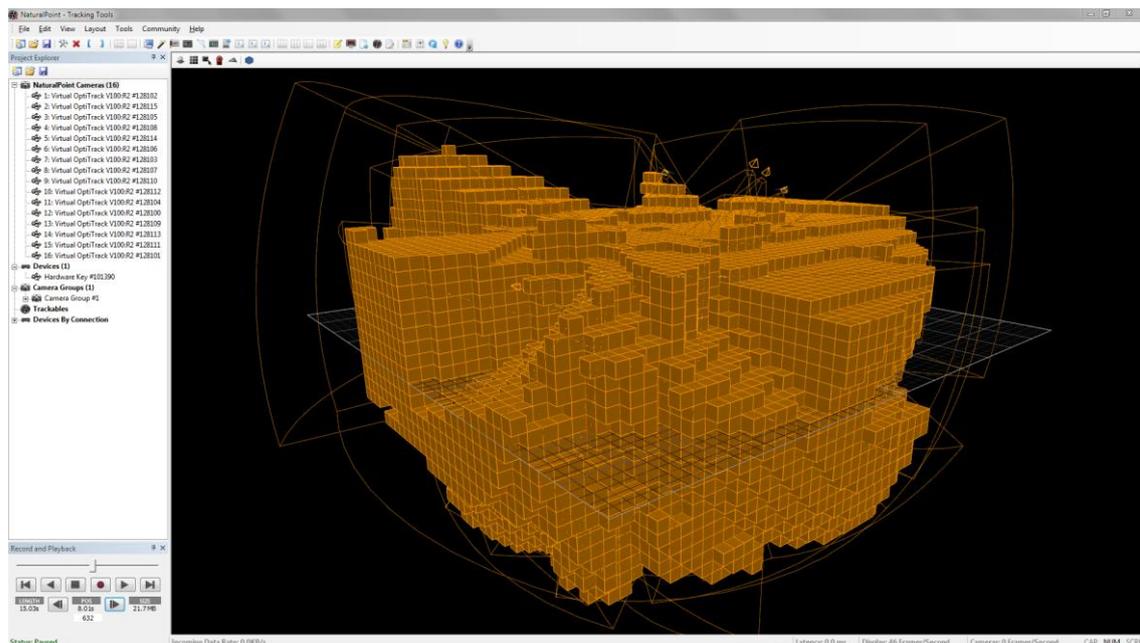


Fig. 6 Exemple de volume de capture après une calibration (système OptiTrack).

<sup>19</sup> Outil souvent en forme de baguette, sur lequel se trouve un ou plusieurs markers et utilisé pour délimiter physiquement la zone de capture exploitable lors d'une session. Les termes employés varient.

## Mise en place des markers

Afin d'être détecté correctement dans ce nouveau volume 3D, la combinaison doit être préparée de manière à créer le squelette de l'acteur virtuel.

Le placement des markers varie d'une production à l'autre, prenant en compte les besoins spécifiques du mouvement et des règles de base de mise en place. S'agira-t-il d'un mouvement près du corps nécessitant plus de markers pour combler les risques d'occlusion ou un mouvement plus ample ?

Le principe du placement des markers est de recréer les principales zones du corps indéformables par rapport aux points d'articulation. Ces zones forment ce que l'on appelle des rigidbodies. Il s'agit du regroupement de deux ou plusieurs markers, rigides car représentant des zones normalement indéformables comme le bassin ou l'avant-bras, et formant les bases du squelette virtuel par rapport à l'acteur réel sur lequel sera plus tard basé le personnage 3D.

Voici un exemple de placement de base des markers, ici une capture à 36 markers :

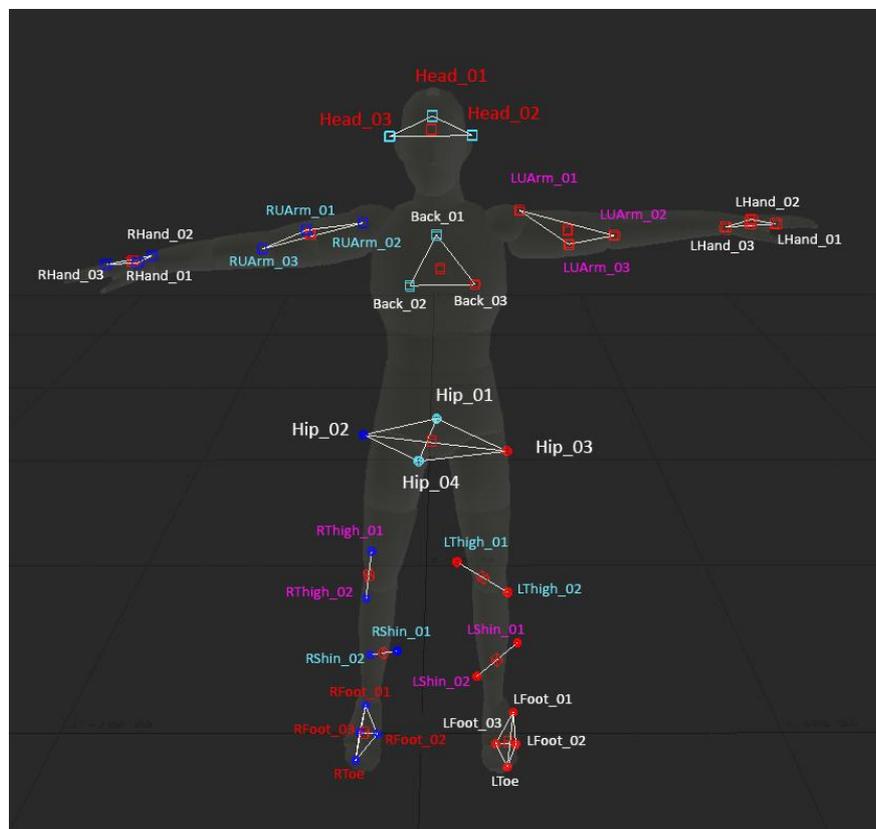


Fig. 7 - Exemple de placement des markers et de nomenclature.

A noter qu'il est possible d'ajouter des rigidbodies. Dans cet exemple, le torse est absent, de même que les doigts, la clavicule ou l'orientation des coudes. Mais il serait tout à fait possible de les ajouter pour rendre la capture plus précise et les risques d'erreur, comme les swaps<sup>20</sup>, moins importants.

### **Capture, reconstruction de données et cleaning**

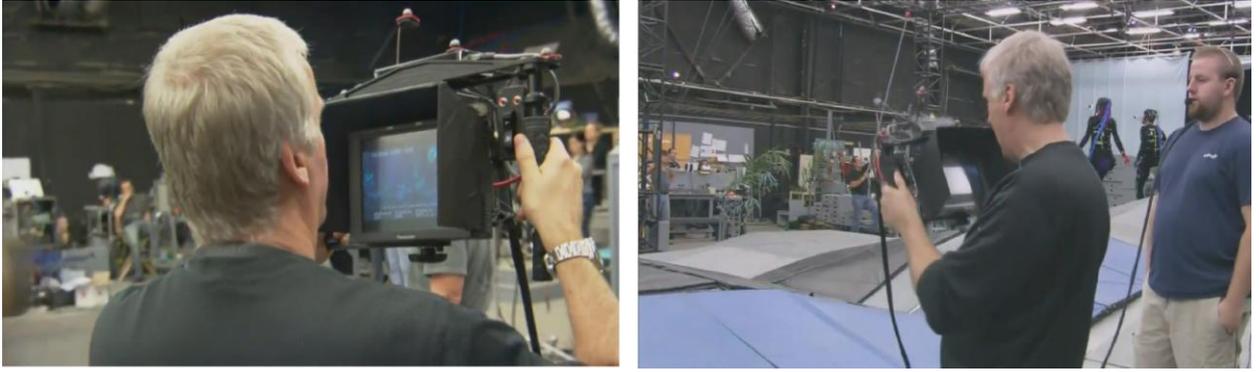
Après la mise en place du matériel, la capture peut commencer. Elle s'apparente en de nombreux points en une séance de tournage de cinéma. Un réalisateur est présent, un acteur joue et les séquences capturées sont des prises, ou *takes*. La différence commence dès qu'il s'agit du choix d'angle de vue : la capture de mouvement ne s'embarrasse pas de cela puisque qu'elle enregistre normalement sous tous les angles, le choix d'un cadrage se fera plus tard en 3D.

Il existe néanmoins des situations faisant appel à des caméras dites virtuelles. Elles permettent au réalisateur d'avoir un aperçu de la scène en cours directement en 3D. Ce système fut utilisé par James Cameron lors du tournage du film Avatar (2009) lors de la plupart des scènes d'action. Le dispositif est un écran surmonté d'un ou plusieurs markers et donc capté par les caméras infrarouges. L'univers 3D est généré par l'ordinateur qui attribue à chaque acteur et ses markers leurs personnages en CGI<sup>21</sup>, ainsi que le décor dans lequel leurs doubles virtuels évoluent. La caméra virtuelle offre au réalisateur, via l'écran relié à l'ordinateur, la possibilité de prévisualiser les scènes en CGI et les acteurs avec l'ensemble des éléments 3D pour préparer ses plans de cadrage et diriger. Il est ainsi capable de "voir" ce que ses personnages virtuels "voient" également.

---

<sup>20</sup> Le swap est un phénomène d'interversion de deux markers. Résultat de deux markers placés trop près l'un de l'autre. Lors des calculs de trajectoire, l'ordinateur les intervertit par erreur et oblige une correction en post-production.

<sup>21</sup> CGI : Computer generated imagery soit image générée par ordinateur ou image de synthèse.



**Fig. 8 - Utilisation d'une caméra virtuelle sur le tournage d'Avatar (James Cameron, 2009)**

Les enregistrements donnent une série de coordonnées et de trajectoires que le logiciel reconstruit afin de représenter un nuage de point (Fig.7).

On rétablit par la suite informatiquement les noms de chaque marker pour faciliter la mise en place du personnage virtuel. Ces regroupements créent les rigidbodies (cf. Fig. 7) qui permettent de visualiser le corps virtuel et de faire les corrections nécessaires en cas d'occlusion de markers ou de swaps. En corrigeant le maximum d'erreurs de calcul, on s'assure d'un mouvement fluide sur lequel sera attribuable un personnage 3D, sans déformations disgracieuses ou sautes inexplicables durant l'animation. L'étape suivante s'effectue sur Motion Builder.

### **Mise en place 3D : De l'acteur réel au personnage virtuel**

Le mouvement, et par extension le corps de l'acteur, passent par quelques étapes avant de se confondre avec celui du mesh<sup>22</sup> du personnage 3D.

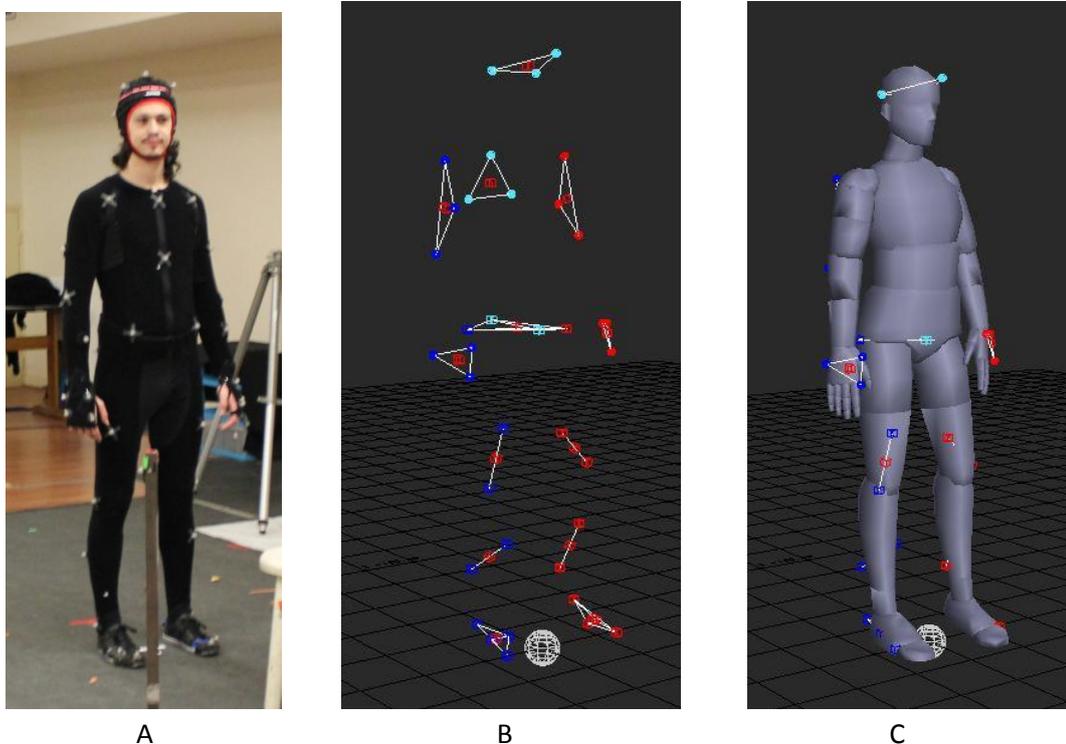
Ces intermédiaires sont ce qui vont permettre de faire le lien avec le plus de précision possible entre réel et virtuel afin d'éviter les inconvénients de gabarit trop différent, point sur lequel je reviendrai longuement un peu plus tard dans ce mémoire<sup>23</sup>.

La logique de "transfert" du mouvement réel au mouvement virtuel s'appuie sur trois notions fondamentales pour mon année d'expérimentation : l'Actor, le Skeleton et le Control Rig.

<sup>22</sup> Un mesh, ou maillage, est un objet 3D organisé en polygones et composé de face, de vertex et d'edges. C'est ce qui compose la forme d'un objet 3D.

<sup>23</sup> cf. "Adaptation au personnage expressif" p.80

A la fin d'une capture de mouvement et d'un cleaning préalable, l'animation est encore à l'état de nuage de point permettant seulement d'identifier les parties du corps (Fig.9 B)



**Fig. 9 - Aperçu des markers de l'étape de capture à celle de post-production.  
Premier passage du réel au virtuel : acteur vers Actor.**

Le logiciel MotionBuilder est un puissant outil d'animation et de traitement de données de motion capture, et son fonctionnement se base sur une logique de dirigeant/dirigés.

Dans un souci de clarté, je propose dans un premier temps une définition globale des trois éléments constituant la logique d'animation de Motion Builder :

- L'Actor qui est la représentation virtuelle d'un personnage réel (Fig.8 C). Il permet de recréer un avatar virtuel correspondant au gabarit de l'acteur réel. Il est redimensionnable et se place en concordance avec la disposition des markers. C'est durant cette étape que les rigidbodies sont attribués à leurs parties du corps respectives. (Fig.7)
- Le Skeleton qui forme les joints d'un personnage 3D. Son nom sous-entend qu'il forme le "squelette", mais en l'état, il est utilisé pour la gestion des déformations du mesh du personnage 3D et n'est pas optimisé pour de l'animation.
- Le Control Rig qui est un dispositif permettant l'animation du personnage.

L'ordre et la logique de passage de l'une ou l'autre de ces étapes est un choix qui dépend en grande partie du but recherché. Je ne m'attarderai donc pas sur les autres utilités que peuvent avoir ces options et me concentrerai sur l'utilisation pour la motion capture.

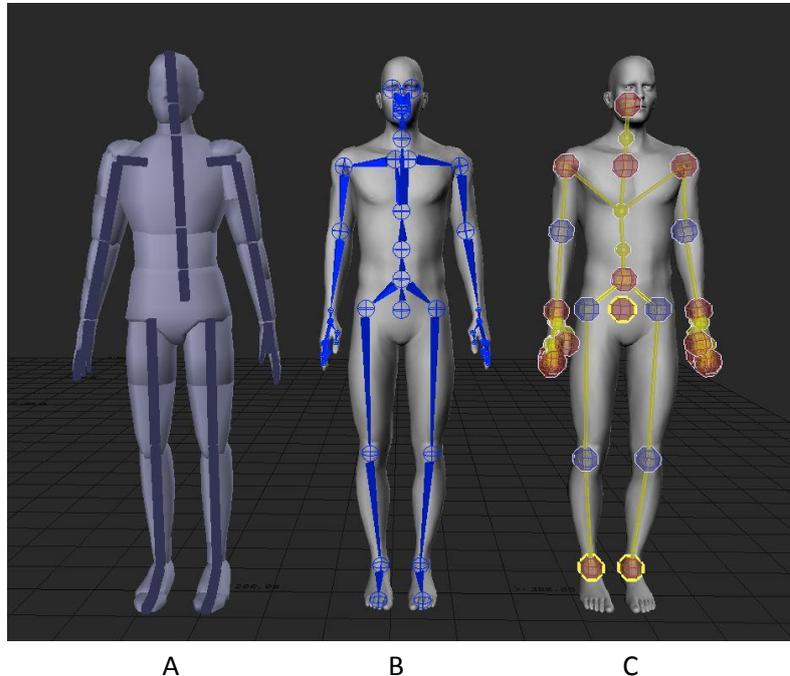


Fig. 10 - Illustration de l'Actor, du Skeleton et du Control Rig dans Motion Builder.

Il est tout d'abord à noter la notion de skeleton sur laquelle je passerai très brièvement : le skeleton (Fig.10 B) est à part entière du mesh 3D, il n'est d'ailleurs généralement pas créé sur MotionBuilder mais sur des logiciels comme Maya ou 3dsMax. Dans le contexte d'une production, il s'agit de joints (Fig.10 B) déjà fournis avec le personnage 3D qui doit être animé.

De retour dans MotionBuilder, une fois que l'actor est correctement mis en place et que le mesh 3D à animer est importé, il est une fois de plus nécessaire de définir au logiciel comment interpréter ces joints, de manière à passer de Fig.10 B à Fig.10 C. Soit d'un squelette non-animable à un squelette animable.

Cette définition passe par la *Characterization*. Où comment expliquer concrètement au logiciel comment se compose le corps de notre personnage, où se place chaque membre et comment ils interagissent entre eux.

C'est lorsque la characterization est faite que l'on se retrouve avec une scène 3D composée d'un actor avec l'animation de mocap et d'un personnage 3D avec un control

rig, soit un squelette totalement animable et contrôlable par une animation.

Le control rig joue un rôle important dans la mise en place de l'animation sur un mesh 3D. Aussi fluide soit le mouvement capturé, il arrive généralement que des problèmes interviennent lorsque l'animation est placée sur un personnage virtuel. Les plus fréquents sont les phénomènes d'interpénétration ou toutes autres erreurs de cleaning qui auraient pu être négligées.

L'interpénétration arrive fréquemment lorsque le gabarit de l'Actor ne correspond pas à celui du personnage virtuel. C'est là que le control rig entre en jeu. Étant un squelette animable, il va permettre de modifier les moments où le phénomène est visible afin de réduire les erreurs sans pour autant nuire au jeu de l'acteur. Il s'agit de ce que l'on appelle le retargeting. Le technicien corrige les mauvaises trajectoires en paramétrant chaque personnage (Character Settings) ou en les modifiant avec des clés d'animation. L'interpolation qui en résulte permet une rectification invisible.

Au même titre que les gabarits, je reviendrai un peu plus tard sur cette notion de retargeting et l'importance qu'elle prend dans des cas où la motion capture est appliquée à des personnages expressifs.

Cette grande partie explicative était pour moi très importante afin de mettre en place les bases de réflexions qui vont suivre dans ce mémoire. Elle traduit également la manière dont mon propre acquis s'est forgé : en découvrant les bases et s'en servant pour du détournement.

## **b) Etat de l'Art**

Après un bref historique de la motion capture, j'entame une ouverture sur les domaines dans lesquels mes recherches ont su trouver un écho ou un intérêt tout particulier.

Cette partie est pour moi l'occasion de revenir sur une question non moins importante de ce mémoire : le rendu expressif.

Le rendu expressif est un terme que j'emploie souvent en opposition au photo-réalisme, et cet état de l'art présentera des exemples de ces deux univers. Il s'agit pour une grande partie de ce qui définit à la fois ce que j'entends par univers expressif mais aussi les liens que j'entrevois entre le rendu et la motion capture. Il s'agit aussi de proposer quelques exemples de l'emploi de la motion capture et sa visée réaliste; de par sa nature même à capturer le réel; mais également dans une visée expressive, du surréaliste qui fait fût des convenances du réel pour créer son propre univers et ses propres règles.

De nos jours, la motion capture se retrouve beaucoup dans le milieu du film et du jeu vidéo, mais sa pratique est toujours d'actualité dans les domaines de la recherche, de l'éducation et de la médecine. Je citerai dans un premier temps l'état de l'art visible dans les films avant d'entamer un aperçu du monde vidéo ludique. Je finirai enfin par les domaines de recherches qui sont, rappelons-le, les précurseurs de la pratique de capture de mouvement.

### **i - Films**

En écho à ma propre pratique du dessin, j'ai toujours eu une affection particulière pour les univers extraordinaires, s'affranchissant d'une volonté de réalisme, ou détournant ses codes, s'approchant parfois même de l'expressionnisme à outrance - car il me semble que l'exagération des émotions dans le milieu vidéo ludique ou cinématographique est une forme d'expressionnisme. Ne définit-on pas ce dernier comme un mouvement privilégiant l'expressivité par rapport au respect d'un code formel et plus précisément comme une déformation de la réalité dans le but de provoquer des émotions ?<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Encyclopédie Larousse : <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/expressionnisme/50657>

Dans le monde cinématographique, la capture de mouvement s'impose soit sur la totalité de l'oeuvre, devenant une création *full3D*, soit en partie lorsqu'il s'agit d'effets spéciaux ponctuels ou très spécifiques.

Dans le cadre des films que j'ai sélectionnés, mes recherches se sont arrêtées sur quelques oeuvres mélangeant à la fois différents univers graphiques tout en ayant le point commun d'utiliser en totalité de la motion capture pour l'animation. Il s'agit de choix basés en très grande partie sur un intérêt esthétique et technique mais non scénaristique. Je détaillerai tout au long de cet état de l'art les impacts que ces oeuvres ont pu avoir sur mes réflexions tout au long de cette année de recherche.

Dans un premier temps, je présenterai quelques films où l'intégralité est réalisée en 3D mais où le graphisme suit un certain réalisme. Le second temps se concentrera sur quelques films que je caractérise de semi-réalistes, où se mélangent des codes graphiques propres à leurs univers tel que le design des personnages, tout en incluant des détails réalistes comme les matières. Enfin, j'entrerais dans le vif du sujet avec quelques productions que je qualifie de rendu expressif. Ces derniers ont également la particularité d'intégrer la capture de mouvement tout en prenant le parti pris d'un rendu visant non pas à créer une imitation du réel mais une charte visuelle spécifique, rappelant parfois l'univers de la bande dessinée.

Je pourrais débiter cet état de l'art en faisant appel aux grands noms du cinéma fantastique contemporains ayant pour une part démocratisés l'utilisation de la capture de mouvement, tel que la saga du Seigneur des Anneaux (2001-2013) avec les personnages de Gollum et Smaug ou encore King Kong (2005). Mais je serai volontairement brève sur ces titres et je le justifie en ces quelques lignes; il s'agit d'oeuvres dont l'utilisation de la motion capture est particulièrement centrée sur un personnage de l'histoire. Mon but est d'étendre l'attention sur des univers dont la totalité est basée sur une esthétique particulière, même s'il s'agit parfois d'une imitation du réel. Je m'attarderai donc sur des titres qui répondent à mon sens à ces critères.

Pour toutes les raisons qui la caractérisent, la capture de mouvement est un moyen parfait pour retranscrire le jeu d'un acteur dans une entité virtuelle. Dès lors qu'il s'agit

d'une oeuvre à visée réaliste, la 3D devient une solution de choix pour la création d'univers fantastique : elle peut par exemple avoir un coût plus faible dans la création des décors et facilite l'utilisation des effets spéciaux.

Il apparaît souvent lorsque les personnages sont également en CGI que la motion capture est l'option d'animation la plus apte à apporter davantage cette immersion dans le fantastique tout en gardant une cohérence avec l'aspect photo-réaliste.

Parmi les quelques oeuvres dénotant une performance technique et visuelle de réalisme, je me suis arrêtée sur deux films d'animation de Robert Zemeckis, La légende de Beowulf et Le Pôle Express. Ces deux titres sont un condensé de techniques de mocap, mêlant capture du corps mais aussi capture faciale pour retranscrire les émotions des acteurs aux personnages.



**Fig. 11 - Extrait des films Beowulf (2007) et Le Pôle Express (2004).**

L'intérêt pour notre sujet ici n'est pas dans le rendu, car on retrouve un certain réalisme, propre, des matières et des personnages. Mais je retiens ces deux titres pour leur performance technique et comme une illustration de l'utilisation de la motion capture : une facilité d'immersion dans un univers fantastique de synthèse. Car le fantastique c'est amener une situation extraordinaire dans un contexte ordinaire. Ici, le spectateur peut

particulièrement s'identifier aux personnages, par sa ressemblance avec ce qu'il connaît, le réel. Et le scénario fantastique, aidé par des effets spéciaux de plus en plus performants, amène cette immersion dans l'extraordinaire. Le réalisme ici est un véritable vecteur d'immersion et la capture de mouvement y trouve sa place en amenant sa part de réalité, grâce au mouvement. Tout ceci en gardant à l'esprit l'aspect cinématographique, car la capture de mouvement fait appel à des acteurs, des jeux de rôles, rejoint le fonctionnement d'un tournage et qu'en plus du traitement informatique, on garde ici l'essence du cinéma qui permet à la mocap de se révéler comme une expression artistique.

Nous retrouvons cette idée d'immersion dans le film de James Cameron, Avatar (2009). Il y a même un jeu de réalisme intéressant : le peuple de Pandora est une entité imaginaire, extraterrestre, qui nous paraît pourtant convaincante dans leur apparence. Peut-on parler de réalisme lorsque l'on traite de créatures extraordinaires ? Dans une moindre mesure, quand considérer le réalisme comme atteint ?

Il reste que la matière qui façonne les personnages et la planète sur laquelle ils évoluent font appel à notre vécu et les rendent concevables dans notre imaginaire par le jeu de composition, de lumières et leur intégration.

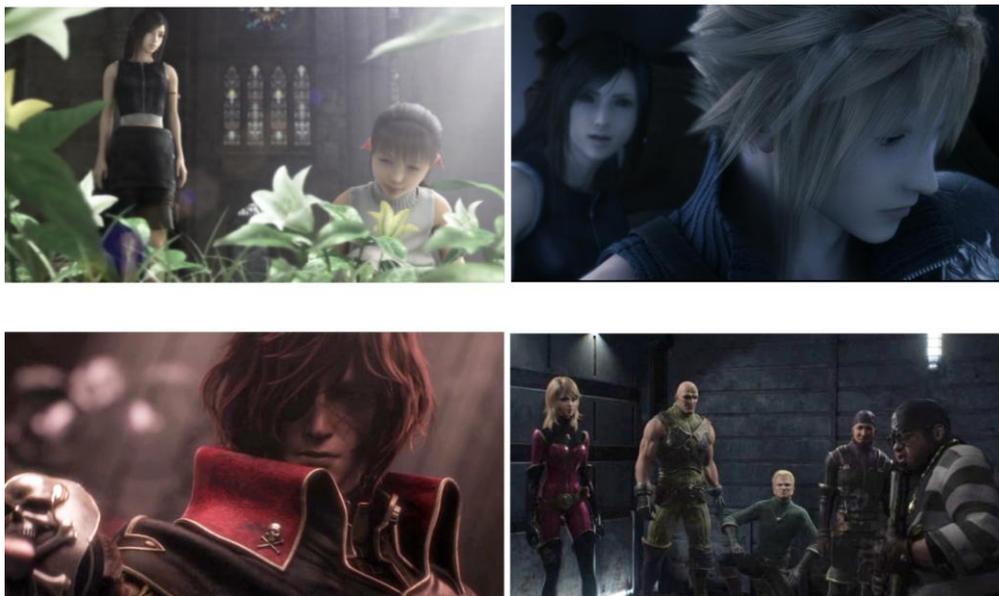


**Fig. 12 Extrait du film Avatar (2009)**

Les habitants de Pandora sont un exemple d'autant plus intéressant dans le cadre de ce mémoire car ils sont humanoïdes tout en n'étant pas Homme. Leurs proportions diffèrent d'un corps humain mais restent suffisamment proches pour qu'un acteur puisse s'imprégner d'une gestuelle et leur donner vie, car la limite des proportions n'a pas été franchie. Ce détail me poussera plus tard à expérimenter les enjeux d'une capture de mouvement à l'intention de personnages aux proportions plus extrêmes.

Enfin, la notion d'avatar me semble être un écho à la capture de mouvement dans son ensemble. En informatique, l'avatar est généralement défini comme une entité numérique servant de représentant à l'utilisateur dans le monde virtuel. Le film de Cameron est pour moi une sorte de poupée russe intrigante : à l'image du procédé du film où soldats et chercheurs prennent le contrôle des avatars, les acteurs de mocap prennent également le contrôle des personnages virtuels. J'aime à penser qu'il est possible de faire le lien avec l'acteur de motion capture : il est celui derrière l'avatar, souvent fait sur mesure pour lui, et qui évolue dans un autre monde.

Après quelques références de réalisme, j'ai débuté mes recherches sur des univers aux codes graphiques plus spécifiques. Mon attention s'est portée sur trois films ayant pour particularité d'être soit des adaptations d'oeuvres de bande dessinée, soit ayant connu une évolution graphique partant d'un univers codifié de la BD.



**Fig. 13 - Extrait des films Final Fantasy VII Advent Children, T.Nomura et T.Nozone (2007) et Albatros, Corsaire de l'espace, S. Aramaki (2013)**

La bande dessinée est un médium qui est parfois soumis à certains codes tout en laissant un panel large de diversités graphiques et ces distinctions sont très notables lorsqu'il s'agit de comparer le neuvième art d'un continent à l'autre. Ces comparaisons ont été faites avec l'exemple des films japonais, Final Fantasy VII (2007) et Albator (2013), ainsi que l'adaptation américaine de la bande dessinée de Hergé, Les Aventures de Tintin (2011).

Je choisis volontiers de classer ces titres parmi ce que je considère comme le semi-réalisme. Il y a pour moi une grande part du jeu des matières et de lumières qui est attribuable à une volonté d'immersion dans le réel, mais cela est contrebalancé par une charte graphique, un choix des traits des personnages notamment, propres à chaque film et qui sont la marque authentique de ces univers.



Les aventures de Tintin : Le Secret de la Licorne (2011)



Détails - Les bijoux de la Castafiore, Hergé (1963)



Albator, Corsaire de l'Espace (2013)



Albator 84, Leiji Matsumoto (1982-83)



Final Fantasy VII Advent Children (2007)



Chara-design du personnage de Séphiroth, Tetsuya Nomura (2005)

Fig. 14 -Aperçu des adaptations 2D et 3D.

L'adaptation de Spielberg est un exemple intéressant, la texture de la peau, les matières environnantes et la lumière donnent un véritable cachet aux personnages. Mais il y a également un jeu de caricature, d'ajout d'exagération dans la modélisation qu'on pourrait rapprocher de l'expressionnisme : attendu qu'il s'agisse de s'inspirer des codes de la bande dessinée où la narration et le caractère sont souvent traduits par l'apparence des personnages.

Les exemples flagrants dans Les Aventures de Tintin sont les faciès de ces derniers, avec un respect notable du livre à l'écran. Les habitués du héros d'Hergé reconnaîtront les caractéristiques de ses personnages et leur adaptation à l'écran semble efficace car la motion capture permet de les intégrer dans le décor réaliste qu'a choisi le réalisateur.

Nous retrouvons cette idée d'adaptation avec les productions japonaises, dont les codes graphiques de la bande dessinée sont encore plus généralisés que le milieu franco-belge. Bien qu'il existe de nombreuses catégories, et autant de sous catégories, la bande dessinée japonaise s'inscrit dans une forme d'expressionnisme extrême : de manière très globale, le manga ne s'encombre pas de détails lorsqu'il s'agit de représenter un corps et un visage. Seuls quelques éléments se voient amplifiés, le plus notable étant les yeux, éléments expressifs par excellence dans ce milieu.

J'ai choisi les films de Nomura et Nozue, bien que s'agissant ici d'adaptation de jeu vidéo, ainsi que celui de Aramaki pour illustrer ce passage du médium 2D à la 3D et les choix esthétiques qui ont été faits.

Dans leur passage à la synthèse, les personnages évoluent dans des décors réalistes là où leur design respecte celui de leur dessinateur d'origine, donnant un aspect authentique et stylisé. Ce sont ces choix graphiques qui suscitent mon intérêt : les réalisateurs auraient tout aussi pu être radicaux dans le choix du character-design. Ils auraient pu amener à un réalisme proche de Beowulf, mais l'adaptation n'en serait plus une, car il s'agit d'adaptation et non d'interprétation.

Reste à se demander pourquoi avoir choisi la capture de mouvement dans ces adaptations ? S'agit-il d'une volonté de cohérence avec un environnement graphique réaliste ? D'une option des productions pour faciliter le travail d'animation ? Quelle est, ici encore, la plus value d'une telle technique ? Nous tenterons de trouver des pistes de

réponses à ces questions au fil de ces pages et dans le cadre de mes expérimentations.

J'entre à présent dans les références que je qualifie toutes entières de rendu expressif. Pour faire suite aux exemples de productions japonaises citées un peu plus tôt, j'entame tout de suite quelques mots sur le film d'animation AppleSeed, autre réalisation de Shinji Aramaki.

Ce film se caractérise tout d'abord sur son parti pris graphique : les codes classiques du manga sont omniprésents et assumés, d'autant plus qu'il s'agit également de l'adaptation d'un manga éponyme.

L'utilisation du cel-shading est une pratique courante pour réaliser un effet de toon ou de dessin animé en 3D. Le cel-shading utilise, à l'image des celluloïdes dans le dessin animé traditionnel, une palette de nuance limitée qui regroupe une couleur de lumière, une couleur diffuse, et une couleur d'ombre. Ce panel limité donne un aspect cartoon qui a également l'avantage d'être peu coûteux en temps de rendu.

S'agissant d'adaptation de bande dessinée, il m'a paru cohérent que certains films adoptent cette technique de rendu pour rester au plus près de l'esthétique d'origine, et c'est ce procédé qui est utilisé pour AppleSeed.



Fig. 15 - AppleSeed, S. Aramaki (2005)

Mais je quitte un peu l'unique aspect graphique du film pour faire un lien avec l'utilisation omniprésente de la motion capture et l'effet très paradoxal qui en découle.

J'ai défini le manga, et la bande dessinée en général, comme une forme d'expressionnisme. Pourtant, dans le passage en 3D de cette adaptation, c'est tout l'effet inverse qui s'impose et crée le malaise. L'animation faciale, ainsi que celles des mains des personnages, ont été faites traditionnellement en keyframing, laissant les mouvements du corps gérés en mocap.

On remarque néanmoins un manque total de cohérence entre ces mélanges d'animation, rendant le tout brouillon et très figé, là où un rendu expressif devrait donner l'impression contraire. Cette référence me permet de questionner l'intérêt et les combinaisons possibles d'hybridation de techniques. Pourquoi dans le cas précis de ce film le mélange keyframe et motion capture ne fonctionne-t-il pas ? Qu'est-ce qui provoque cette rigidité dans l'expression des sentiments et dans les mouvements ?

Ma première hypothèse suggère un conflit entre la volonté de réalisme qui est amené par la mocap et qui se heurte à une esthétique surréaliste où la cohérence graphisme et animation ne fonctionne pas. Cependant, bien que les impressions soient individuelles, les prochains titres que je m'apprête à citer n'amènent pas cette problématique tout en ayant également un parti pris esthétique, et c'est également ce questionnement qui m'intéresse au fil de ces pages.

Je terminerai cet état de l'art cinématographique avec deux autres références, occidentales cette fois, alliant motion capture et rendu expressif.

The Prodigies (2011), adaptation du livre de Bernard Lenteric "La nuit des enfants rois", est un film qui m'a marquée pour l'originalité de son esthétique de rendu. Je le garde en référence car il montre un jeu de texture évoquant le cel-shading, plus nuancé dans la palette de couleur offerte, mais également pour les questions techniques qui me sont venues en étudiant les designs des personnages.

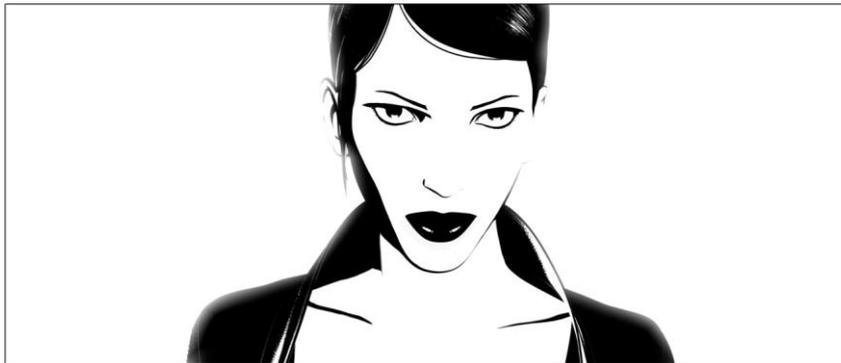
La création d'un univers expressif impose de faire des choix qui dépendent totalement de la charte graphique choisie, là où un rendu réaliste amène toute une liste de contraintes presque préétablies, par les lois de la nature et de la physique par exemple.



**Fig. 16 - Extrait du film The Prodigies, Antoine Chereyron (2011)**

Dans le cadre de ce film, c'est une remarque anodine qui m'a ramenée à considérer le choix d'une liberté graphique comme ouvrant de nouvelles contraintes, et cette remarque concerne l'absence de chevelures longues sur l'ensemble de l'histoire. Il est déjà intéressant de constater comme la capillarité des personnages est représentée ici : les barbes de quelques jours sont évoquées par un foncement de la couleur de la peau, les cheveux en "bloc", évoquent une pâte à modeler et n'ont pas de détails comme des mèches ou des nuances de couleurs (Fig.16). Autant de constats qui peuvent expliquer l'absence de design pour d'autres types de chevelure : qu'impliquerait la modélisation de cheveux plus longs ? Comment les animerait-on ? Est-ce que la charte graphique de l'univers du film permet ce genre de choix ? Il apparaît clairement que non dans le cadre de cette réalisation, et là où ce détail pourrait discrètement passer derrière un parti pris, il devient obnubilant lorsque l'on finit par remarquer le grand nombre de personnages féminins aux coupes courtes.

Renaissance (2006), est un second type de rendu expressif que je rapproche de la bande dessinée et de la problématique soulevée par The Prodiges.



**Fig. 17 - Extrait du film Renaissance, Christian Volckman (2006)**

L'utilisation du cel-shading est la caractéristique de cette réalisation qui, comparée à AppleSeed, utilise une palette de seulement deux couleurs de même que deux nuances pour gérer la lumière et les ombres. Cela donne un aspect bande dessinée très marqué et l'univers sombre, atmosphère et scénario compris, est en adéquation avec l'esthétique globale.

En revenant sur la problématique citée plus tôt avec The Prodiges, ce film pose la question des contraintes amenées par le parti pris graphique. Ici, les jeux d'ombres et de lumières sont les principaux éléments sur lesquels se joue la narration. De la même façon, le choix de l'aspect des personnages doit suivre certaines règles afin d'être identifiables et compréhensibles à l'écran pour le spectateur : l'utilisation d'un cel-shading noir et blanc permet d'imposer un rendu expressif mais contraint techniquement le lighting et le texturing.

C'est au travers du visionnage de ces films que me sont venus une part des questionnements qui sont le sujet de ce mémoire. En ayant tout d'abord une approche purement esthétique de l'oeuvre, j'ai parfois mis le doigt sur des problématiques qui sont pour moi des pistes intéressantes pour poursuivre mes propres expérimentations. Ma volonté de m'affranchir du réel pour avoir plus de liberté d'expression amène nécessairement à la création de nouvelles contraintes, qu'il s'agisse d'animation et de graphisme.

## **ii - Jeux vidéo**

Je débute à présent une courte présentation des jeux vidéo qui, à l'image des films précédemment cités, ont été une source d'inspiration graphique et un sujet d'étude de l'animation.

Je commencerai par citer quelques titres dont mon intérêt s'est porté uniquement sur l'esthétique particulière, afin d'ajouter à ma définition du champ du rendu expressif. Puis je conclurai cette partie avec quelques titres phares de la motion capture dans le vidéo ludique avec la production Quantic Dream.

J'aimerais ici citer quelques titres de références comme étant, pour moi, des exemples concrets de ce que m'évoque le terme de rendu expressif.

Mon intérêt se porte dans le choix des couleurs et des formes pour la représentation des personnages et des décors : les effets de styles comme le noir et blanc, les aplats de couleurs nets ou l'utilisation de contours de style picturale sont autant de choix graphiques qui apportent un cachet particulier à chacun des titres.



Journey, Thatgamecompany, 2012 (PS3)



Limbo, Playdead, 2011 (PS3)



Okami, Clover, 2007 (PS2)

**Fig. 18 - Quelques exemples d'univers expressif dans le jeu vidéo.**

Le rendu expressif est ici une part même de la narration : l'univers sombre de Limbo (Fig.18), qui joue du mélange d'un thème sinistre avec des personnages enfantins, ou encore les décors du jeu Okami rappelant l'art de la calligraphie extrême-orientale, thème central du jeu. Autant de partis pris esthétiques qui amènent une immersion et font appel à l'imaginaire de chacun, car utiliser un nouveau code graphique demande une adaptation du joueur et ce succès de l'adaptation se vérifie souvent par le succès du titre auprès du public.

Enfin, pour citer quelques jeux vidéo formant concrètement l'état de l'art du milieu de la motion capture, mon intérêt s'est porté sur deux titres majeurs, développés par la société française Quantic Dream.

Cette société de développement de jeu vidéo et de capture de mouvement est notamment à l'origine des titres Heavy Rain et Beyond Two Souls et la spécificité de leur gameplay réside dans une attention particulière apportée au réalisme des personnages. La capture de mouvement vient une fois de plus en renfort de cohérence en permettant à ces derniers une gestuelle humaine et assez naturelle.



**Fig. 19 - Extrait des jeux vidéo Heavy Rain (2010) et Beyond Two Souls (2013) ainsi que d'une scène de tournage mocap de Beyond Two Souls en présence de David Cage.**

La grande partie de ces deux titres reposent sur un gameplay où le joueur doit faire des choix qui influenceront le déroulement de l'histoire et cela laisse imaginer l'importance de la banque de données de mouvement disponible afin de rendre possible toutes ces différentes actions et surtout de les rendre enchaînables.

Bien que de nombreux jeux vidéo utilisent la capture de mouvement - on peut sans aucun doute citer les jeux de simulations sportives (PES, FIFA, WWE...) ou encore de nombreux jeux d'action (Assassin's Creed, Uncharted, Metal Gear Solid...) - je me suis arrêtée sur ces deux titres car ils soulèvent un thème qui sera abordé en fin de ce mémoire où se mêlent la notion de cinématographie et de capture de mouvement ainsi que leur implication dans le jeu vidéo<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> cf. "Vers une hybridation cinéma/jeux vidéo par la Motion capture ?" p.103

### iii - Recherches et développement

En sortant du cadre du divertissement, rappelons que la capture de mouvement a trouvé ses racines dans la recherche scientifique avant de percer dans d'autres domaines.

Encore aujourd'hui, la motion capture est très utilisée pour les études de cinématique, mais aussi dans la médecine et l'éducation. Dans le cadre de mon travail avec la société Mocaplab, j'ai eu l'occasion de travailler sur des projets mêlant ces deux thématiques que j'aimerais brièvement exposer dans cette partie.

Les laboratoires Illumens se sont intéressés à la possibilité d'utiliser la capture de mouvement comme outil pédagogique de simulation d'actes médicaux. Ils s'immiscent ainsi dans ce que le milieu vidéo ludique désigne comme le serious game, là où le didactique et la transmission de connaissance se parent du médium du jeu vidéo pour être plus efficace.

Medusims<sup>26</sup> est le nom donné par les laboratoires Illumens pour désigner leurs différents simulateurs numériques. À l'heure actuelle, ils proposent deux jeux, Staying Alive<sup>27</sup> pour l'apprentissage des gestes d'urgence en cas d'arrêt cardiaque d'un tiers et Born to be Alive<sup>28</sup> testant les connaissances et expliquant les différentes étapes de la grossesse.

Ces deux titres ont fait appel à de la motion capture et à l'expérience de médecins pour rendre les mouvements les plus correctes possible dans les gestes médicaux mais surtout dans l'utilisation précise des ustensiles.

---

<sup>26</sup> <http://ilumens.fr/numerique/serious-games/>

<sup>27</sup> <http://www.stayingalive.fr/>

<sup>28</sup> <http://www.borntobealive.fr/>

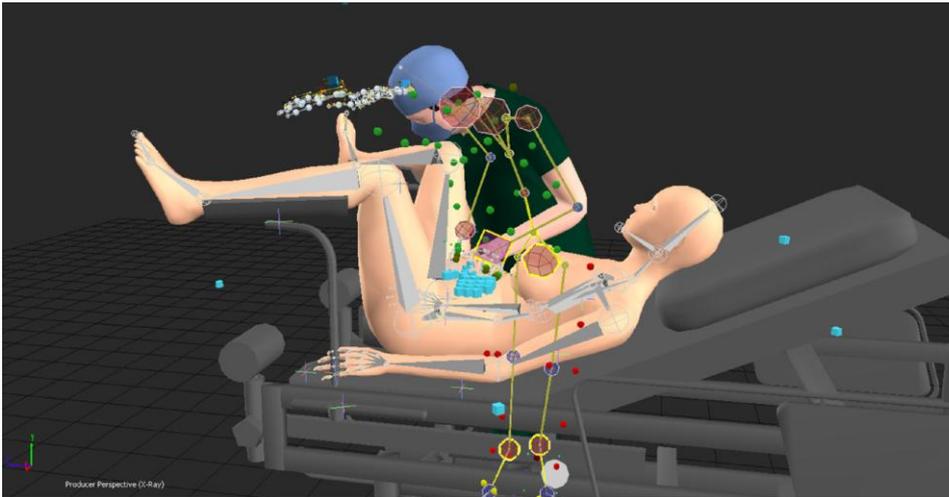


Fig.20 - Image de post-production du projet Born to Be Alive (Motion Builder), Mocaplab (2013)



Fig.21 - Extrait du jeu Born to Be Alive, Illumens (2013)

La complexité du travail sur ces projets a été en grande partie de respecter au maximum les mouvements des professionnels de la santé afin que le passage du personnage réel au virtuel reste en adéquation avec les véritables procédures médicales. Le placement des mains et des ustensiles ont été minutieusement comparés aux vidéos de référence lors du tournage de motion capture afin de s'assurer du respect des gestes en 3D.

Dans un autre domaine de recherche, nous retrouvons le projet Sign3D qui propose notamment l'utilisation d'avatar virtuel dans l'apprentissage et la traduction de langues des signes.



**Fig. 22 - Projet Sign 3D, développé par Mocaplab, Irisa et Websourd.<sup>29</sup>**

La motion capture est ici plus qu'ailleurs un outil de transfert du mouvement réel au virtuel. La langue des signes s'appuie sur une gestuelle spécifique qui demande une retranscription très fidèle à celle de l'acteur réel sous peine de devenir incompréhensible pour les natifs.

Ce projet est tout à la fois un challenge passionnant dans l'étude linguistique et les opportunités qu'il offre à l'avenir dans son développement, mais aussi comme une perspective d'ouverture des domaines où la capture de mouvement peut s'appliquer concrètement.

Dans le cadre des problématiques posées par ce mémoire, ce projet pose aussi la question des techniques de correction utilisées, on constate ici qu'une entité virtuelle humanoïde dans ses proportions sert d'interprète. On dénote néanmoins des différences

---

<sup>29</sup> Vidéo de présentation du projet : <http://vimeo.com/89629973>

qui peuvent devenir une tare pour la compréhension de la langue : la taille des mains, la justesse du mouvement des doigts et de l'expression du visage. Dans un domaine où l'exactitude est la clé de la compréhension, peut-on par exemple utiliser le retargeting ? Et dans quelle mesure sans déformer le langage ?

Je conclurai ici ce bref état de l'art qui a été l'occasion pour moi de poser les bases de mes recherches. J'y ai présenté quelques titres majeurs ayant été une source d'inspiration et des références permettant la maturation de mes questionnements pour le développement de ce mémoire, ceci tout en ayant conscience qu'il s'agit d'une brève illustration du rendu expressif et d'une sélection non exhaustive de ce que peut donner l'application de la capture de mouvement dans divers domaines.

Je termine ainsi cette partie très descriptive pour passer désormais sur le fond de mes réflexions sur les thèmes que j'ai pu aborder jusqu'ici et me concentrer sur deux notions essentielles qui ont côtoyé mon année de recherche : la confrontation de la technique d'animation 3D traditionnelle avec la capture de mouvement ainsi que le phénomène de l'Uncanny Valley.

## 2) La guerre Mocap et Keyframe

*"We may simply have to give up trying to categorize films by their technical process of production [...] Do they tell a story worth telling, and do they tell it well? That's really what movies are all about, isn't it?"*

*Deitch Gene, 2008<sup>30</sup>.*

Lors de ma découverte de la motion capture au début de ma formation, j'ai d'abord pensé qu'il s'agissait du meilleur moyen pour moi de combler mes lacunes en animation 3D traditionnelle. Je me suis très vite ravisée, car il est évident qu'il y a des différences majeures à noter entre la capture de mouvement et le keyframing.

J'aimerais dans cette partie faire un point sur les différences notables entre ces deux disciplines, amenant un débat d'actualité sur leur utilisation dans le milieu professionnel.

L'essence même de la capture de mouvement et d'enregistrer le jeu d'acteur ou le spontané d'un mouvement. Cette spécificité en fait même un atout de choix lorsqu'il s'agit de retranscrire parfaitement le jeu d'un acteur et de l'attribuer à un personnage de synthèse : l'acteur insuffle la vie à son personnage, il insuffle sa gestuelle et son art dans un avatar virtuel.

L'animation en keyframe elle, est un art de marionnettiste. L'animateur donne au personnage une impulsion image clé par image clé, membre du corps après membre, tout en étant capable de prévisualiser son action dans le temps. L'animateur à sa manière est aussi un acteur : c'est en comprenant le mouvement qu'on peut le retranscrire à un personnage. Et c'est cette maîtrise qui fait qu'un bon animateur est capable de créer un mouvement expressif et dynamique tout autant qu'il peut s'affairer à le rendre plus réaliste.

Encore aujourd'hui, je suis régulièrement confrontée à un phénomène d'opposition entre motion capture et keyframe, à des degrés très variés. Dans un registre informel, j'entends

---

<sup>30</sup> "Nous devrions simplement arrêter d'essayer de catégoriser les films par leurs procédés techniques de production.[...] Est-ce qu'ils racontent une histoire qui en vaut la peine, et le font-ils bien ? C'est ça le vrai sujet des films, non ? " DEITCH G. « Yes, But is It Animation? ». [En Ligne]. 17 janvier 2008.  
<http://www.awn.com/animationworld/yes-it-animation>

et lis souvent des comparaisons qui ne me semblent pas toujours à propos : Quelles pratiques "fonctionnent" le mieux ? Laquelle coûte le plus cher ? Laquelle enfin crée le plus de chômage ? En somme, quelle est la meilleure ? Autant de questions qui, selon moi, sont mal tournées.

Je conçois la motion capture et l'animation traditionnelle comme des outils complémentaires et non pas à opposer. Les questions posées plus tôt sont hors contexte et amènent des débats qui sont propres à chaque situation. Il est évident que le choix de l'une ou l'autre de ces pratiques d'animations est sujet à un budget, qui est généralement le point central dans toute production. Mais si l'on accepte un instant de se défaire de la contrainte pécuniaire pour s'attarder sur un point de vue artistique, la véritable question est l'enjeu. La véritable question est de savoir ce que la motion capture ou le keyframing apporterait respectivement à tel projet. Quel est le but recherché pour ce projet ? Quels sont les thèmes récurrents ?

Un exemple très concret de ce genre de situation a eu lieu avec la production Moonscoop (2003-2014) et leur dessin animé Code Lyoko<sup>31</sup> (2004). Ce dessin animé raconte le quotidien d'un groupe d'adolescents se battant secrètement contre une entité informatique malveillante. Le quotidien à l'école des personnages se déroule totalement en dessin animé 2D et leur passage dans le monde informatique était intégralement en 3D.

Dans les débuts de la série, les personnages 3D étaient motion capturés grâce à un ancien système de capture mécanique. Par la suite, la société a décidé de cesser les animations en motion capture et de continuer en animation traditionnelle 3D pour tout le reste de la série.



**Fig. 23 - Extrait du dessin animé Code Lyoko mélangeant animation 2D et 3D.**

<sup>31</sup> Détails de l'anecdote sur le fansite officiel : <http://www.codelyoko.fr/moonscoop.cl>

Décision budgétaire, matériel obsolète ou choix artistique ? La production avait à l'époque annoncé que la capture de mouvement ne convenait pas à leurs attentes. Il est néanmoins probable que les raisons citées plus haut soient toutes vraies et liées, mais la finalité est qu'un choix artistique a été fait. On pourrait extrapoler que la volonté d'utiliser la motion capture dans un premier temps était dans l'optique de rentabiliser du temps d'animation. Auquel cas, c'est une idée à proscrire systématiquement.

Dans son livre, Matthew Liverman décrit avec justesse les préjugés sur l'utilité de la motion capture qui est trop souvent la cause d'échec de gestion dans les productions.

Il est important de prendre connaissance du fonctionnement de base des pratiques dont on pense avoir l'utilité pour un projet afin de prévenir aux besoins qui en découleront.

La Motion Capture ne fait pas exception. Aussi, pour avoir eu l'occasion dans le milieu professionnel d'observer des situations similaires, je peux sans doute citer les recommandations de Matthew Liverman sur les erreurs communes concernant la motion capture<sup>32</sup> :

- Supposer que la capture de mouvement rendra le travail des animateurs plus simple est une idée discutable mais souvent fausse et qui pourrait même s'avérer être le contraire.
- Supposer que la capture de mouvement fera gagner du temps est d'autant plus faux et dangereux que la non-maîtrise du système fera perdre plus de temps qu'autre chose.
- Supposer que la capture de mouvement fera faire des économies est une troisième grosse erreur qui coûtera d'autant plus cher si le système n'est pas maîtrisé.

Loin d'être une liste de démotivation à l'usage de la motion capture, il s'agit plutôt de ma réponse personnelle aux premiers questionnements cités plus haut que je considère comme hors contexte. La question de savoir quelle est la pratique la plus adéquate dépend nécessairement du but recherché et des moyens disponibles et amène un certain

---

<sup>32</sup> LIVERMAN M., *The Animator's Motion Capture Guide*, Ed. Charles River Media, Massachusetts, 2004, p.32

nombre de questions qu'il est important de se poser avant d'envisager quoi que ce soit.

J'ajouterai également au débat qu'il est tout à fait possible pour le keyframe de se passer de motion capture. Un constat de bon sens mais dont l'inverse me semble en revanche plus compliqué.

Comme expliqué plus tôt avec le pipeline d'une production, un mouvement a souvent besoin d'être adapté en passant d'un acteur réel à un acteur virtuel. Et, en reprenant également la notion de *cleaning*, "adaptation" implique "correction" des erreurs de trajectoires grâce au keyframing. Je nuancerai mon propos en ajoutant que ces corrections ne nécessitent, à mon sens, pas toujours un savoir-faire d'animateur très poussé pour une simple et bonne raison : il ne s'agit pas d'animation à proprement parler, mais de correction de trajectoire. L'essence du mouvement a été rendue par l'acteur lors du tournage, et le travail du technicien est de corriger les erreurs tout en préservant au maximum le jeu de l'acteur.

On peut donc dire que si l'animation traditionnelle se passe de capture de mouvement, la mocap elle doit souvent passer par le traditionnel pour parer à certaines situations.

Je citerai enfin les réflexions des professeurs Bennett et Denton de l'université de technologie d'Auckland : *"Debates concerning motion capture's status as 'animation' and the quality of captured 'live' motion versus 'crafted' classical animation style have been common at the conceptual stage of the animation production of our students, echoing ongoing debates within the animation industry itself (which have ranged from essentialists questions : "Yes, but is it animation?" [Deitch 2008])"*<sup>33</sup>

La question reste ouverte. En France, certains faits établis la placent déjà dans cette catégorie : la fonction d'opérateur de capture de mouvement est d'ores et déjà classée dans la filière animation dans la convention collective de la production de film

---

<sup>33</sup> "Les débats concernant le statut de la capture de mouvement comme de "l'animation" et la qualité du mouvement "réel" comparé au style d'animation classique "faite main" sont communs à l'étape de conceptualisation des productions de nos étudiants, faisant écho aux débats en cours dans l'industrie de l'animation elle-même (qui s'est étendue aux questions essentielles : "Oui, mais est-ce de l'animation ?" [Deitch 2008])"

BENNETT G., DENTON A. « Developing practical models for teaching motion capture ». [s.l.] : ACM Press, 2009. p.1.

d'animation<sup>34</sup>. Mon approche personnelle tend à faire de même, car mon quotidien d'opératrice junior m'a prouvé que motion capture et keyframing étaient complémentaires. Néanmoins je maintiens que les deux pratiques sont différentes et qu'un opérateur de capture de mouvement ne pourrait pas remplacer un bon animateur. De même que le choix de l'une ou l'autre de ces pratiques est propre à un projet et un enjeu de narration dont la finalité est peut-être la mieux exprimée par Deitch<sup>35</sup> : plutôt que de classer les films selon la technique utilisée pour raconter une histoire, demandons-nous plutôt si l'histoire en question fonctionne. Car c'est surtout cela qu'est un film, une narration.

À la lecture de certains débats virtuels<sup>36</sup> concernant l'animation 3D dans le cinéma, les premières réponses quant à savoir quelle technique utiliser ne semblaient plus dépendre que d'une chose : est-ce que le film sera réaliste ou non ?

Mais le conflit devient progressivement plus subtil encore, il ne s'agit même plus de savoir si la capture de mouvement trouvera sa place dans un univers au rendu réaliste mais si elle parviendra à **rendre** réaliste l'univers.

---

<sup>34</sup>Page 78 de la Convention collective nationale de la Production de films d'animation :  
[http://www.journal-officiel.gouv.fr/publications/bocc/pdf/2013/0017/boc\\_20130017\\_0000\\_0012.pdf](http://www.journal-officiel.gouv.fr/publications/bocc/pdf/2013/0017/boc_20130017_0000_0012.pdf)

<sup>35</sup> cf. note 30 page 49.

<sup>36</sup> Autre débat datant de 2013 sur le site 3Dvf.com :

- [http://www.3dvf.com/forum/3dvf/Hardware-2/MotionCapture/motion-capture-keyframe-sujet\\_671\\_1.htm](http://www.3dvf.com/forum/3dvf/Hardware-2/MotionCapture/motion-capture-keyframe-sujet_671_1.htm)

- [http://www.3dvf.com/forum/3dvf/Actualites/natalis-making-prometteur-sujet\\_5494\\_1.htm](http://www.3dvf.com/forum/3dvf/Actualites/natalis-making-prometteur-sujet_5494_1.htm)

### 3 ) L'Uncanny Valley et l'intelligence laide.

"Why do we humans have such a feeling of strangeness ?"<sup>37</sup>

Masahiro Mori, 1970.

En écho aux précédents débats virtuels et autres témoignages oraux, j'ai parfois constaté un certain désarroi à voir la montée de la pratique de la motion capture dans le divertissement multimédia. La mocap serait utilisé au détriment d'une animation traditionnelle 3D et il en résulterait une perte de "profondeur" : la capture de mouvement froide et rigide enlèverait son cachet à l'atmosphère d'un film ou d'un jeu par rapport au keyframe qui a l'avantage de créer du dynamisme et de donner une âme. C'est un point de vue que j'entends et qui peut se justifier parfaitement si l'on considère les deux points que je m'appête à décrire, à savoir l'importance du lien entre graphisme et animation.

Dans la recherche du beau, les arts s'approchent souvent du photo-réalisme. En 3D et en animation, il apparaît presque naturel que la mocap s'applique à ces situations en s'approchant de cette volonté d'imitation du réel. Mais pour peu que la cohérence rendu et animation ne fonctionne pas, la vallée de l'étrange de Masahiro Mori nous ouvre ses portes.

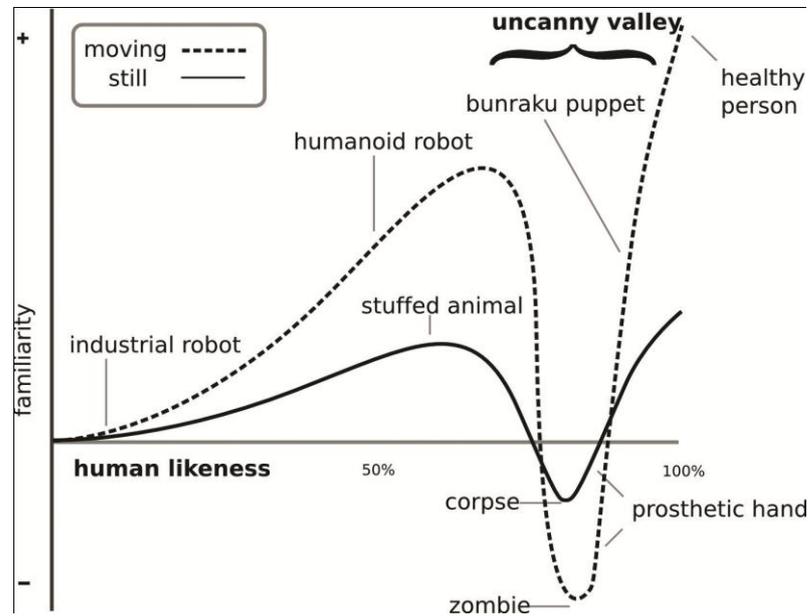
Le roboticien japonais Mori est le premier à mettre le doigt sur ce sentiment étrange qui intervient lorsque la robotique s'approche trop de l'apparence humaine. Il explique que plus le design d'une machine tant à ressembler à un être humain, et plus tout ses défauts "d'humanité" nous paraissent monstrueux. Une gestuelle mécanique sur un corps ayant un visage si réaliste devient alors aussi effrayant qu'un cadavre animé.

À l'inverse, un robot, même anthropomorphique, clairement identifiable comme tel et sans apparat amène une familiarité : nous reconnaissons l'objet comme tel et n'y voyons aucune incohérence. C'est le cas des robots-jouets animaux et humanoïdes qui sont par ailleurs étudiés pour être vecteur de sympathie.

---

<sup>37</sup> "Pourquoi, nous autres humains, avons-nous ce tel sentiment d'étrangeté ?".

Le docteur Mori dépeint les courbes de familiarité qu'un individu peut ressentir par rapport à différents sujets selon leur apparence qu'ils soient fixe ou en mouvement.



**Fig. 24 - Schéma simplifié représentatif de l'Uncanny Valley et ses intermédiaires, Masahiro Mori, 1970.**

Pourquoi la motion capture est-elle souvent décriée comme dégradante dans certains films ? Parce qu'on l'utilise souvent pour du réalisme qui n'est soit pas maîtrisé en rendu, soit pas maîtrisé en animation.

Le professeur Mori l'explique lui-même en ces termes : "For creatures, including robots, movement is generally a sign of life. As shown in (Fig. 24), adding movement changes the shape of the uncanny valley by exaggerating the peaks and valley. For the industrial robot, the impact of movement is relatively slight because we see it as just a machine. If it stops moving, it just stops working. But if programmed properly to generate humanlike movements, we can enjoy some sense of familiarity."<sup>38</sup>

Ainsi, on peut naturellement conclure que si une machine d'apparence humaine se révèle totalement immobile face à nous, nous entrons également dans l'Uncanny Valley, car le

<sup>38</sup> "Pour les créatures, incluant les robots, le mouvement est généralement un signe de vie. Comme montré dans la (Fig. 24), ajouter des mouvements change la forme de l'uncanny valley en exagérant les pics et les vallées. Pour le robot industriel, l'impact du mouvement est relativement léger parce que nous le voyons comme une machine. S'il s'arrête de bouger, il s'arrête simplement de travailler. Mais s'il est programmé correctement pour générer des mouvements humains, nous pouvons apprécier une certaine familiarité." MORI M., « The Uncanny Valley » Energy, 7(4) pp.33-35 (Traduit du japonais par Karl F. MacDorman et Takashi Minato en 2005), 1970.

comportement d'arrêt total s'apparente soit à la réalisation que l'objet n'est pas humain, soit plus implicitement à une évocation de la mort. Attendu que si un humain cesse totalement de bouger, c'est qu'il ne vit plus.

De là nous rejoignons cette idée de rigidité et de perte de vie de la capture de mouvement dans certains cas : il y a l'apparence du personnage que nous acceptons comme humaine et réaliste, tout en gardant à l'esprit que l'on peut parler de réalisme stylisé<sup>39</sup>, mais dont le mouvement n'est pas cohérent. Car la capture de mouvement est impartiale : si le jeu d'acteur n'est pas bon, cela se voit.

Et comme expliqué plus haut, ce sentiment d'étrangeté se joue généralement à des détails, l'absence par exemple de mouvements oculaires, d'expressions faciales fluides ou même leur exagération peuvent altérer la vision qu'a le spectateur d'un personnage.

En 1967, Jean Renoir parlait déjà en ces termes : "Le réalisme dans tous les arts a coïncidé avec une parfaite décadence. [...] J'en arrive à me demander si l'Homme n'est pas doué pour le beau malgré lui, mais si son intelligence ne le pousse pas vers le laid. [...] Et si [...] notre tendance à imiter la Nature est tout simplement une tendance vers tout ce qui est laid ? [...] La perfection technique ne peut créer que l'ennui, puisqu'elle n'est que la reproduction de la Nature."<sup>40</sup>

Aujourd'hui, certains propos seraient bien entendu à nuancer, tout d'abord on pourrait objecter que la perfection technique est théoriquement inatteignable, par essence même du terme perfection. Ensuite parce qu'atteindre une performance peut donner un rendu intéressant; en reprenant la Nature, j'aimerais citer une nouvelle fois le film Avatar de James Cameron, où la forêt de la planète Pandora est d'un réalisme certain, mais où toutes les caractéristiques de ce monde la rendent fantastique. Aussi convaincants soit chaque plante et chaque arbre, la luminescence, leur forme et leur spécificité dans le film en font un écosystème à part entière qui a une répercussion globalement positive sur le spectateur.

Pour reprendre Renoir, cette notion d'intelligence laide rejoint trois ans plus tard la

---

<sup>39</sup> Je citerai ici l'exemple du film précédemment cité "Tintin" de Spielberg, qui fait partie selon moi d'une recherche flagrante d'un réalisme des textures et des lumières tout en gardant un character-design de bande dessinée.

<sup>40</sup> Jean Renoir parle de son art (1967) : <http://www.youtube.com/watch?v=LKCrOLcDbjE>

théorie de Mori avec l'Uncanny Valley. L'esthétisme poussé renvoie à ses propres défauts et les rend absolument immanquables et troublants.

Les professeurs Tinwell et Grimshaw de l'université de Bolton expliquent également que lorsque l'on tente de dépasser cette vallée de l'étrange, notamment en améliorant la performance technique de rendu, le dépassement ne se fait pas. Ils désigneraient même cela comme un Uncanny Wall : "As some video game developers pursue realism in an attempt to bridge the Uncanny Valley for human-like characters in video games, it can sometimes seem that the more human-like characters become, the more vociferously potential users will object. [...] the more that character is intended to be realistic, the less forgiving the viewer is when identifying a difference or strangeness for that character. Thus, realistic human-like characters intended to be used as protagonist within a game may risk evoking a negative emotional state for the viewer when this was not the intent."<sup>41</sup> Ils nuancent néanmoins leur propos en ajoutant que c'est en s'habituant à voir ces personnages que la sensation diminue, et que l'âge des individus varie considérablement sur le degré de sensation perçue.

Mais alors si l'uncanny valley est une question de perception, n'est-il pas propre à chacun de le percevoir plus ou moins fortement ? J'appuierai vivement sur ce dernier point : l'uncanny valley est probablement aussi dépendant d'un certain bagage culturel et c'est aussi la raison pour laquelle je n'ai pas osé l'illustrer dans des cadres où son apparition est fortuite. En revanche, il est une forme d'exploitation de ce phénomène très courant dans le divertissement. Les films et les jeux vidéo d'horreur sont les premiers à profiter de cela, montrant l'importance de la contextualisation de l'uncanny valley : est-ce volontaire ou non ?

---

<sup>41</sup> "Alors que certains développeurs de jeux vidéo poursuivent le réalisme dans le but d'outrepasser l'uncanny valley pour les personnages humanoïdes dans les jeux vidéo, il apparaît parfois que plus les personnages tendent à ressembler à un humain, et plus les utilisateurs potentiels contesteront violemment.[...] plus le personnage tend à être réaliste, moins indulgent est le spectateur en identifiant la différence ou l'étrangeté du personnage. Ainsi, les personnages humainement réalistes prévus pour être les protagonistes d'un jeu risquent de créer une impression négative sur le spectateur alors que ce n'était pas le but recherché. "

TINWELL A., GRIMSHAW M. « Bridging the uncanny: an impossible traverse? » [s.l.] : ACM Press, 2009. p. 66.

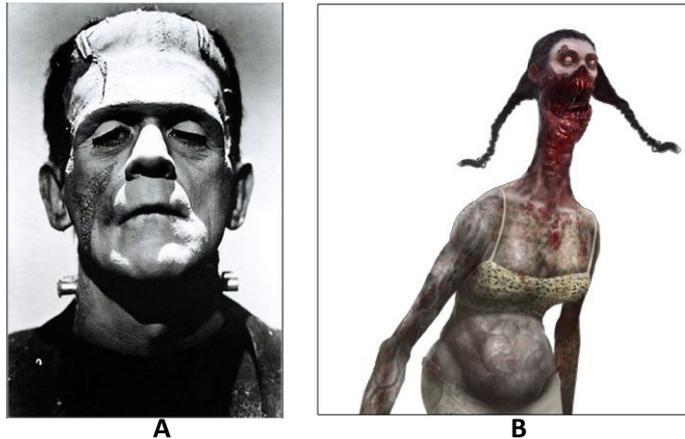


Fig. 25 - Exemple d'Uncanny Valley "volontaire" d'hier à aujourd'hui.

A : Frankenstein, James Whale, 1931. B : Personnage du Spitter, Left 4 Dead 2, Valve Corporation, 2009.

En reprenant les théories citées plus tôt, tentons une hypothèse à partir du questionnement suivant : si l'Uncanny Valley est un fait établi et que tenter de le surmonter par une amélioration du réalisme est difficilement envisageable, quelles solutions restent-ils ?

Le docteur Mori suggérait déjà une piste en mettant le doigt sur deux choses. Le mouvement d'une part<sup>42</sup>, mais tout particulièrement sur le design.

"Escape by design. We hope to design robots or prosthetic hands that will not fall into the uncanny valley. So I recommend designers take the first peak as the goal in building robots rather than the second [nldr : cf Fig.23] [...] We can create an elegant prosthetic hand ? One that must be fashionable."<sup>43</sup>

La conclusion dans le cadre de la robotique reviendrait donc à cesser de chercher une perfection dans l'imitation du réel mais bien de rendre clairement visible l'aspect artificiel. De cette manière, l'impression dérangeante s'amenuise voire disparaît.

En 3D cela est également vérifiable. Passer d'un design ostentatoirement non réaliste, donc à des personnages cartoons ou stylisés, pourrait permettre d'éviter ce genre de situation comme le soulignent les professeurs Tinwell et Grimshaw, citant le chercheur en

<sup>42</sup> Pour reprendre sur les uncanny valley volontaires, ce genre d'exemple est illustré dans la plupart des jeux de survival horror. On peut notamment citer la saga des Silent Hill (1999 - 2009) où certains ennemis ont une apparence humaine flagrante mais des mouvements totalement irréalistes et perturbants : mouvements de tête saccadés, rotation de membres normalement impossibles...

<sup>43</sup> " Y échapper par le design. Nous souhaitons créer des designs de robots et de mains prothétiques qui ne tombent pas dans l'uncanny valley. Aussi, je recommande aux designers de choisir le premier "pic" comme but lors de la conception de robots plutôt que le second. [...] Nous pouvons créer d'élégantes mains prothétiques, qui soient à la mode.

"MORI M., *ibid.*

design robotique David Hanson : " The findings from Hanson's study show that [...] to make androids features more 'friendly and attractive", can result in the uncanny being removed from results where it was previously evident. Hanson notes that the Uncanny Valley is not preordained, the changes Hanson applied to the morphs involved cartoonish, stylize features, as opposed to realistic human-like features."<sup>44</sup>

C'est en m'appuyant notamment sur ces théories durant mes recherches que j'ai fini par me convaincre que mélanger mouvement réel et personnage expressif était une piste exploitable. Et c'est à partir de la réunion de tous ces éléments que j'ai pu commencer mes premières expérimentations graphiques pour mon projet intensif de dernière année.

---

<sup>44</sup>"Les découvertes d'après l'étude de Hanson montrent que [...] faire que les caractéristiques des androïdes soient plus "amicales et attrayantes", peut résulter en la disparition de l'uncanny là où de précédent résultats la rendait évidente. Hanson remarque que l'Uncanny Valley n'est pas prédestinée, les changements qu'Hanson a appliqué aux morphologies impliquent des caractéristiques cartoons et stylisés, comme opposé à des caractéristiques humaine réalistes."

TINWELL A., GRIMSHAW M. *ibid.*

## II / RÉALISATION : EXPÉRIMENTATIONS PERSONNELLES

Creuser les différentes pratiques et théories existantes autour du rendu expressif et de l'animation m'a permis d'envisager les expérimentations que je m'apprête à présenter.

Si l'on considère que la capture de mouvement n'en est pas moins qu'une représentation de l'Homme par lui-même, comment se déroulerait le passage de l'Homme dans le domaine expressif ?

À partir de tout ce qui a été dit jusqu'ici, comment pourrais-je désormais utiliser l'outil de capture de mouvement pour donner cette seconde dimension aux univers que j'ai envie de créer et qui étaient une de mes motivations à l'apprentissage de la 3D ?

Nous entrons désormais dans le bac à sable que j'ai cité plus tôt, le grand bain expérimental de mes envies et de mes curiosités. Je parlerai à présent de mes essais techniques et artistiques en commençant par présenter le très court-métrage de Master 2 sur lequel j'ai travaillé ainsi que son compte-rendu détaillé, puis je traiterai des différentes autres réalisations que j'ai pu expérimenter seule ou par le biais de la société Mocaplab où j'ai travaillé toute l'année.

Cette partie est également l'occasion pour moi de revenir sur des notions évoquées plus tôt dans ce mémoire et que j'avais prévu de traiter en parallèle de mes expérimentations afin de rendre mes réflexions plus concrètes et illustrées.

## 1) Réalisation du projet intensif "14:42"

### a) Présentation et objectifs du projet



Fig. 26 - Extrait de 14:42, Bazin C., Gabriel A., Izoulet V., Kacimi Iams-Miguel O., 2014.

14:42 est l'intitulé du court-métrage de Master 2 réalisé avec trois autres étudiantes de ma promotion. Notre objectif avant d'entamer toute recherche était unanime : l'hybridation. Pour pallier à nos différents sujets de recherche tout en gardant une cohérence, il nous paraissait évident que tenter un véritable mélange des techniques était le meilleur moyen pour envisager ce projet. Pour ce très court métrage, nous nous sommes concentrées sur une esthétique et un graphisme en constante évolution tout au long du film et avons expérimenté différents types d'animation.

Pour illustrer et trouver des transitions à ces changements, nous avons décidé d'un scénario simplifié au maximum; un personnage court et traverse ainsi progressivement différents plans qui le font évoluer tant dans son apparence physique, environnement compris, que dans sa manière de bouger.

Les découpages des scènes sont visuellement marqués par l'évolution graphique du personnage. Ce dernier est tout d'abord en 2D et simplifié à l'extrême puis il prend forme en passant d'un personnage bâton à un personnage 3D. Cette transition est principalement marquée par son animation et l'accentuation du jeu de lumière : des

ombres apparaissent pour lui donner du volume. En même temps que le graphisme, l'animation évolue et nous partons de l'animation traditionnelle 2D, au keyframe 3D puis à de la motion capture.

Ce projet a été mis en place dans un esprit total d'expérimentation et je l'ai personnellement perçu comme ayant une probabilité d'avoir un impact négatif sur le spectateur sans véritablement chercher à l'éviter. J'ai eu conscience en me lançant avec mon équipe que les transitions et les mélanges pouvaient devenir indigestes tout comme ils pourraient peut-être même passer inaperçus, et c'est justement là que se trouvait tout l'intérêt de ce très court-métrage, une expérimentation concrète dont les critiques seraient particulièrement instructives et d'autant plus si elles permettent de mettre le doigt sur ce qui ne fonctionne pas.

Ma principale fonction durant ce projet de trois semaines aura été toute la gestion d'animation en motion capture. Après un travail partagé sur le design et la modélisation du personnage ainsi que quelques-uns des plans de matte painting<sup>45</sup>, ma tâche principale a été de rigger<sup>46</sup> le personnage de manière à ce que les mouvements de mocap que nous avions programmés de tourner en amont soient prêts pour lui.

Ce court-métrage était pour moi l'occasion très concrète d'appréhender les techniques possibles d'utilisation de la capture de mouvement sur un personnage stylisé évoluant dans un univers expressif. Il s'agissait également de voir comment dans ce cas très précis allait-on pouvoir mêler animation keyframe et motion capture. Mon travail de préparation en mocap et celui de mon équipière travaillant sur le rig cartoon allaient-ils pouvoir se rejoindre ? Comment gérer et trouver un comédien pour enregistrer les mouvements nécessaires à notre film ? Quelles problématiques engendreraient le choix de ces mouvements ?

---

<sup>45</sup> Brièvement, technique qui utilise des décors peints comme arrière-plans. Il s'agit d'un procédé très utilisé en cinématographie, mais aussi dans le jeu vidéo et qui permet un gain de temps considérable sans nuire à l'esthétique. Elle est multisupport (infographique 2D, 3D ou traditionnelle).

<sup>46</sup> Action de créer le rig d'un personnage, c'est-à-dire son squelette pour l'animer par la suite.

## b) Setup de l'univers et du personnage

### i - L'univers graphique

Pour faciliter les transitions des scènes avec le temps imparti de la production, l'équipe a décidé de prendre le parti d'un univers expressif. Cela s'est fait dans l'optique de nous laisser le libre choix graphique à la fois de l'environnement, mais aussi de l'apparence du personnage.

L'évolution de ce dernier se passe en totalité dans un environnement stylisé et coloré qui prend de plus en plus de forme et de détails. De par la grande simplicité de notre scénario, il a été important de construire un univers assez fourni pour ne pas rendre le film plus vide. Nous nous sommes renseignées sur des décors urbains et saturés pour créer notre base de réflexion sur l'environnement du film.



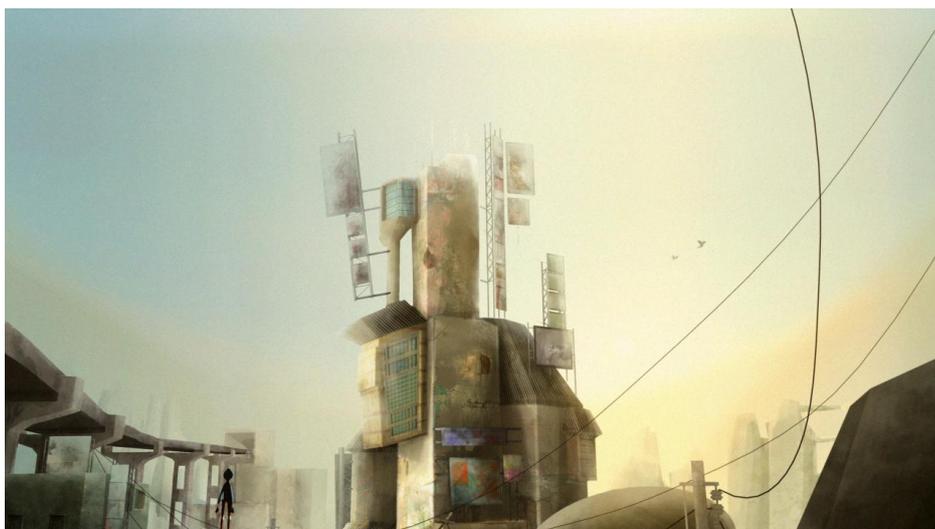
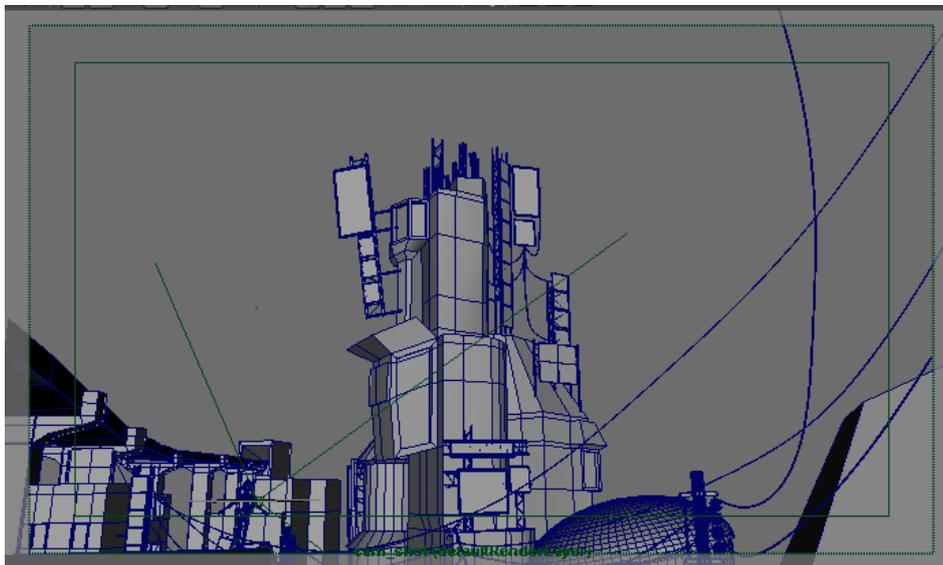
Fig. 27 - Références de 14:42 : Remember Me, DONTNOD Entertainment, 2013 (PS3)

L'amoncellement de formes géométriques simples - immeubles, panneaux publicitaires -, le jeu des plans, l'asymétrie et la texture urbaine sont les éléments principaux sur lesquels nous avons basé notre décor.



**Fig. 28 - Références de 14:42 : Amer Béton, Taiyô Matsumoto et Michael Arias, 2007.**

Pour mettre au point l'évolution graphique de notre environnement, nous avons tout d'abord défini l'apparence finale de notre décor avant de le dématérialiser petit à petit pour le simplifier au maximum. Bien que je n'étais pas préposée au travail de la mise en place des plans, leur suivi m'a été indispensable afin de définir comment notre personnage allait se déplacer en motion capture. Cela m'a permis de savoir s'il allait y avoir des obstacles à gérer ou à simuler en capture de mouvement ou encore de savoir dans quelle direction doit observer le personnage à tel moment. Il me fallait très concrètement savoir à quoi allait ressembler notre décor pour que je sois en mesure de donner les directives à notre comédien, afin qu'il puisse imaginer et visualiser la scène où il se trouve : où se termine le toit ? Où se trouve la tour principale ?



**Fig. 29 - Composition préparatoire en amont et plan final du film.**

## ii - Recherche et modélisation du personnage.

Dans la nécessité de respecter la date de rendu, nous avons travaillé la mise au point du personnage en parallèle des tournages de capture de mouvement.

Le film devait être un mélange d'animation traditionnelle 2D, mais aussi et surtout un mélange entre keyframe et motion capture. Mon intérêt à cette hybridation faisait écho à la confrontation dont j'ai parlé plus tôt, où les deux pratiques sont régulièrement opposées dans le milieu de la 3D. Je voulais concrètement savoir ce que pouvait rendre cette expérimentation et quelles impressions elles laisseraient.

J'aimais aussi l'idée d'une fusion des techniques, l'animation par l'outil informatique et l'outil *corporel*.

L'équipe s'est mise d'accord pour un personnage à l'image de l'univers que nous voulions : expressif et humanoïde mais assez stylisé pour que le challenge s'en ressente.

Les premières ébauches suggéraient le personnage d'un enfant, son jeune âge aurait pu agrémenter la course avec des moments de déséquilibres et des comportements candides. Puis l'idée d'un personnage féminin un peu plus âgé par opposition au stéréotype du garçon casse-cou nous a davantage séduite. Afin de marquer l'aspect cartoon, nous avons non seulement joué sur les proportions du personnage, baptisé Mrs Putt, mais également sur sa tenue.



Fig. 30 - Recherche de couleurs pour le design du personnage

Le design final nous donne un personnage longiligne et à la géométrie assez primitive. La forme de son corps évoque déjà un certain caractère : Mrs Putt est un personnage agile, habitué à parcourir un paysage urbain. La taille des jambes évoque l'importance mise sur la course et devait aussi marquer la féminité - détail intéressant, car peu de spectateurs ont discerné son genre correctement -, quand à la tenue, elle rappelle la ville et l'apparence "sportswear".



**Fig. 31 - Recherche de chara-design, le personnage trouve son apparence définitive ainsi que les couleurs finales de sa tenue.**

### **Le cas du facial**

Dès les premières ébauches du personnage, la difficulté dans sa création fut la manière dont nous allions faire son visage. Ce sujet à été débattu tout au long de la production sans jamais trouver de réelle solution. La crainte première a été une question de temps, puis de technique : aurions-nous le temps de faire un visage animable ? Mais surtout, était-ce seulement nécessaire pour la narration ?

Aux vues de notre scénario et des nombreuses autres problématiques qui nous attendaient, il a été décidé que son visage serait soigneusement masqué. L'argument

principal étant que le personnage est en mouvement constant, jamais vu de près et qu'une expression faciale dans ce cas très précis n'apporterait rien à l'histoire et n'empêchait pas la narration qui est très simple.

Nous nous sommes donc concentrées sur le corps du personnage, car en travaillant également sur sa modélisation, il est apparu évident qu'à un choix d'animation s'imposait un type de modélisation particulier. Aussi, afin que les pliures du corps et que l'apparence globale du mesh soit esthétique, il a fallu réfléchir à la modélisation d'avance pour parer aux problèmes que nous allons rencontrer en animation.

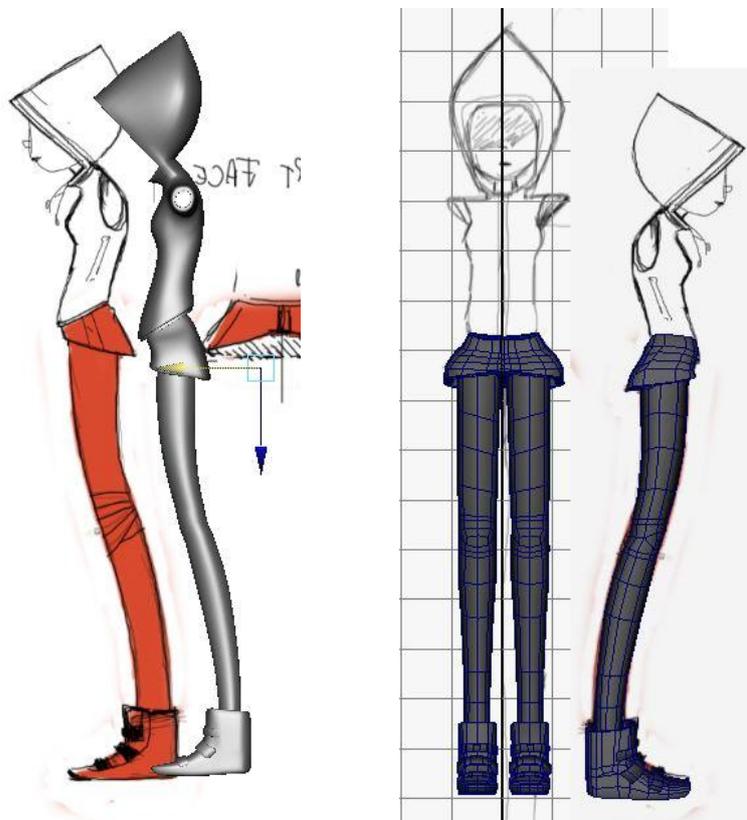


Fig. 32 - Phases de modélisation du personnage

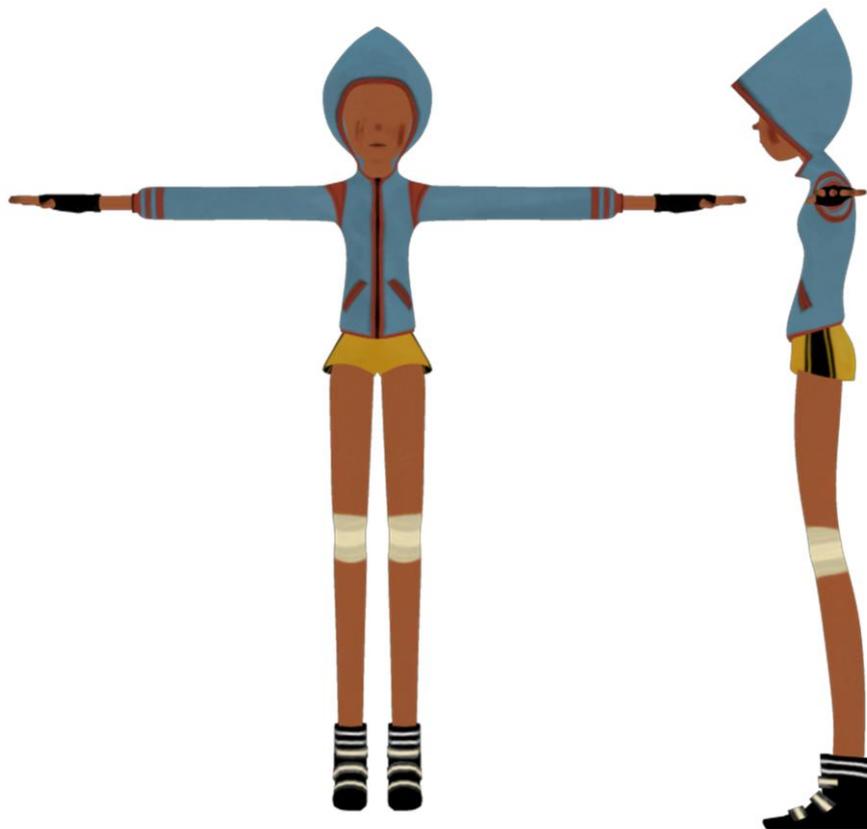
### Le choix du surface shader

Pour appuyer sur l'effet dessin animé de notre personnage sans passer par du cel-shading, nous avons décidé de partir sur l'utilisation quasi exclusive de surface shader pour les textures.

Le surface shader est une texture diffuse qui, par défaut, ne renvoie aucune information

d'ombre ou de lumière. Ce choix s'est tout naturellement fait de manière à ce que le graphisme fonctionne comme dans les celluloïds de dessin animé. La gestion de la réflexion lumineuse et de l'ombrage devait par la suite être simulé en texture : un aplat de couleur qui est rehaussé par l'éclaircissement de certaines zones pour la réflexion et assombri à d'autres pour marquer l'ombre. Le volume a été souligné en utilisant une passe d'occlusion<sup>47</sup>, réduisant le nombre total de passes<sup>48</sup> nécessaire à 2 pour le personnage et les éléments du décor.

L'avantage du choix graphique que nous avons fait a été les temps de rendu extrêmement rapides puisqu'il suffisait en tout est pour tout de deux passes pour gérer les couleurs et les ombres, rendues grâce à de l'ambient occlusion superposée en composition.



**Fig. 33 - Version finale de Mrs Putt**

---

<sup>47</sup> Technique de rendu d'ombre par calcul de distances des objets 3D entre eux. En se basant sur une illumination globale de la scène 3D (c'est-à-dire sans source de lumière à un endroit précis), les rayons rebondissent sur les éléments 3D et les ombres sont générées selon leur proximité.

<sup>48</sup> Les passes sont une décomposition d'une image 3D. Il peut s'agir d'une passe ne comportant que les informations de diffuse, d'ombre, de lumière, de profondeur de champs ou seulement certains éléments d'une scène 3D

## c) Tournage et post-production

### i - La capture

#### (1) Feuille de tournage

*"Mrs Putt débute le film en courant à travers des décors géométriques colorés, elle grimpe un muret et atterrit sur un toit (changement de graphisme par impact d'atterrissage). Elle court à nouveau sur ce toit surchargé de panneaux publicitaires puis grimpe un échafaud également recouvert (on ne la voit plus). [...] Elle entre dans le champ en sautant sur une cheminée puis glisse le long d'un autre toit (passage mocap) avant d'atterrir au bout de ce dernier. Elle observe la ville quelques instants puis s'élanche dans le vide pour continuer son parcours (plan fixe et large)"<sup>49</sup>*

14:42 se compose de 9 plans et en parallèle de la mise au point du design du personnage, un planning de tournage a été fait afin de lister concrètement les mouvements que nous voulions pour le film. Les actions prévues étaient au nombre de 6 :

- Mrs Putt début le film en courant (Course)
- Elle fait la funambule sur le rebord d'un toit (Déséquilibre)
- Elle glisse sur un toit (Glissade)
- Elle s'arrête et reprend son souffle (Pants)
- Elle observe la ville (Observation debout ou assise)
- Elle saute dans le vide. (Chute)

Le choix de ce type mouvement à tout d'abord été fait en adéquation avec nos envies pour le film avant de se heurter à des problèmes techniques ayant parfois eu un véritable impact sur le scénario final. Plusieurs séances de capture ont été nécessaires.

Dans un premier temps, j'ai longtemps insisté sur ma volonté de pouvoir amener une course en capture de mouvement dans le film pour que les changements d'animation soient encore plus flagrants. Cette idée a très vite été abandonnée car les moyens techniques dont nous disposions, à savoir l'envergure de la salle de capture, ne nous permettait pas de faire assez de pas pour transformer le mouvement en une course.

---

<sup>49</sup> Extrait de la description de l'animatique du court métrage 14:42

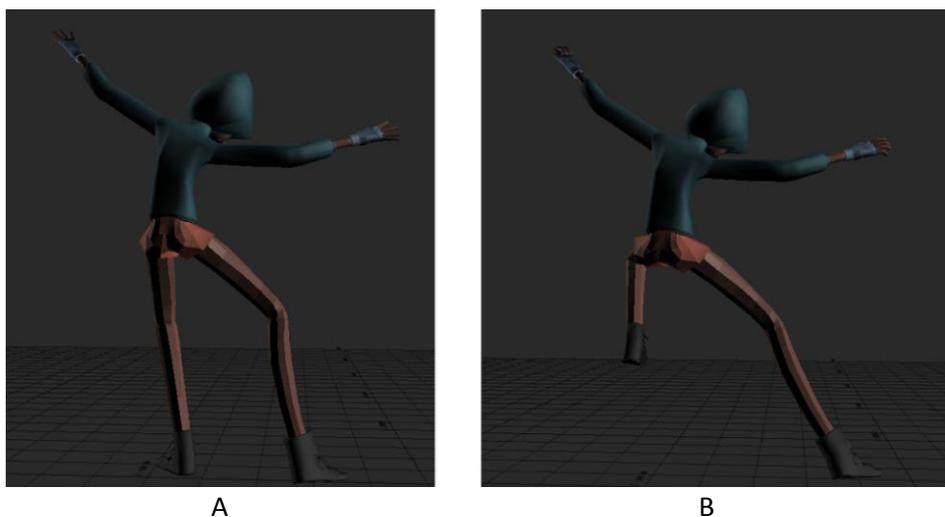
À défaut de motion capture, nous en avons profité pour marquer l'accent sur l'animation traditionnelle 2D et l'animation 3D keyframe.

Après étude du scénario et de par la qualité des premiers enregistrements, nous avons également renoncé à la scène du funambule ainsi que l'observation assise qui ne collait pas avec la fin. Après les séances de tournages, l'équipe a érigé une nouvelle liste de plans plus courte, résumée par le tableau ci-dessous :

Plan 06	Elle glisse le long d'un toit. (SCN_Glissade)
Plan 07-08	Elle se rattrape et observe la vie (SCN_Obs)
Plan 09	Elle saute dans le vide (SCN_Chute)

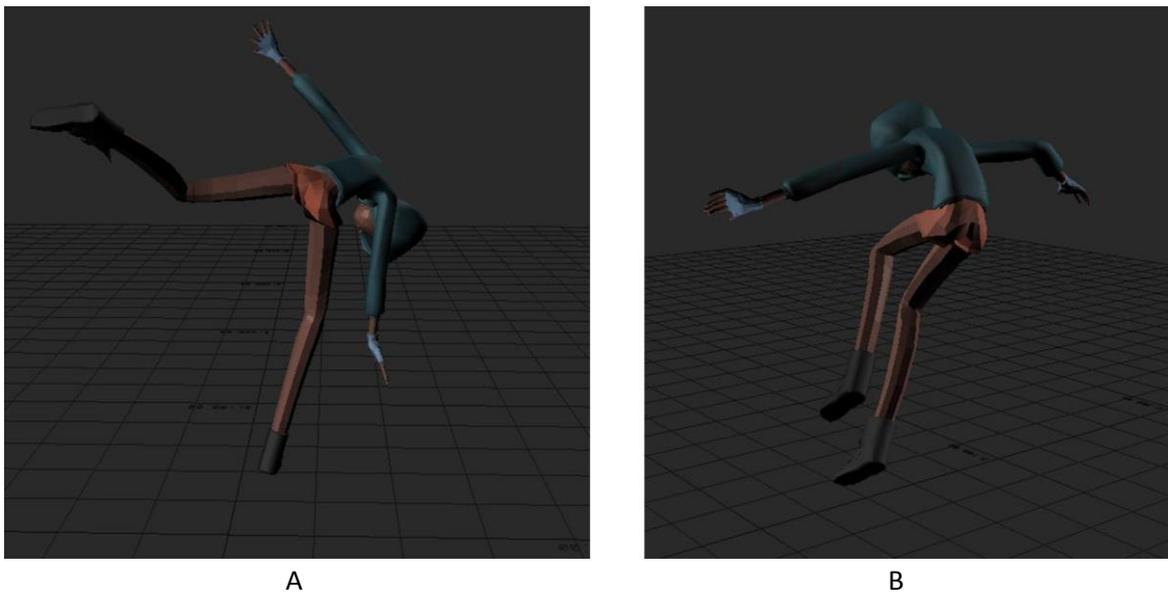
Le raccourcissement de la liste a également amené des problématiques propres à chaque mouvement que nous avons sélectionné. De par la configuration de notre plateau de tournage, l'utilisation de nombreux accessoires a été nécessaire pour reconstituer des situations.

La glissade sur le toit par exemple, a été totalement simulée. Notre acteur a dû donner l'impression d'être sur une pente à toutes vitesses, jouant la perte d'équilibre par moment. Ce mouvement a ensuite été adapté sur MotionBuilder : le pied gauche a été surélevé pour donner l'impression d'être posé sur une pente puis le toit a été créé en accord avec le nouvel angle d'inclinaison du personnage.



**A** **B**  
**Fig. 34 - Retargeting du mouvement de glissade.**  
**A : Mouvement original. B : Mouvement corrigé.**

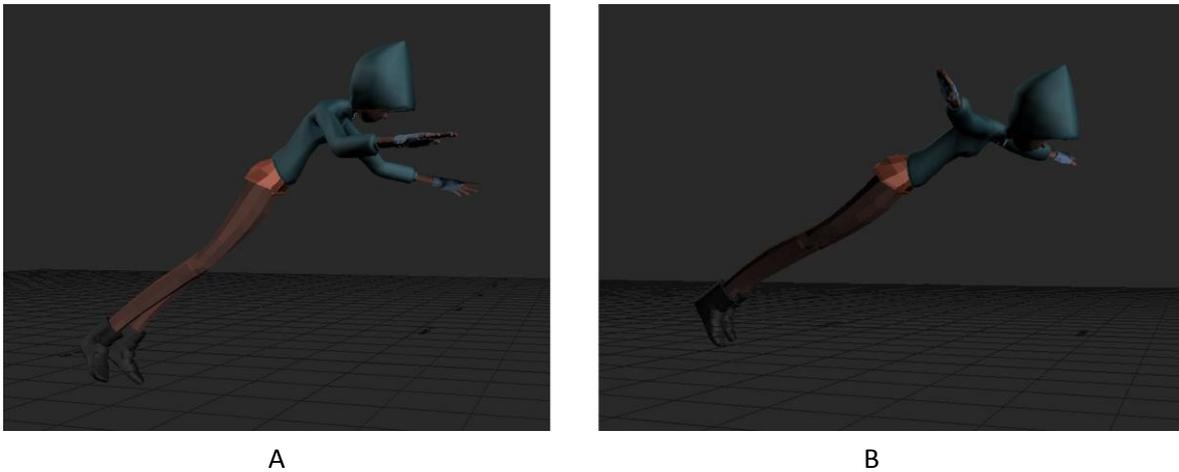
Par la suite, nous avons tenté de jouer les scènes d'instabilité de la manière la plus réaliste possible, c'est-à-dire en créant de véritables situations de déséquilibre. Nous avons parfois pu constater que dans les cas où l'instinct de survie prenait le pas sur le jeu d'acteur, le mouvement final était si ample et énergique qu'on pouvait le croire surjoué (cf. Fig. A35). Nous avons néanmoins fait le choix de garder le mouvement de rattrapage qui marquait le plus l'assurance du personnage afin de le rendre cohérent dans le scénario.



**Fig. 35 - Comparaison de deux scènes de déséquilibre pour le plan 07.**  
**A : Scène abandonnée, au mouvement intéressant. B : Scène finale intégrée au film.**

La seconde problématique rencontrée a été lors du tournage de la chute. Nous avons tout d'abord décidé que le personnage effectuerait un saut en extension dont la chute serait animée en keyframe. Mais le travail de modélisation de décors se faisant en parallèle, j'ai remarqué bien tard que l'action et la configuration du toit en 3D ne fonctionnaient pas du tout malgré mon suivi. Il a été nécessaire de refaire une séance de tournage pour enregistrer un nouveau saut, plus simple, où le personnage se laisserait tomber en avant comme un saut de l'ange. Ce changement, à priori simple, a été problématique dans la mesure où l'acteur que nous avons eu la chance de faire venir pour le premier tournage n'était plus disponible. C'est donc une de mes équipières qui a

accepté de porter le costume avec pour mission de faire une véritable chute en avant dans le vide.



**Fig. 36 - Retargeting du mouvement de chute.**

**A : Mouvement original et repliement réflexe des bras pour amortir la chute.**

**B : Retargeting du mouvement A, le mouvement des bras a été modifié.**

Pour l'occasion nous avons sécurisé le plateau avec un matelas pour amortir ses essais, mais le geste réflexe de replier les bras ne permettait pas de rendre l'impression de chute correctement. Cette étape a été re-animé en post-production grâce au retargeting où j'ai coupé les clés d'animation des bras pour les étirer sur la totalité du mouvement.

## ***(2) Organisation optimale de rigueur***

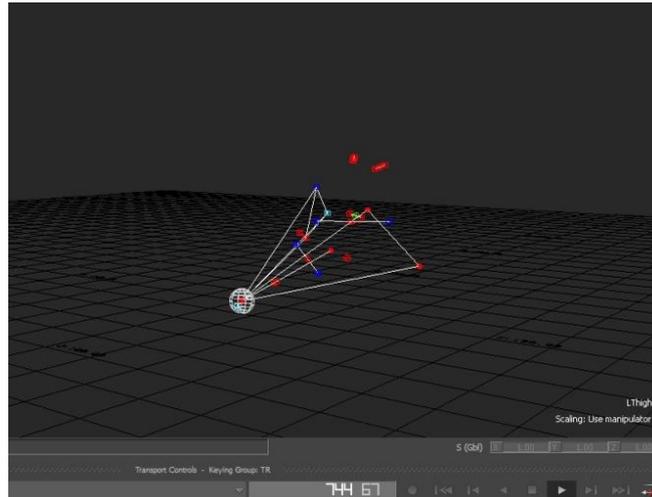
Le redécoupage des plans précédemment cité a été le résultat d'une organisation parfois inévitablement marginale. Les tournages ont été le théâtre de nombreux problèmes techniques : quelques-uns étaient liés à des caméras déplacées par accident, forçant une nouvelle calibration ou de forts changements de luminosité dans la pièce créaient des parasites visibles qu'Arena et MotionBuilder traduisaient comme des markers indépendants.

Le matériel n'était pas le seul à amener les problèmes rencontrés plus tard en post-production et la véritable problématique rencontrée a été l'organisation et la direction pendant le tournage.

Il est souvent arrivé d'accepter une *take* malgré les problèmes qui étaient déjà visibles et supposés facilement réglables en post-production et cette erreur fait écho aux

recommandations de Matthew Liverman que j'ai pu citer plus tôt dans le cadre de la confrontation Keyframe/Mocap et dont j'ai personnellement fait les frais :

"People think they can fix bad motion capture data after the capture session. Whether the data is bad due to a bad performance or was poorly captured or processed, assuming you can fix it in the post capture stage is foolish. If you have to do damage control after the fact, it is always more difficult than doing it correctly the first time."<sup>50</sup>



**Fig. 37 - Exemple de capture inexploitable après une tentative de roulade. Markers non détectés, occlusion presque généralisée et swaps sont visibles : les rigid bodies sont complètement "détruits".**

La gestion d'une séance de capture est semblable à celle d'un tournage de cinéma classique et la direction doit être particulièrement carrée pour amener au résultat escompté : dans le contexte de 14:42, renoncer à refaire certaines scènes pour ménager l'équipe ou en espérant régler les problèmes plus tard a été une erreur qui a forcé à planifier la séance de tournage de dernière minute de la chute.

Je résumerai cette partie par un adage efficace sur lequel je m'appuie maintenant

---

<sup>50</sup> "Les gens pensent qu'ils peuvent corriger de mauvaises données de motion capture après la session de capture. Que les données soient mauvaises à cause d'une mauvaise performance ou qu'elles aient été mal capturées ou traitées, supposer que l'on peut les corriger à l'étape de post-capture est de la folie. Si l'on doit contrôler les erreurs après les faits, c'est toujours plus difficile que de le faire correctement la première fois."

LIVERMAN M., *The Animator's Motion Capture Guide*, Ed. Charles River Media, Massachusetts, 2004. p.32

systématiquement : "Échouer de planifier, c'est planifier d'échouer."<sup>51</sup>

### ***(3) L'influence de l'acting***

Ce dernier tournage en "catastrophe" de la chute a été une des illustrations d'un point important que j'aimerais traiter ici. Deux sessions de capture ont été nécessaires en amont du projet durant lesquels nous avons fait appel à un comédien pour jouer notre personnage. Et l'originalité de ces sessions de capture a été de demander à un comédien homme de se mettre dans la peau non seulement d'un personnage expressif au physique particulier, mais surtout d'un personnage féminin.

Je commencerai par citer à nouveau Matthew Liverman : "People underestimate the importance of using a good motion performer. The motion data capture directly reflects the movements of the motion performer, so you need to have a performer who is able to give you the exact motion you require. A great deal of care should be taken when selecting a motion performer."<sup>52</sup>

Comme souvent durant un tournage avec un acteur inhabitué, la grande difficulté qui apparaît est l'adaptation à l'environnement. Dans le cadre du tournage de 14:42, j'avais insisté avec Germain Fougou, notre comédien, pour qu'il ne s'embarrasse pas de savoir qu'elles étaient les limites de "son corps virtuel". Je ne lui ai pas demandé de garder en tête que ses jambes étaient démesurément longues ou de faire attention à ses mouvements de visages pour que le personnage encapuchonné reste anonyme. Mon mot d'ordre pour cette expérimentation était qu'il soit le plus "naturel" possible dans ses mouvements, mais qu'il garde en tête son rôle : celui d'une jeune fille très agile dans un univers expressif où les codes de comportements sont différents. Nous lui donnions carte blanche pour toutes exagérations de mouvements, même caricaturales.

---

<sup>51</sup> "Failing to plan is planning to fail" LIVERMAN M., *ibid.* (Winston Churchill "He who fails to plan is planning to fail")

<sup>52</sup> "Les gens sous-estime l'importance d'avoir un bon acteur. Les données de mouvement capturé reflètent directement les mouvements de l'acteur, on a donc besoin d'un acteur qui est en mesure de donner exactement le mouvement requis. Une attention particulière doit être accordée lors de la sélection de l'acteur."

LIVERMAN M., *ibid.*, p.32

A l'inverse de ce choix de direction d'acteur, j'ai pu, dans le cadre professionnel, assister à des tournages où il était expressément demandé aux acteurs de prendre conscience du corps virtuel qu'ils représentaient. Je citerai concrètement le personnage de Minimine, sur lequel je reviendrais un peu plus tard dans cette partie, où la combinaison de l'acteur avait été adaptée pour le faciliter dans cette tâche : ses chaussures de combinaison avaient été modifiées pour être plus imposantes afin qu'ils se souviennent par exemple que ceux du personnage sont particulièrement distants l'un par rapport à l'autre et disproportionnées.

Pour en revenir à cette notion d'influence de l'acting qui est je crois un point central dans le cadre d'un tournage mocap, les principales difficultés que l'acteur rencontre sont l'adaptation à l'environnement et l'imagination.

Le travail de l'acteur est déjà, entre autre, d'être capable de s'imprégner des personnages, de se projeter leur comportement, de les vivre. Souvent, lors des tournages en cinéma, un décor et une tenue viennent accompagner l'acteur dans sa démarche d'appropriation du rôle et dans son processus d'immersion, chose que la motion capture ne permet pas. La capture de mouvement demande une force d'imagination incroyable qu'on ne réalise qu'en étant entouré de caméra, en combinaison et souvent seul face à rien. La notion d'uncanny valley que j'attribue parfois à des animations ne collant pas aux univers des films, me fait penser que certains échecs de capture de mouvement peuvent être dû à cette perte de repère : l'acteur doit se créer un monde, il doit se le créer d'autant plus que même s'il est habitué au tournage sur fonds verts, il n'y a ici pas de costume, pas de vrais objets, pas de décors<sup>53</sup>, parfois même pas d'autres acteurs à qui répondre. L'acting en motion capture est un exercice très complexe et au final, l'acteur ne dispose pour seul aide que son imagination et nos directives.

L'adage qui résume l'utilisation de la capture de mouvement aux personnages réalistes et le keyframe à des personnages toons repose sur une logique plutôt sensée que résume

---

<sup>53</sup> Exception faite de l'utilisation de props où de décor pour des situations où la scène nécessite de jouer avec les hauteurs et les obstacles. Mais même ces décors sont neutres au maximum pour ne pas gêner la qualité de la capture.

notamment Liverman dans son guide :

"The look of of your character also needs to be considered. Motion capture, if done properly, will give you very realistic human or animal motion, but if you project requires more dramatic or cartoon-like motions, the use of motion capture might not be right for your project. It is possible to get a motion performer who can act and add more personality to your character, but no matter what, the performer can only do so much because he is affected by the laws of physics."<sup>54</sup>

Des propos intéressants qui sembleraient contrecarrer mes intentions, mais qui au contraire me poussent à chercher plus loin les moyens de détournements.

Le mouvement réaliste prend en compte le panel total de gestes humainement réalisables là où les mouvements de toons nécessitent des exagérations, souvent des déformations, où les limites de l'articulation humaine se heurtent. Il paraît donc tout à fait naturel que le keyframe s'adapte mieux à des univers cartoons.

Mais dans le cadre du détournement qui m'intéresse, je vois un principe fondamental dans ce que j'oserais presque appeler la nécessité du *sur-jeu* en capture de mouvement expressif. L'acteur doit se mettre dans la peau du personnage expressif et pousser le mouvement spontané du corps humain pour surjouer de manière à enlever la rigidité que l'on peut observer dans certains cas où les personnages 3D semblent figés.

La rigidité de l'animation est parfois la source de l'uncanny valley, aussi surjouer dans le cadre d'un personnage expressif pourrait être une solution pour enlever cette impression. Je citerais ici l'exemple du film de Nomura et Nozue (cf. Fig 38). L'utilisation de la motion capture a été soit totale, soit partielle dans le sens où les séquences enregistrées ont servi de base, re-keyframé par dessus, pour des mouvements moins réalistes comme des sauts ou des scènes de combat.

---

<sup>54</sup> "L'apparence du personnage doit aussi être prise en compte. La capture de mouvement, lorsqu'elle est bien faite, va donner un mouvement humain ou animal très réaliste, mais si votre projet demande plutôt des animations plus dramatiques ou de styles cartoons, l'utilisation de la capture de mouvement peut ne pas être le mieux pour votre projet. Il est possible d'avoir un acteur qui puisse jouer et ajouter plus de personnalité à votre personnage, mais quoi qu'il arrive, l'acteur ne peut aller bien au-delà parce qu'il est affecté par les lois de la physique."

LIVERMAN M., *ibid.*, p.30



Fig. 38 - Exemple de "sur-jeu". Final Fantasy VII Advent Children, T.Nomura et T.Nozone (2007)

Durant le film apparaissent régulièrement deux personnages qui font parfois office de faire-valoir et amènent de la légèreté à l'histoire. Leurs caractères se traduisent par leur façon de se mouvoir, en cela ils se dénotent particulièrement des autres personnages et on remarque très vite un parti pris d'animation : ils agissent presque en suivant les codes du burlesque. Ils sont sur-expressifs et les scènes comiques sont légion, on rejoindrait presque le théâtral. On ne recherche pas ici le spontané du geste mais la capacité de l'Homme à exprimer des émotions en un reflet plus ou moins caricatural, sans pour autant rechercher l'exagération extrême qu'évoque le toon.

Dans le cadre de ce film, ce parti pris est efficace, on comprend vite quel est le rôle de ces deux personnages et leur comportement est cohérent avec ce dernier. Il n'y a à mon sens pas de situations étranges de rigidité fixe; les personnages bougent beaucoup, de manière caricaturale. La capture de mouvement, au sens des définitions que j'ai pu donner jusqu'ici, trouve sa place dans un univers semi-réaliste et stylisé et le *sur-jeu* trouve la sienne dans la personnalité des personnages.

Plus l'oeil est expérimenté à déchiffrer un nuage de point, plus il devient évident qu'un individu, même s'il n'est pas reconnaissable physiquement, l'est de par sa manière de se déplacer. On peut dès lors très vite distinguer un genre, une corpulence et même un âge à la démarche et aux mouvements d'un individu. Ce qui rend la capacité de jouer importante et parfois même indispensable dès lors que l'acteur n'a pas le physique de l'emploi. Ce cas fut illustré lors du tournage du projet 14:42 où Germain devait se mettre dans la peau d'un personnage féminin, qui plus est d'apparence rachitique.

Le choix de l'acteur est certes important, c'est de son talent que va dépendre l'immersion dans le personnage et la cohérence d'une scène, mais l'acting est d'une importance encore plus grande, car il traduit non pas le jeu mais la manière de jouer. Et la manière de jouer dépend du cadre dans lequel l'acteur évolue, cadre que l'on pourrait rapprocher des notions du genre théâtral : s'agit-il d'un univers réaliste ou expressif ? D'une scène comique ou dramatique ?

## ii - Post-production

### ***(1) Adaptation au personnage expressif : l'impératif du retargeting ?***

Je reviens sur cette notion qui m'a suivie tout au long de mes expérimentations et de mon travail en entreprise comme opératrice de capture de mouvement.

Dans le cadre de la réalisation du projet 14:42, la modélisation de Mrs Putt me permettait d'avance de voir où se trouveraient mes difficultés en capture de mouvement : la taille exagérément grande des jambes, l'étroitesse du bassin et la longueur de la colonne vertébrale ont été les trois éléments perturbateurs lorsque j'appliquais les mouvements de capture au personnage.

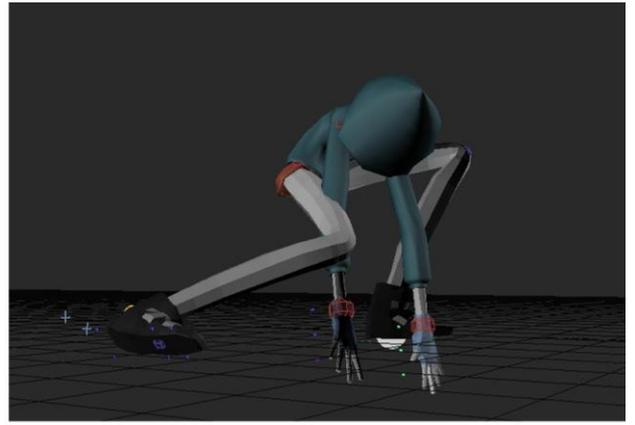
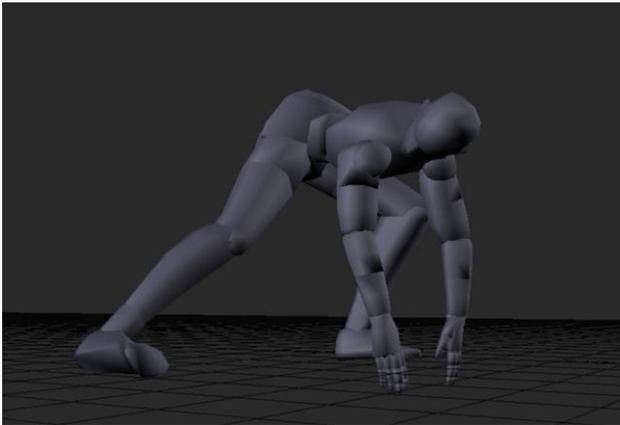
En décrivant les étapes d'un pipeline de production de capture de mouvement, j'avais brièvement évoqué le fait qu'il était important que l'actor, à savoir l'entité virtuelle qui représente l'acteur réel, soit conforme à la physiologie de l'acteur réel. Mais avec un personnage expressif, il paraît compromis de faire coller les mouvements basés sur un corps aux proportions humaines. Inévitablement, faire cela engendrerait des gestes incorrects sur le personnage virtuel et plus précisément ferait apparaître des situations dites d'interpénétrations (cf. Fig.39 et 40).

Ma solution face à ce problème a été l'utilisation du retargeting : tout en me basant sur le mouvement de Germain, je réadapte les trajectoires erronées en posant des clés d'animations pour éviter que le mesh se passe à travers.

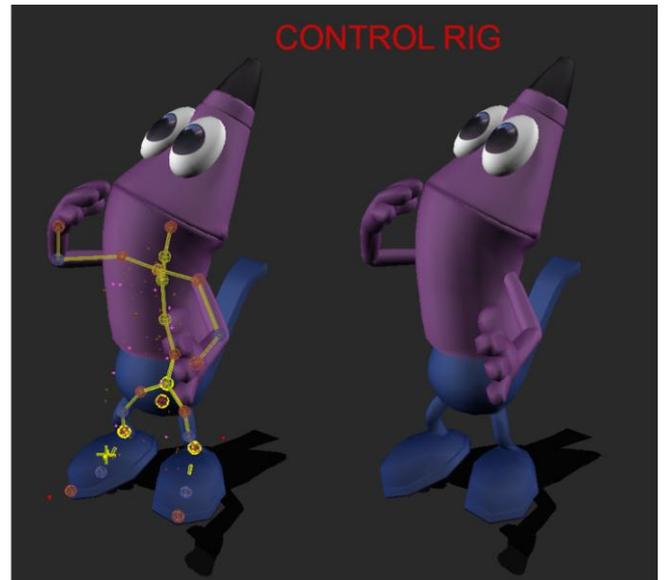
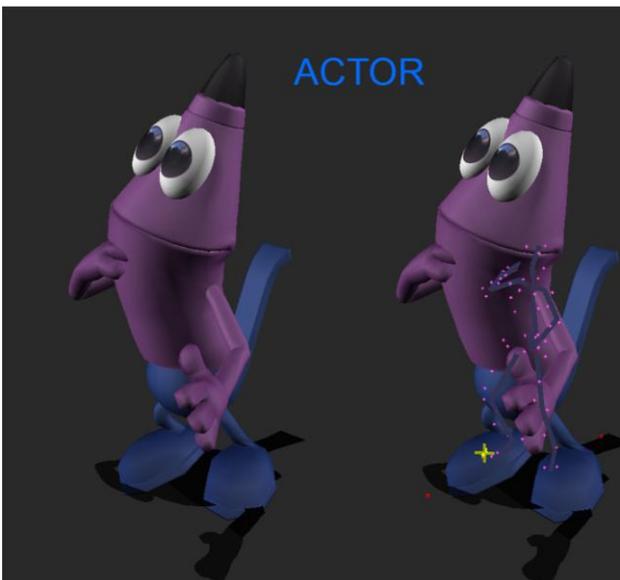
En reprenant la figure 40, le retargeting s'est appliqué à modifier légèrement la position de la main de droite, de manière à la sortir de la tête, ainsi qu'en modifiant la rotation du bassin du personnage, qui même s'il respecte la position de l'acteur réel, est trop penché pour être cohérente sur le personnage 3D.

Contrairement à ce qui pourrait paraître, le retargeting n'est pas un retour à l'animation keyframe, et j'ajouterai qu'il ne s'agit d'ailleurs pas d'animation à proprement parler.

Il s'agit d'une correction de trajectoire qui ici, ne change pas le mouvement initial mais l'adapte en respectant au maximum le jeu originel. Le maître mot, déjà cité plus tôt, reste la préservation au plus près des mouvements de l'acteur et de son jeu.



**Fig. 39 - Illustration des problèmes d'interpénétration lors de changement de gabarit entre Actor et personnage 3D. (Séance de capture du 6/01/2014, Fougou G.)**



**Fig. 40 - Illustration d'une correction d'interpénétration  
Déplacement de la main droite et repositionnement du bassin sur le control rig.  
(Personnage de Minimine, Osibo et Mocaplab, 2013)**

Le retargeting est un passage devenu pour moi obligatoire dès lors qu'on parle de motion capture pour des personnages expressifs. Les rares exceptions rencontrées à ce phénomène sont les cas où le personnage 3D est presque quasiment conforme à la physiologie de l'acteur réel, et même dans ce genre de situation, il n'est pas rare de devoir corriger des trajectoires même minimales pour une adaptation parfaite.

Je retiens donc cette technique comme un pré-requis de la capture de mouvement expressif.

## ***(2) Rig Toon et Mocap***

L'une des grandes questions qui se posait pour le projet hybride 14:42 était la manière dont moi et Clara - dont les recherches se basent sur le rig toon<sup>55</sup> - allions pouvoir ou non partager notre travail.

Avec en tout et pour tout trois semaines de production et de rendu, il m'a très vite semblé évident que le rig toon avec ses complexités et ses spécificités n'étaient tout bonnement pas exploitable en mocap. Une très grande part des caractéristiques du rig toon était inutilisable et simplifier le tout était une perte de temps.

En effet, le rig toon amène parfois à concevoir le squelette du personnage en plusieurs parties parfois indépendantes, voire dédoublées, pour permettre plusieurs types de déformations à un seul membre. Autant de spécificités que je n'ai pas eu l'occasion d'optimiser pour de la capture de mouvement et qui allait par ailleurs devenir inutile.

En conclusion, deux rigs différents ont été nécessaires pour notre personnage. J'ai pour ma part opté pour un squelette très classique, sans aucune gestion des pulls<sup>56</sup>, reach<sup>57</sup> et

---

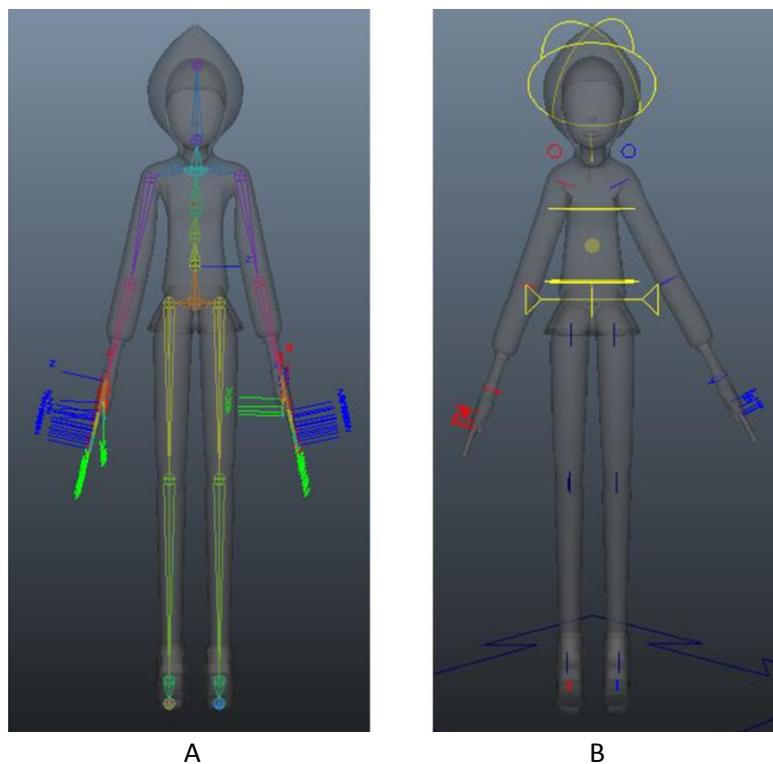
<sup>55</sup> Création et mise en place d'un squelette 3D adapté pour des mouvements cartoons tel que des étirements, des squatch and stretch ou toutes autres animations cartoons spécifiques.

<sup>56</sup> Option qui permet de déterminer dans quelle mesure certaines parties du corps sont affectées quand d'autres parties sont en mouvement.

<sup>57</sup> Ibid.

autres options IK/FK<sup>58</sup> en prévision que ces paramètres seraient "automatiquement" gérés par le biais des opticals<sup>59</sup> sur MotionBuilder.

De la même façon, le travail du skin<sup>60</sup> du personnage a nécessité un double effort, car l'export des *skinweight*<sup>61</sup> et leur importation d'une scène à l'autre n'était pas compatible. Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier plus en profondeur les problèmes que posait l'adaptation des deux rigs. J'aurais aimé être en mesure de trouver une solution pour que nos deux travaux en animation soit regroupés afin de faire gagner du temps à toute l'équipe mais force a été de constater que motion capture et animation keyframe ont une fois de plus fait chemin à part durant ce projet.



**Fig. 41 - Illustration des deux Rig du personnage de Mrs Putt**  
**A : Rig pour motion capture      B : Rig pour animation cartoon en keyframe**

**On remarque notamment la différence de gestion du skin d'un personnage à l'autre au niveau des dessous de bras.**

<sup>58</sup> Respectivement Forward kinematic et Inverse kinematic. Ils définissent l'ordre dans lequel va être traité l'animation en 3D. Le forward kinematic est un système d'animation d'éléments par éléments. L'inverse kinematic est un processus d'animation où le mouvement d'un élément affecte hiérarchiquement tous les autres qui lui sont liés. cf. Index p.111

<sup>59</sup> Autre nom donné pour les markers dans MotionBuilder.

<sup>60</sup> Le skin est entre autre la gestion des déformations du mesh lors de son animation.

<sup>61</sup> Les skinweights sont des fichiers renfermant les informations de déformations de chaque joints d'un skeleton sur un mesh.

### ***(3) Conclusion du projet***

Parce que ce court-métrage a été un concentré d'expérimentations, le compte-rendu personnel que je peux faire de ce projet est nuancé. Certains échecs restent néanmoins des challenges à relever et sont contrebalancés par des retours plutôt positifs sur l'ensemble du film.

D'un point de vue technique, quelques regrets notamment : le dialogue impossible avec le rigueur de l'équipe a été contre-productif et mériterait peut-être d'être creusé davantage.

De la même façon, l'organisation parfois chaotique a eu des répercussions directes sur la post-production en demandant des retouches importantes ou des tournages de secours en dernière minute. Cependant, j'ai pris conscience d'un élément important dans le cadre d'une capture de mouvement expressif qui est resté une nécessité à l'heure actuelle; le retargeting a demandé beaucoup de travail et malgré toute la bonne volonté de respecter au maximum le jeu de l'acteur, il a parfois été nécessaire de détruire des clés d'animation pour adapter le mouvement au personnage 3D.

Enfin, la notion d'acting est un point sur lequel je tenais à m'attarder tant il a été important durant ce projet. À plusieurs reprises durant ma pratique de la capture de mouvement j'ai pu constater combien il était possible d'identifier une personne à la manière qu'elle a de se mouvoir et dans le cadre de ce projet, et ce malgré la différence de genre, j'ai été satisfaite de constater que la physionomie de notre acteur et celle de notre personnage virtuel fonctionnaient globalement bien malgré leur grande différence. Je reste cependant persuadée qu'une corpulence plus forte aurait amené d'autres problématiques, ce à quoi je me tenterais dans la suite de mes expérimentations.

Parmi les retours extérieurs sur le court-métrage, une majeure partie des questionnés a trouvé l'ensemble cohérent malgré les hybridations. Peu de gens ont réalisé que la fin du film était faite en motion capture, et lorsque ce fut le cas, à aucun moment n'est survenue une remarque sur l'inadéquation de l'animation par rapport au style graphique. De manière globale, la plupart des gens interrogés ont adhéré au character-design et à l'esthétique du film et n'ont pas rencontré de situations dites "uncanny".

Pour ma part, je nuancerais ce dernier point en faisant part d'un dernier regret : je n'ai pas eu l'occasion d'insister sur l'utilisation de la motion capture, entre autres avec des mouvements plus amples et plus complexes comme nous avons pu l'avoir avec les différentes *takes* de déséquilibre (Fig.35). Je pense que l'une des raisons pour lesquelles la motion capture est si bien passée dans ce court métrage est dû au fait que les mouvements choisis sont relativement calmes et fixes.

La conclusion de ce projet s'est faite en parallèle de mes autres expérimentations et m'a guidé davantage mes recherches par la suite.

Elle m'a fait poser la question de l'amplitude du mouvement ainsi que de l'apparence du personnage. J'ai réalisé pendant la production que je m'attardais souvent involontairement à des personnages certes expressifs mais parfois encore trop proches de la physiologie humaine. Je contournais alors indirectement le problème.

De la même façon, ce court-métrage m'a permis concrètement d'avoir la réponse à une question fondamentale qui est le sujet de ce mémoire, à savoir, est-il possible d'utiliser la motion capture pour un personnage expressif ?

La réponse est à présent positive. Cela est possible, cela fonctionne et cela fait appel à des procédés en capture de mouvement qui sont déjà admis. La différence actuellement constatée reste l'implication du retargeting et dans quelle mesure son utilisation nuit au jeu de l'acteur.

Suite à ce grand projet d'hybridation, j'entame à présent la présentation des autres expérimentations qui ont servi mes recherches durant cette année.

## **2) Autres expérimentations**

Au fur et à mesure de mes questionnements se sont amoncélées des problématiques que j'ai tenté de résoudre au cours de cette année de recherche. J'exposerai dans cette partie mes réalisations personnelles, de manière chronologique, puis j'aborderai les projets sur lesquels j'ai été amenée à travailler par le biais de Mocaplab.

### **a) Réalisations personnelles**

#### **i - Études des gabarits.**

Qu'implique l'utilisation d'un personnage expressif pour de la motion capture ?

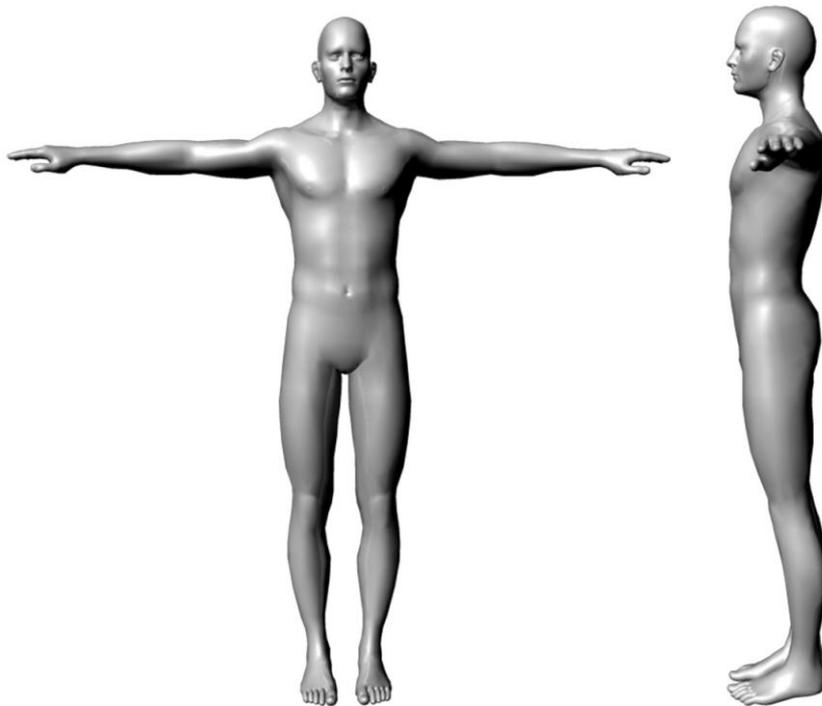
J'ai tout d'abord pensé à la différence évidente qu'il pouvait y avoir entre un gabarit humain et celui d'un personnage surréaliste. Le changement de taille, plus particulièrement celle des jambes, implique des différences d'amplitude de mouvement et ce genre de constat peut se faire au quotidien : lors d'une marche, plus une personne est petite et plus il lui faut faire de foulée pour suivre une personne plus grande.

Dans un premier temps, mes essais se sont donc concentrés sur les enjeux des changements de physionomie. Bien que le nombre possible de comparaisons soit quasiment infini, j'ai préféré limiter cette courte expérimentation avec trois gabarits types. Pour cela je me suis servie du personnage de Mrs Putt (Fig.33) , d'une modélisation réaliste créée sur le logiciel MakeHuman (Fig.43) ainsi que d'un personnage poupée créée pour l'occasion (Fig.42).

J'ai choisi tout d'abord un personnage "témoin", une modélisation aux proportions humaines qui devrait normalement être tout à fait adapté à la capture de mouvement réaliste. À cela j'ai ajouté deux personnages expressifs opposés : Mrs Putt, longiligne et rachitique protagoniste de 14:42 et Tomo, une poupée dont le panel de mouvement dû à son gabarit serait normalement plus limité. Alors que mon personnage témoin et Mrs Putt sont de taille relativement similaire, Tomo reste volontairement de petite taille dans l'intérêt des essais qui vont être présentés.



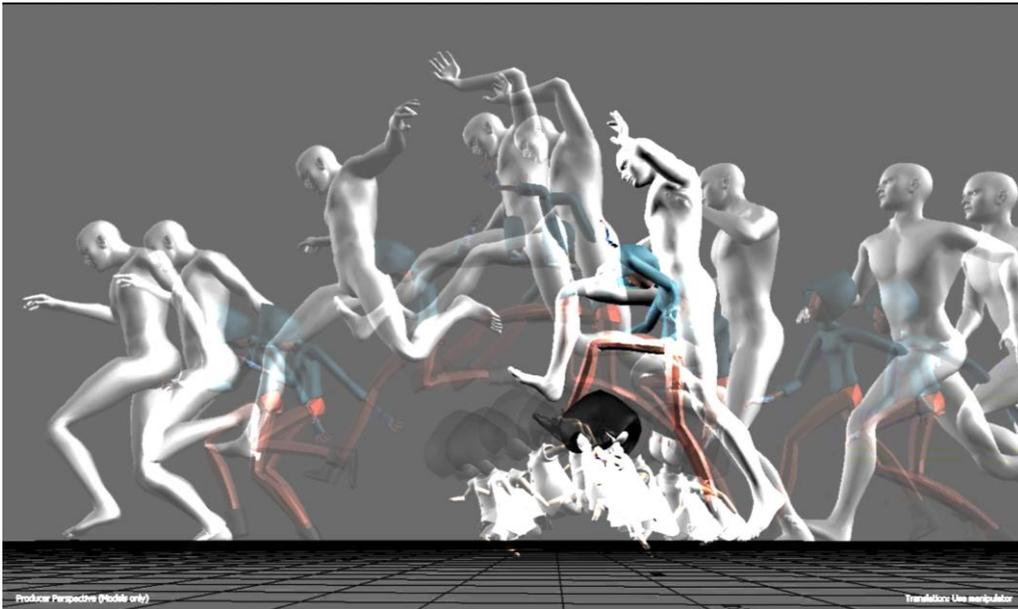
**Fig. 42 - Tomo, personnage expressif.**



**Fig. 43 - Wireman, personnage réaliste crée sur MakeHuman.**

Pour ces premiers essais, j'ai appliqué à chaque personnage un rig classique, du même type que celui initialement créé pour le personnage de Mrs Putt (Fig.41 A), mais adapté à chaque morphologie. J'ai par la suite attribué à chacun la même animation, sans aucune correction préalable, et sans aucun retargeting<sup>62</sup> afin de faire mes constats.

Le premier mouvement testé était un saut simple : le personnage court quelques instants, s'élanche, atterrit et s'arrête quelques pas plus tard.



**Fig. 44 - Décomposition du mouvement de saut pour chaque personnage.**

Le constat est évident : pour un même mouvement débutant à un même endroit pour chacun, les trois personnages franchissent une distance différente, proportionnellement importante selon leur gabarit.

Si cette expérimentation peut paraître assez vaine, elle me semble néanmoins importante. Les différences de gabarits influent sur l'amplitude du mouvement, dans la réalité comme en 3D, et cette caractéristique doit être prise en compte lors d'une capture de mouvement expressif.

Si l'on prend le personnage de Tomo et que l'on envisage sont parcours dans un décor,

---

<sup>62</sup> L'utilisation du retargeting dans MotionBuilder et plus précisément de l'option "Match Source" rendrait bien sûr cette expérimentation caduque, car elle permet justement d'enlever cette différence d'amplitude de mouvement lié au gabarit. Je passe volontairement ce point car je m'intéresse au jeu d'acteur et à l'adaptation de ce dernier à son physique virtuel, ceci faisant écho au milieu professionnel dans lequel j'ai pu observer ce genre de situation.

deux possibilités sont envisageables : adapter le décor au personnage ou, pour marquer d'avantage l'aspect surréaliste, le faire évoluer dans un monde trop grand pour elle. Dans le premier cas, l'acting se restreindrait uniquement aux contraintes du corps de Tomo. Elle n'aurait pas de problème à s'asseoir sur une chaise mais se gratter la tête, qui est surdimensionnée par rapport à l'acteur réel, restera une difficulté à gérer pour l'acteur ou l'opérateur. Dans le second cas en revanche, non seulement les contraintes physiques du personnage sont à prendre en compte mais en plus chaque geste du quotidien va demander un jeu particulier. S'asseoir sur une chaise faisant trois fois sa taille demande des actions différentes.

La solution se trouverait donc dans une bonne connaissance de l'environnement expressif locale et de faire jouer la scène en conséquence : il faut jouer en conséquence de son gabarit virtuel<sup>63</sup>.

De manière plus concrète encore en se référant à la figure 44 et en appliquant un environnement réaliste à chacun, notre personnage témoin est en mesure de sauter par dessus une barrière, Mrs Putt par-dessus un muret et Tomo par-dessus un ballon pour un même saut.

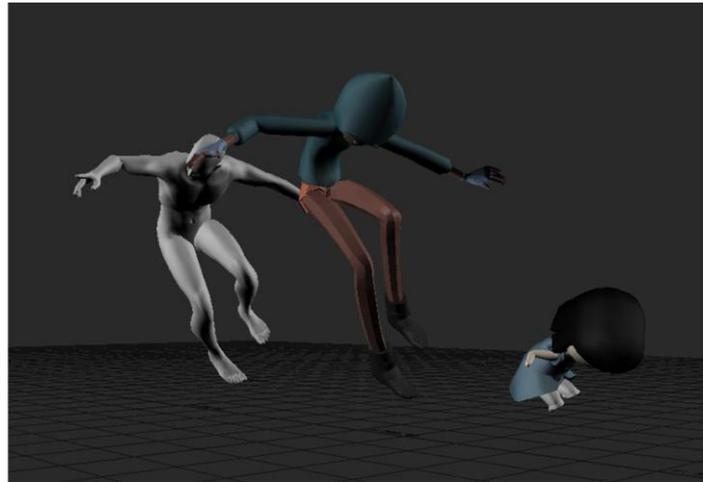
En poursuivant ces observations, je me suis finalement servie d'un mouvement du film 14:42 et de la fin de la glissade sur le toit. On observe encore une fois une différence d'amplitude mais cette fois l'accent est également mis sur la nécessité de correction de trajectoire.

En référence à la figure 45, le mouvement ayant déjà été adapté au personnage de Mrs Putt auparavant, on peut observer les contraintes peu esthétiques qui se produisent lorsqu'il est appliqué à un personnage aux proportions humaines. La courbure du dos est impossible, l'écart des jambes peu réalistes dans la gestion de l'équilibre. Tomo s'adapte plus facilement mais se heurte à son gabarit plus enrobé, il y a parfois interpénétration du mesh et elle fait des écarts de jambes "irréalistes" pour son gabarit et peut-être même peu esthétiques si l'on décidait de faire d'elle un toon<sup>64</sup>.

---

<sup>63</sup> Ce point est illustré avec le personnage de Minimine, traité p.1035

<sup>64</sup> Rappelons qu'un toon est une sous-catégorie du personnage expressif et qu'il se caractérise par son hystérie et sa capacité à défier les lois de la physique.



**Fig. 45 - Comparaison d'un même mouvement : l'amplitude change mais les trajectoires se faussent aussi.**

Cette expérimentation a amené à démontrer les deux problèmes majeurs qu'impliquaient le personnage expressif et la capture de mouvement, dans un premier temps l'influence de l'acting qui est à ajouter à l'organisation de l'environnement du tournage puisque l'acting va dépendre de l'univers graphique dans lequel le personnage va évoluer. Enfin, le retargeting qui reste encore l'impératif technique d'adaptation mouvement réaliste et personnage surréaliste.

## ii - Motion capture et optimisation keyframe ?

L'opposition assez fréquente entre motion capture et keyframe m'a amenée à me questionner sur un moyen de mêler les deux. J'ai tenté une seconde expérimentation visant à montrer que la combinaison des deux pouvait avoir un intérêt esthétique.



Fig. 46 - Comparaison d'une même animation mocap, avec et sans ajout de keyframe.

En reprenant le personnage de Tomo que j'ai dupliqué et auquel j'ai appliqué le mouvement d'une marche déprimée, j'ai tenté d'exagérer l'impression d'abatement dans la démarche du personnage en modifiant quelques clés d'animations. La position et le mouvement des bras ont été changés pour être plus bas et plus près du corps de même que j'ai abaissé la tête du personnage afin d'appuyer l'aspect accablé du personnage. J'ai enfin ajouté des clés d'animation sur le bassin pour que chaque pas soit plus appuyé, donnant parfois l'impression de ralentir la marche.

Cette expérimentation est un écho direct au débat exposé plus tôt dans la confrontation motion capture et keyframe. Ici, j'ai voulu tenter de savoir s'il était possible de rendre plus expressif un mouvement réaliste, même si ce mouvement fourni est déjà probablement le résultat d'un acting.

Peut-on dans le cas présent dire que la capture de mouvement peut servir d'outils pour de l'animation keyframe ou inversement ?

Je considère qu'il y a matière à hybrider les deux pratiques pour avoir un rendu intéressant dans l'évocation, le jeu et la personnalité et que cette hybridation se heurte régulièrement à des impératifs budgétaires ou des partis pris parfois un peu radicaux.

Cette expérimentation est encore à pousser à mon sens, je reste persuadée que la combinaison de l'animation traditionnelle 3D et de la capture de mouvement est possible, mais dans le cadre du mouvement choisi, il m'a été difficile de rendre très flagrantes les exagérations comme je le souhaitais. Ajoutant à cela quelques faiblesses personnelles en animation traditionnelle, avec le recul je constate que cette expérimentation peut paraître trop subtile, les changements à peine perceptibles malgré le travail qui se cache derrière, tout en sachant que c'est aussi dans le détail que peut se jouer la réussite et la conviction d'un mouvement. Je pense qu'il serait intéressant de pousser un peu plus les expériences avec d'autres types de mouvement et peut-être même aussi d'autres types de personnages. Travailler ici avec une personne moins néophyte en animation serait un très bon départ et je l'envisage sérieusement.

### iii - Motion sculpture virtuelle

Dans un intérêt de détournement artistique de l'outil de capture de mouvement, je refais ici un lien avec les origines de la mocap et la notion de chronophotographie<sup>65</sup>, cette pratique consistant en une étude du mouvement par sa décomposition photographique.

Aujourd'hui encore on peut apercevoir le travail de passionnés du mouvement qui entretiennent cette pratique, l'adaptent et créent des liens entre technologie actuelle et poésie du geste. Ce que l'on appelle alors la sculpture du mouvement ou Motion Sculpture est une pratique dont s'attache des artistes contemporains, travaillant autant sur support plastique ou virtuel.



Fig. 47 - "Un cheval qui ne serait que galop" Rémi Brun, 2009.

La capacité de l'Homme à se représenter les sensations, à flirter délibérément entre sa perception et la réalité permet à des oeuvres comme celle de Rémi Brun d'être à la fois matérielle et immatérielle, abstraite et concrètement imposante. Et cela sans aucun besoin de jeu de matière ou de forme puisqu'ici l'oeuvre n'est "que" point lumineux en mouvement.

De la même façon, les sculptures de Peter Jansen ouvrent sur la question déjà abordée de l'Homme et sa représentation. La duplication du corps à chaque instant du mouvement évoque la notion d'espace et de temps qu'on retrouve dans la chronophotographie et

---

<sup>65</sup> cf. Bref historique de la Motion Capture, Muybridge et Marey : la Chronophotographie. p.10

l'étude de la cinématique.



Fig. 48 - "Arabesque" et "Heel Daoyin", Peter Jansen, 2007-08.

Passer des mois à observer et corriger des mouvements divers durant mon travail à Mocaplab m'ont donné à voir le corps et l'expression différemment, de même qu'à porter un intérêt très nouveau pour la danse. C'est tout naturellement que j'ai voulu tenter de créer mes propres motion sculpture virtuelles ainsi qu'un moyen d'automatiser le processus.

Dans un premier temps, je me suis penchée sur l'aspect purement technique que la pratique m'imposait, le principe décortiqué d'un point de vue virtuel me semblait plutôt simple : pour créer une sculpture du mouvement, il faut qu'à un instant  $t$  je fige et duplique l'image et que je répète ce procédé  $t+n$  fois.

Cela revenait donc à dupliquer l'objet en mouvement sur un intervalle de temps défini. Le principe de ce premier script simpliste était donc de permettre à l'utilisateur :

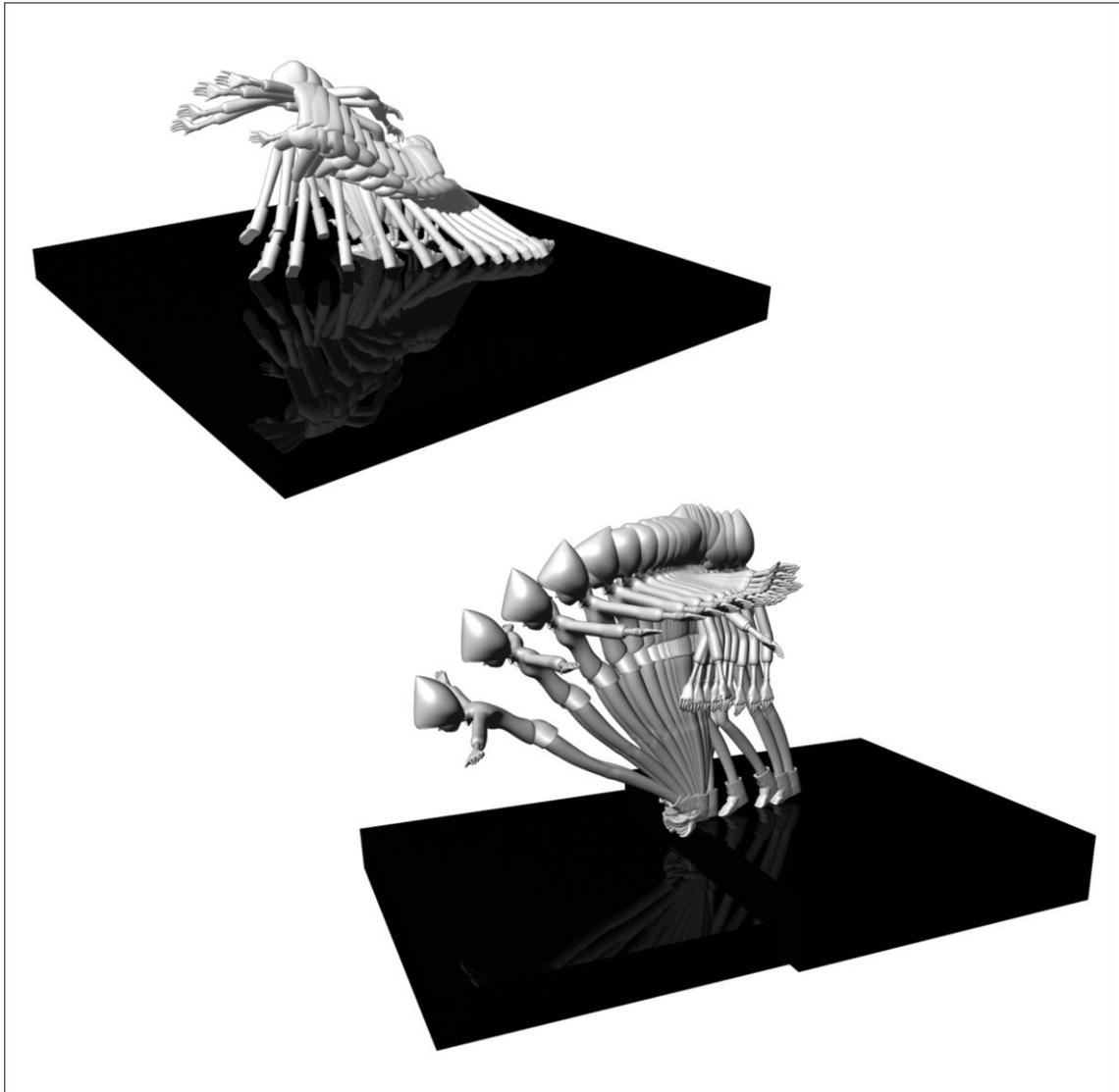
- De déterminer l'objet en mouvement (phase d'entrée utilisateur)
- Déterminer le début du mouvement voulu
- Déterminer la fin du mouvement voulu
- Déterminer l'intervalle entre lequel l'objet est dupliqué.

À l'heure actuelle, le premier script<sup>66</sup> est encore à améliorer, le principal problème restant

---

<sup>66</sup> Proposé en Annexe p.117.

que les rendus de ces sculptures ne fonctionnent pas encore. De la même façon, il doit y avoir de nombreuses modifications possibles pour optimiser le processus afin d'alléger les scènes. En effet, s'agissant d'une duplication pure et dure de mesh, il serait plus intéressant de trouver un moyen de fusionner chaque duplicats afin de ne faire qu'un seul et unique objet 3D, libéré de toutes surfaces inutiles (interpénétrations et faces cachées).



**Fig. 49 - Utilisation du script (beta) de MotionSculpture avec les animations du film 14:42 et le personnage de Mrs Putt.**

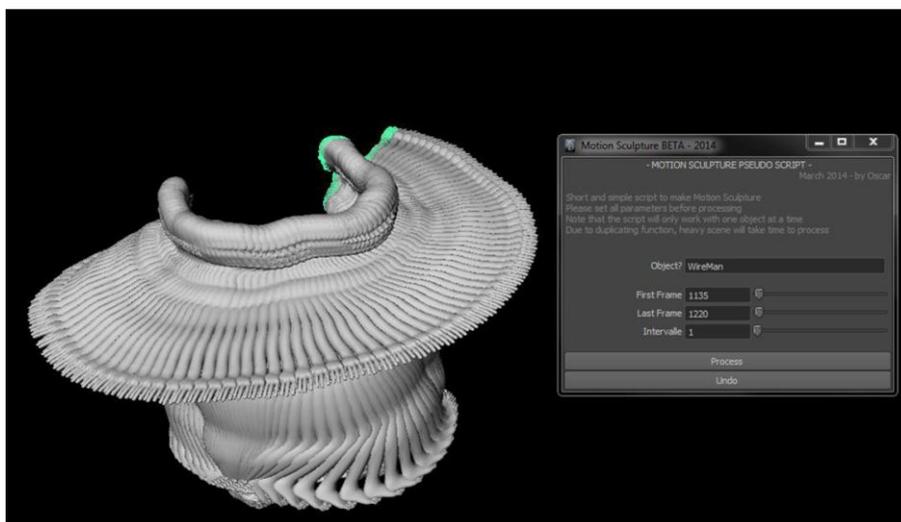


Fig. 50 - Aperçu des résultats possibles avec le script

Il y a eu derrière ma démarche un instant de questionnement purement éthique : envisageant la création de ses sculptures virtuelles par le biais d'un ordinateur et en acceptant l'idée indéfinie qu'il s'agisse d'un acte artistique, dois-je ou puis-je me considérer comme l'artiste derrière cela ?

Lors d'une conférence sur la création artificielle et numérique en octobre 2013, Edmond Couchot parlait de la notion de second auteur dès lors qu'il s'agissait d'interaction avec l'ordinateur : Lorsque nous en utilisons un, nous tentons de lui transposer nos idées, nos pensées, transmission représentée par des paramétrages divers et variés plus ou moins complexes. Tout ceci afin qu'il crée et mette en image l'idée et le concept que nous avons dans notre imaginaire, dans notre conceptualisation personnelle, faisant de l'ordinateur un second auteur, un intermédiaire.

Or, en donnant pour un temps les "rôles" de la conception à un intermédiaire, il est souvent complexe de prédire avec exactitude le résultat. Tout au plus une idée vague de ce que cela pourrait donner avec une part non négligeable d'aléatoire dont l'ordinateur se charge.

En replaçant cela dans le contexte de la Motion Capture, on peut émettre cette hypothèse : il y'a l'auteur, *Moi*, le second auteur, *l'Ordinateur*, mais également *l'acteur*, troisième auteur dans ce cas bien précis de sculpture de mouvement par motion capture. Car en effet, si l'ordinateur est un savant mathématicien, l'expression et le langage de l'acteur lors des séances de capture lui sont propres. En cela que la capacité du médium *ordinateur* à nous afficher virtuellement des points dans un espace n'est qu'une forme de traduction et non une création à proprement parler. Il déchiffre les markers dans l'espace qu'on lui donne et à chaque instant  $t$ , attribue à chaque marker  $m$  sa position d'après ce qu'il capte. Mais en dehors de cela l'ordinateur ne crée pas leur position au hasard ou en toute liberté<sup>67</sup>.

Alors suis-je toujours l'artiste ou l'inhibiteur d'une "oeuvre" à co-auteurs ?

---

<sup>67</sup> Exception faite des interpolations qui sont des ajustements calculés par l'ordinateur de la position des markers les uns par rapport aux autres. Ce n'est une fois de plus pas lié au hasard, mais l'ordinateur reste celui qui crée la nouvelle position.

La création par le médium informatique ouvre un panel de questionnements intéressants sur la place de l'auteur et son implication dans l'oeuvre. En me penchant sur le développement d'un script de sculpture de mouvement, j'ai voulu expérimenter la création de "créatures" engendrées par la duplication du corps dans le temps et leur esthétique fascinante. Mais cela a également posé la question de savoir ma place dans cette création, et plus précisément celle de l'aspect artistique de la capture de mouvement ainsi que le lien outils-utilisateurs.

#### iv - "WireWord", mots en mouvement et work in progress.

Après avoir ramené une vision purement artistique avec le *mouvement fixe*, j'ai voulu repartir sur une base animée.

Je me suis récemment lancé dans un projet personnel mêlant danse, poésie et motion capture qui n'est actuellement qu'ébauche mais dont j'aimerais expliquer la démarche.

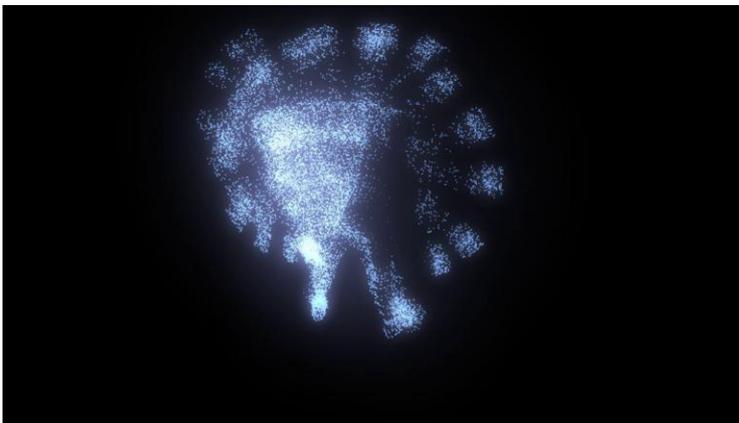
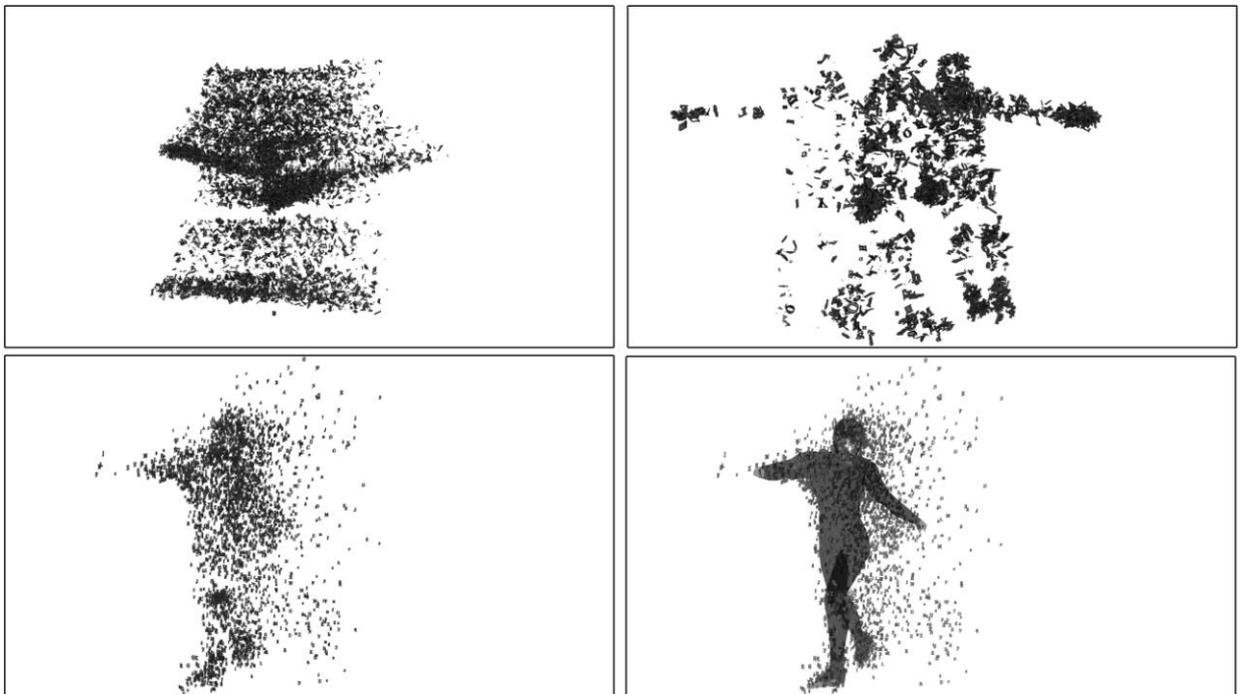


Fig. 51 - Premières recherches pour WireWord, mouvement de mocap et particules.

Je me suis intéressée à trouver une illustration des mots et du mouvement : car les mots sont constamment en mouvement, lorsque nous nous exprimons, dans les conversations, les chants, la poésie. Les mots évoluent selon la syntaxe, ils se transforment, changent de sens, en résumé, ils sont en mouvement perpétuel.

Entre la danse comme forme d'expression et la langue des signes comme narration du geste, mon intérêt s'est porté sur une forme illustrative du mouvement des mots par la danse ainsi que la poésie ou le chant.

Visuellement, il s'agirait d'un avatar virtuel, contrôlé par un acteur réel, et dont chaque pas et gestes provoquent l'émanation plus ou moins importante de mots ou de lettres, qui finissent par s'évanouir.



**Fig. 52 - Work in progress de WireWord, un projet mélangeant danse, poésie et capture de mouvement.**

Mes recherches actuelles m'ont amenées à tester des mouvements basiques de marche ou de gymnastique pré-enregistrés avant la production du court-métrage 14:42.

J'utilise provisoirement des particules instanciées avec des lettres ainsi qu'une modélisation simplifiée d'une silhouette humaine d'où émanent les particules.

De nombreuses problématiques restent encore à régler, telles que la fluidité des

émissions, le paramétrage des particules mais aussi l'apparence globale de la scène : comment rendre le tout cohérent artistiquement et comment personnaliser davantage l'apparition des lettres pour éventuellement leur donner un sens.

Je tenais à évoquer ce projet tardif dans ce mémoire car bien que toujours en expérimentation, il est pour moi une illustration concrète du champ des possibilités de l'utilisation de la capture de mouvement en dehors de la production cinématographique ou vidéo ludique. La capture de mouvement est un médium dont le résultat dépend évidemment du but pour lequel il est utilisé et ce projet ainsi que la création d'un pseudoscript de motion sculpture était pour moi un moyen de répondre à une problématique interrogeant sur les moyens existants pour faire de la motion capture un outil à des visées purement artistiques.

## **b) Projet interne à Mocaplab : Robot signeur.**

Je conclurai enfin cette partie de présentation évolutive de mes expérimentations en évoquant un projet effectué dans le cadre de mon travail auprès du studio Mocaplab.

Cette production m'a amenée à m'impliquer personnellement et a eu la chance de trouver un écho à mes recherches universitaires.

Dans le cadre de ce projet, encore en réalisation en interne à Mocaplab, j'ai réalisé la modélisation d'un personnage robot cartoon sur lequel a été appliqué un mouvement de motion capture particulier : ici, en plus de l'enregistrement classique du corps, il s'agit d'une retranscription très fidèle du faciale ainsi que du mouvement des doigts de la main réalisée au studio Mocaplab. Cet enregistrement très précis se justifie par son enjeu : il s'agit d'une histoire contée en langue des signes.

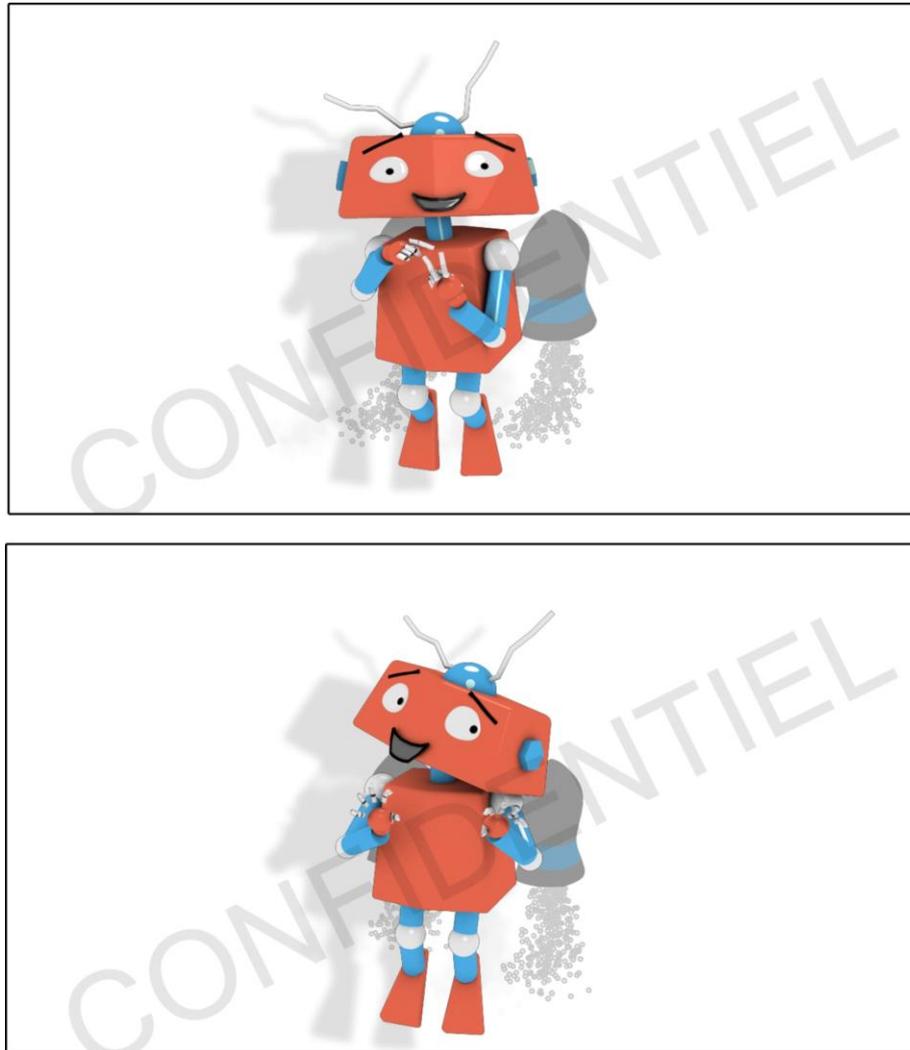
Nous retrouvons ici l'application très concrète de trois notions fondamentales évoquées dans ce mémoire ainsi que des techniques utilisées auparavant. Le personnage expressif, cartoon, est choisi pour s'adapter à un jeune public et donc comme un intermédiaire ludique à l'intention des plus petits. La capture de mouvement ouvre ici la voie au domaine culturel et éducatif, car il s'agit de s'adresser à un public souvent sous-représenté tout en offrant une méthode divertissante d'apprentissage et de découverte culturelle qui plus est multimédia.

Motion capture et rendu expressif se rencontrent pour amener la dimension en plus que je recherchais, elle sert un but précis, elle crée un univers et s'applique concrètement dans le cadre linguistique et culturel.

La liste des contraintes techniques impliquant l'utilisation de ce personnage expressif de robot fait une fois de plus écho à toutes les situations similaires nécessitant l'adaptation au personnage non réaliste : retargeting, acting, importance du choix de rendu et de modélisation.

Je retiens enfin ce projet pour son aspect artistique, ou comment raconter une histoire uniquement grâce au mouvement. La langue des signes est un des sujets en relation avec le mouvement qui offre un réel potentiel exploitable en mocap. Cette langue, à l'image du mime ou de la danse, est l'illustration du pouvoir de narration par le geste. Et dans le

cadre de ce projet qui me tient particulièrement à coeur, j'aime à constater que tous les éléments que j'ai désiré confronter durant cette année de recherche se réunissent effectivement, collaborent et ont un sens.



**Fig. 53 - Extrait d'un projet interne à Mocaplab mélangeant personnage expressif et langue des signes en motion capture.**

### III / ÉVOLUTION DE LA MOTION CAPTURE ET PERSPECTIVES

#### 1) Pistes à observer

Comment évolue actuellement la capture de mouvement ?

La présentation de mes expérimentations a été l'occasion pour moi d'illustrer les théories que j'ai évoquées en première partie de ce mémoire, mais m'a aussi amenée à observer d'autres pistes d'évolution de la capture de mouvement qu'une année de recherche n'aurait pu suffire à traiter. Je débiterai cette dernière partie sur quelques points des perspectives visibles de l'outil de mocap. En tant que telle, elle ouvre des pistes à exploiter dans de nombreux domaines, et certaines de ces pistes peuvent être observées non loin du sujet de recherche qui a été l'enjeu de ce mémoire.

Le milieu du multimédia s'empare très vite des nouvelles technologies et explore toutes les pistes possibles à la création de nouveaux divertissements, parmi ces pistes je citerai deux axes d'évolutions de l'application de la motion capture.

##### **a) Vers une hybridation cinéma/jeux vidéo par la motion capture ? L'exemple de Quantic Dream.**

L'utilisation très courante de la capture de mouvement dans le jeu vidéo a parfois un véritable impact sur le gameplay. Des jeux d'actions et d'aventures mettant en scène de la motion capture proposent généralement des périodes pendant lesquels le joueur, après avoir appuyé sur un unique bouton, est totalement passif face à une animation mocapée de plusieurs dizaines de secondes. Ce phénomène est de plus en plus fréquent et offre souvent de longs débats sur l'évolution du gameplay que je ne traiterais pas dans ce mémoire mais qui me permettent de faire le lien avec un nouveau genre de jeu en vogue où la capture de mouvement trouve sa place.

Les titres du studio de développement Quantic Dreams que j'ai cité plus tôt en état de l'art<sup>68</sup>, illustrent particulièrement ce phénomène de gameplay basé sur la narration et les

---

<sup>68</sup> Pour citer à nouveau Beyond : Two Souls et Heavy Rain, traités page 44.

choix qui réduisent en grande partie l'action du joueur mais où la capture de mouvement s'intègre parfaitement pour immerger le spectateur dans le scénario.

De plus en plus de jeux montrent actuellement des cinématiques, généralement tournées en motion capture, et dont les durées sont de plus en plus importantes au dépit parfois d'une plus grande interactivité. Certains parlent d'une perte et d'un dénaturement du jeu vidéo qui perdrait son essence là où les détracteurs, comme David Cage, se défendent : "Beaucoup me tiennent pour un cinéaste frustré et estiment que je ne fais pas des jeux vidéo. Ces « puristes » livrent une guerre de tranchées contre tout ce qui sort de leur cadre, il y a beaucoup de mépris et de virulence de leur côté. C'est oublier un peu vite que la Wii et ses jeux de sport ou de remise en forme se sont vendus à plus de soixante millions d'exemplaires dans le monde. [...] Il devrait y avoir de la place pour tout le monde."<sup>69</sup>

Même si le changement ne plait pas à tout le monde, il reste indéniable qu'une hybridation s'accélère dans le milieu vidéo ludique et qu'en tant que média jeune, le jeu vidéo est en mesure de proposer, d'innover et de se heurter à ses prédécesseurs.

#### **b) Usages de la Motion Capture et du rendu expressif ou de personnages non humanoïdes dans les médias aujourd'hui.**

En m'interrogeant sur l'intérêt que pouvait porter mon sujet de recherche, un coup d'oeil à l'état des médias actuels m'a permis de mettre le doigt sur quelques nouveautés faisant écho à mes expérimentations et ouvrant des perspectives d'évolutions.

Durant cette année, une grande partie de mon travail avec le studio Mocaplab a été d'aider à la post-production du dessin animé "Gribouille", réadaptation de la série du même nom datant de 1976 créée par Denis Dugas et actuellement gérée par Osibo Productions.

Le tournage particulier de ce dessin animé mélangeait à la fois prise de vue réelle, intégration sur fond vert et intégration de personnage animé par motion capture.

---

<sup>69</sup> Interview Telerama de David Cage du 2/11/2013.

<http://www.telerama.fr/techno/david-cage-les-jeux-video-peuvent-aussi-avoir-du-sens-et-un-propos,104382.php>

Je considère ce travail comme étant autre illustration concrète de mes expérimentations passées, car il m'a permis de confirmer les suppositions et les conclusions que j'ai tiré dans ma pratique de la capture de mouvement pour rendu expressif : les notions d'acting, les impératifs d'organisation, le retargeting et le principe de contraintes par détournements ont tous été réalisés dans le cadre de ce dessin animé.



**Fig. 54- Photos du tournage mocap pour le dessin animé Gribouille, Moving Puppet, Planet Nemo Animation, Osibo Productions, 2013.**

Le personnage de Minimine (Fig. 40) est expressif au possible : il n'a pas de cou, pas d'épaules, de courtes articulations et des mains et des pieds surdimensionnés. Lors de la post-production des mouvements de mocap, un énorme travail de retargeting a été nécessaire pour adapter les mouvements à ce petit personnage.



**Fig. 55 - Extrait de "Gribouille, je dessine, tu devines !" en production. Osibo, 2014.**

Ce dernier a également demandé un jeu particulier, adapté pour un public d'enfant entre 4 et 7 ans et ce jeu a été influencé par l'environnement du dessin animé où Minimine doit prendre en compte que tout est plus grand que lui. Enfin, les contraintes liées à l'apparence du personnage ont déjà été citées, son physique de stylo anthropomorphe amène un panel de mouvements plus réduits ou nécessitant une certaine manière de les faire (imaginons par exemple une course sur un tel personnage, ou un mouvement de relèvement dans les cas où il se trouve assis.).

Le rendu expressif se retrouve aussi avec la série de court métrage "Portraits de Voyages", produit par la chaîne Arte en collaboration avec Mocaplab, où les textures des personnages et des décors sont d'inspiration picturale volontairement très marquée. Où les informations d'ombre et de lumière passent uniquement par la texture qui devient peinture.

La capture de mouvement peut ici être encore perçue comme un renfort de narration, une volonté affirmée de confrontation d'un aspect pictural, coloré, en écho à l'imaginaire et du mouvement réel, de la réalité des propos des personnages qui nous parlent de leurs traditions, de leur culture. Cela m'apparaît tout simplement comme une histoire d'Homme raconté à la manière d'un conte illustré et la capture du mouvement nous ramène à cette notion de représentations de l'Homme par lui-même.



Fig. 56 - Extrait de "Portraits de Voyage", série de 20 courts-métrages de la chaîne ARTE, 2013.

Je citerai enfin une ouverture intéressante de la capture de mouvement tout en m'éloignant cette fois de la notion de rendu pour m'attarder sur cette idée d'évolution, voire presque de détournement.

Le dernier film de Peter Jackson, "le Hobbit : la Désolation de Smaug", est un exemple passionnant qui n'amène plus l'Homme à jouer une représentation humaine de lui-même. On entre ici dans ce qui est presque l'inverse d'une anthropomorphisation lorsque l'acteur devient animal légendaire. Une illustration d'importance de l'acting et une ouverture flagrante sur la mise au point de techniques pour améliorer l'imprégnation de l'acteur dans un personnage non humanoïde.



**Fig. 57 - Benedict Cumberbatch joue le personnage de Smaug (The Hobbit), Weta Digital, 2013.**

L'avantage de la mocap est évident dans ce cadre précis : l'habitation du personnage, sa personification dans l'expression faciale tout en gardant les caractéristiques de l'animal. On imprègne davantage la représentation de l'Homme par lui-même dans une dimension nouvelle.

## Conclusion

En finalité de ce mémoire, de cette année de recherche et d'expérimentations, dans cet immense bac à sable technique et artistique, je retiens de grandes notions m'aidant à trouver les pistes de réponses sans pour autant les prétendre exhaustives.

La première conclusion évidente et qu'en tant qu'outil, le capture de mouvement et son application dépend de l'utilisation de chacun et répond aux problématiques propres à chaque utilisation.

L'outil de capture de mouvement dans la création d'un univers graphique expressif appelle cette dimension expressive et l'impose.

Nous avons parlé de l'adaptation à l'univers expressif par le jeu d'acteur et de l'immersion dans l'environnement, de la capacité de l'Homme à se projeter dans un imaginaire au-delà des normes de sa réalité. Nous avons enfin mis le doigt sur les contraintes techniques qui induisent la stylisation, la nécessité du retargeting pour l'adaptation sans dénaturement, mais aussi et surtout la cohérence de charte graphique/animation afin d'éviter les situations de rupture de la projection du spectateur dans l'univers.

La mise en place de la mocap pour le rendu expressif est aussi une situation où l'hybridation des techniques d'animation trouve son sens, où la capture de mouvement et l'animation traditionnelle 3D permettent d'ajouter une autre dimension à cette énergie naturelle de l'acteur et de s'exprimer davantage dans le cadre du passage à l'univers virtuel où les règles changent.

Finalement, les spécificités et l'intérêt d'un mouvement réaliste appliqué au personnage expressif sont nombreux. Outre l'intérêt purement logistique, qui permet un gain de temps de production de l'animation dans le cas où la technique est maîtrisée, il y a aussi là un intérêt technique et artistique indéniable. La capture de mouvement est une base d'animation, elle peut être tout autant considérée comme une animatique que comme un support d'étude du mouvement comme l'a prouvé la rotoscopie et l'utilisation de prise de vue réelle dans l'animation traditionnelle 2D.

La motion capture expressive, comme j'aime désormais à l'appeler, est également un

formidable vecteur de message, adaptable à un public particulier comme pour la langue des signes pour les enfants ou la création de monde fantastique encore plus immersif. C'est enfin à mon sens un révélateur de la notion de la représentation de l'Homme par lui-même, où l'hybridation des techniques appelle au mélange des arts théâtraux et virtuels, à la performance réelle retranscrite en une performance virtuelle. Une performance virtuelle aux dimensions expressives quasi infinies.

Tout au long de ce mémoire, j'ai pu avec plaisir tenter de donner cette nouvelle dimension à mon univers graphique, et j'espère encore améliorer ma technique pour continuer de faire écho à ma sensibilité artistique. A l'avenir, j'aimerais avoir l'occasion d'expérimenter et d'observer comment peut encore évoluer la capture de mouvement pour l'adaptation à des personnages non humanoïdes.

## - INDEX

---

**Ambient Occlusion** : technique de rendu d'ombre par calcul de distances des objets 3D entre eux. En se basant sur une illumination globale de la scène 3D (c'est-à-dire sans source de lumière à un endroit précis), les rayons rebondissent sur les éléments 3D et les ombres sont générées selon leur proximité.

**CGI** : *Computer generated imagery*, soit image générée par ordinateur ou image de synthèse.

**FK/IK** : Respectivement Forward kinematic et Inverse kinematic. Ils définissent l'ordre dans lequel va être traité l'animation en 3D.

Le forward kinematic est un système d'animation d'éléments par éléments. L'inverse kinematic est un processus d'animation où le mouvement d'un élément affecte hiérarchiquement tous les autres qui lui sont liés.

Concrètement, l'animation d'un bras en FK demande à animer indépendamment épaule, coude et poignet. En IK, le simple fait d'animer le poignet fera naturellement suivre le reste du bras.

**Fullbody** : Désigne la totalité du corps. En mocap, il s'agit de l'enregistrement du mouvement de tout le corps mais cela n'inclut pas systématiquement le facial et les doigts.

**Keyframing** : Technique d'animation 3D traditionnelle, dite image par image. Il s'agit d'animation de clé par interpolation, permettant de créer un mouvement étape par étape à l'image de l'animation traditionnelle 2D.

**Marker** : Anglicisme de "marqueurs". Dans un système de capture optique, il s'agit de sphères en mousse recouverte de peinture réfléchissante, placées sur la combinaison et permettant d'être vu par des caméras infrarouges.

**Matte Painting** : Brièvement, technique qui utilise des décors peints comme arrière-plans. Il s'agit d'un procédé très utilisé en cinématographie, mais aussi dans le jeu vidéo et qui permet un gain de temps considérable sans nuire à l'esthétique. Plusieurs techniques de projections sont utilisées selon les supports.

**Mesh** : Ou maillage. C'est un objet 3D organisé en polygones et composé de face, de

vertex et d'arêtes/edges. C'est ce qui compose la forme d'un objet 3D.

**Occlusion** : Le phénomène d'occlusion se produit lorsque un marqueur est rendu invisible pour les caméras. Cela arrive fréquemment lors de mouvements tel que les assises ou les positions allongées durant lesquels l'acteur masque les markers avec son corps. Ce phénomène est courant et se corrige généralement en post-production.

**Passes** : Les passes sont une décomposition d'une image 3D. Il peut s'agir d'une passe ne comportant que les informations de diffuse, d'ombre, de lumière, de profondeur de champs ou seulement certains éléments d'une scène 3D. En composition, les passes forment l'image 3D globale et leur avantage est que la modification de chaque éléments de la scène 3D est possible de manière indépendante.

**Prop** : Le terme prop est employé dans le domaine de la 3D pour désigner un objet inanimé. En motion capture également, il s'agit d'objet fabriqué pour l'occasion d'un tournage et qui permet aux acteurs d'avoir des interactions réalistes avec leur environnement.

**RigidBody** : Regroupement de plusieurs markers formant les zones normalements indéformables du corps tel que le bassin, la tête ou les avant-bras. Ils permettent littéralement de situer les parties rigides du corps.

**Surface shader** : texture qui, par défaut, ne gère ni les informations de lumières, ni d'ombres.

**Swap** : Le swap est un phénomène d'interversion de deux markers. Cela se produit généralement lorsque deux markers sont placés trop près l'un de l'autre. Lors des calculs de trajectoire, l'ordinateur les intervertit par erreur et oblige une correction en post-production.

**Track** : Anglicisme de "traquer". S'emploie pour désigner le fait de suivre à la trace un point précis. En l'occurrence des markers.

**Wand/Wand-marker** : Outils souvent en forme de baguette, sur lequel se trouve un ou plusieurs markers et utilisé pour délimiter physiquement la zone de capture exploitable lors d'une session. Les termes employés varient.

## - BIBLIOGRAPHIE

---

### - Livres -

ADAM H. C., *Eadweard Muybridge: the human and animal locomotion photographs*. Ed. Taschen, Köln [Paris], 2010.

ISBN : 978-3-8365-0941-1.

FRIZOT M., *Étienne-Jules Marey: chronophotographe*. Ed. Nathan Delpire, Paris, 2001.

ISBN : 2-09-754194-1.

LA BLANCHÈRE H. DE., *L'art du photographe: comprenant les procédés complets sur papier et sur glace, négatifs et positifs*. Ed. Amyot, Paris, 1860.

LIVERMAN M., *The Animator's Motion Capture Guide*, Ed. Charles River Media, Massachusetts, 2004.

ISBN : 1584502916

SHELDON J. L., REYNOLDS J., *Motion and document sequence and time: Eadweard Muybridge and contemporary american photography National Museum of American art Smithsonian institution, Washington, June 28-September 8, 1991, Addison Gallery of American Art Phillips Academy, Andover, October 18-December 15, 1991, Long Beach Museum of Art, Long Beach, July 19-September 6, 1992.*, Ed. Addison Gallery of American art, Andover (Mass.), 1991.

ISBN : 1-879886-31-6.

WILDE O., *Intentions*. Ed. CreateSpace Independent Publishing Platform, [s.l.], 2013.

ISBN : 9781492178712.

### - Articles -

BENNETT G., DENTON A. « Developing practical models for teaching motion capture ». [s.l.] : ACM Press, 2009. p. 1-5.

Disponible sur : < <http://dx.doi.org/10.1145/1666611.1666614> > (consulté le 13 février 2014)

BREGLER C., LOEB L., CHUANG E., DESHPANDE H. « Turning to the masters: motion capturing cartoons ». *ACM Transactions on Graphics* [En ligne]. 1 juillet 2002. Vol. 21, n°3,.

Disponible sur : < <http://dx.doi.org/10.1145/566654.566595> > (consulté le 13 février 2014)

DEITCH G. « Yes, But is It Animation? ». [En Ligne]. 17 janvier 2008.

Disponible sur : < <http://www.awn.com/animationworld/yes-it-animation> > (consulté le 25 mars 2014)

GEROCH M. S. « Motion capture for the rest of us ». *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 1 janvier 2004. Vol. 19, n°3, p. 157-164.

HODGKINSON G. « The seduction of realism ». [s.l.] : ACM Press, 2009. p. 1-4. *Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/1666611.1666615> > (consulté le 13 février 2014)

LEES A. « Learned deformable skeletons for motion capture based animation ». [s.l.] : ACM Press, 2006. p. 75.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/1174429.1174440> > (consulté le 13 février 2014) ISBN : 1595935649.

MCDONNELL R., BREIDT M., BÜLTHOFF H. H. « Render me real?: investigating the effect of render style on the perception of animated virtual humans ». *ACM Transactions on Graphics* [En ligne]. 1 juillet 2012. Vol. 31, n°4, p. 1-11.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/2185520.2185587> > (consulté le 13 février 2014)

MORI M., « The Uncanny Valley » *Energy*, 7(4) pp.33-35 (Traduit par Karl F. MacDorman et Takashi Minato en 2005), 1970.  
*Disponible sur* : <<http://www.androidscience.com/theuncannyvalley/proceedings2005/uncannyvalley.html> > (consulté le 15 février 2014)

STURMAN D. J. « Computer Puppetry ». *IEEE Comput. Graph. Appl.* [En ligne]. janvier 1998. Vol. 18, n°1, p. 38–45.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1109/38.637269> > (consulté le 18 avril 2014)

TINWELL A., GRIMSHAW M. « Bridging the uncanny: an impossible traverse? » [s.l.] : ACM Press, 2009. p. 66.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/1621841.1621855> > (consulté le 13 février 2014) ISBN : 9781605586335.

VLASIC D., ADELSBERGER R., VANNUCCI G., BARNWELL J., GROSS M., MATUSIK W., POPOVIĆ J. « Practical motion capture in everyday surroundings ». *ACM Transactions on Graphics* [En ligne]. 29 juillet 2007. Vol. 26, n°3, p. 35.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/1276377.1276421> > (consulté le 21 avril 2014)

WEN G., WANG Z., XIA S., ZHU D. « From motion capture data to character animation ». [s.l.] : ACM Press, 2006. p. 165.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/1180495.1180528> > (consulté le 13 février 2014) ISBN : 1595933212.

YOUNG A. D. « From posture to motion: the challenge for real time wireless inertial motion capture ». [s.l.] : ACM Press, 2010. p. 131.  
*Disponible sur* : < <http://dx.doi.org/10.1145/2221924.2221950> > (consulté le 21 avril 2014) ISBN : 9781450300292.

## **- FILMOGRAPHIE**

---

### **- Films -**

Albator, Corsaire de l'Espace, Shinji Aramaki, 2013.

AppleSeed, Shinji Aramaki, 2005.

Avatar, James Cameron, 2009.

Les Aventures de Tintin : Le Secret de la Licorne, Steven Spielberg, 2011.

Final Fantasy VII Advent Children, Tetsuya Nomura et Takeshi Nozue, 2007.

Frankenstein, James Whale, 1931.

The Hobbit (trilogie en cours), Peter Jackson, 2012-2013.

King Kong, Peter Jackson, 2005

La Légende de Beowulf, Robert Zemeckis, 2007.

Le Pôle Express, Robert Zemeckis, 2004.

The Prodigies, Antoine Charreyron, 2011.

Renaissance, Christian Volckman, 2006.

Le Seigneur des anneaux (trilogie), Peter Jackson, 2001-2003.

### **- Séries animées -**

Code Lyoko, Carlo de Boutiny et al., 2003.

Galactik Football, François Vincentelli et al., 2006.

Skyland, Emmanuel Gorinstein, 2005.

## **- VIDEOLUDOTHEQUE**

---

Beyond Two souls, Quantic Dream, 2013 (PS3)

Heavy Rain, Quantic Dream, 2010 (PS3)

Journey, Thatgamecompany, 2012 (PS3)

Left 4 Dead 2, Valve, 2009 (PC)

Limbo, Playdead, 2011 (PS3)

Okami, Capcom, 2007 (PS2)

Silent Hill Series, Konami, (1999-2012)

## **- WEBOGRAPHIE**

---

### ***www.jeuxvideo.com***

- (Pour l'intégralité des images de jeux vidéo)

### ***www.metamotion.com***

- <http://www.metamotion.com/motion-capture/magnetic-motion-capture-1.htm>

- <http://www.metamotion.com/gypsy/gypsy-motion-capture-system.htm>

### ***www.mocaplab.com***

- <http://www.mocaplab.com/company/motion-culture/the-first-steps/>

### ***www.motioncapturesociety.com***

- [www.motioncapturesociety.com/resources/industry-history](http://www.motioncapturesociety.com/resources/industry-history)

### ***www.naturalpoint.com***

<https://www.naturalpoint.com/optitrack/static/img/trackingToolsScreenVisualizationsLarge.png>

### ***www.telerama.fr***

- Interview de David Cage :

<http://www.telerama.fr/techno/david-cage-les-jeux-video-peuvent-aussi-avoir-du-sens-et-un-propos,104382.php>

### ***www.vimeo.com***

- Avatar Making Of : <http://vimeo.com/11056415>

### ***www.xsens.com***

- <http://www.xsens.com/products/xsens-mvn/>

### ***www.youtube.com***

- "Jean Renoir parle de son art", docu-film (1967) :

<http://www.youtube.com/watch?v=LKCrOLcDbjE>

- "Alice in Wonderland, Behind the scene" :

<http://www.youtube.com/watch?v=LWwO-h7ZSlw>

- ANNEXE

---

Matte paintings des plans 4 et 6 du court-métrage "14:42"

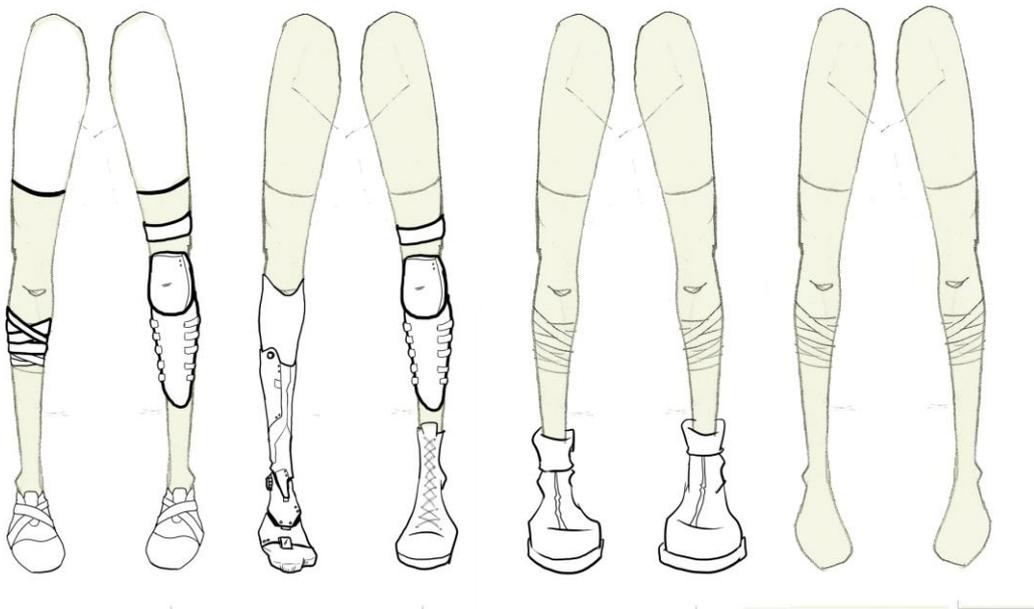
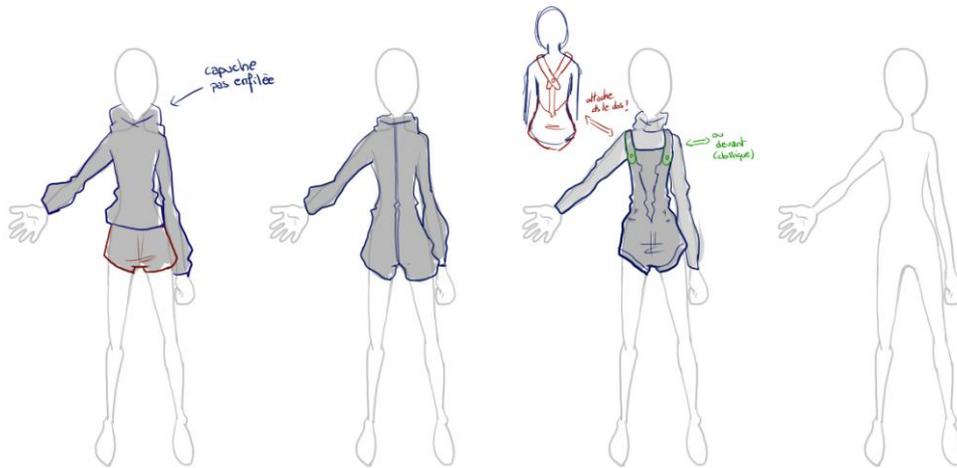


*Izoulet Virginie, 2014.*



*Kacimi Iams-Miguel Oriana, 2014.*

## Recherche de character-design pour le personnage de Mrs Putt

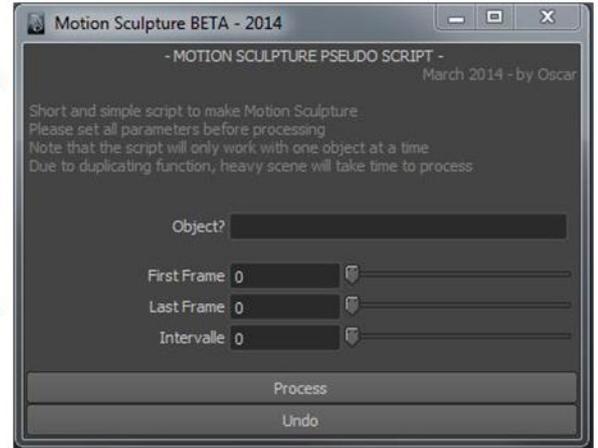


## Détails du tableau de suivi des tournages mocap pour "14:42"

Nom Take : Wip_*	Durée sur 100fps	Début Frame exploitable	Commentaires
2014-01-06_12-02-45_Desequilibre_01	3182	1300	Pertes Shin et Foot en début de mouvement >1300
2014-01-06_12-02-45_Desequilibre_02	5107	734	Tpose à la fin.
2014-01-06_12-02-45_Desequilibre_03	4740	900	Tpose début mais hors champs (500-855) Un peu crade. 1070 = swap marker pieds
BAD_2014-01-06_12-02-45_Desequilibre_04	6762	1457	Tpose à la fin. Pop-corn. Très crade. Seule la fin de déséquilibre est exploitable.
BAD_2014-01-06_12-33-48_Take 8_Desequilibre_05	8801	2137	Tpose début, 2 essais + funambule. Crade. Comprends pas trop comment l'exploiter.
2014-01-06_12-02-45_Desequilibre_06	4708	Globalement tout	Tpose début. Perte tête en milieu de mouvement = récupération bonne en clean
BAD_2014-01-06_12-02-45_Desequilibre_07	5871	2355	Tpose à la fin. Pop corn > 2355. Mouvement d'aveuglement un peu étrange.
2014-01-06_13-01-04_corniche_01	16613	7253-9855	Tpose à la fin. (Pose intéressante à 844-1690 mais manque bras gauche)
2014-01-06_13-09-06_Saut_01	2943	1-1007 /1412-1568(1609) / 1903-2118	Tpose début. 3 sauts. Sauts tous exploitables mais pas les amortis.
2014-01-06_13-23-19_Roulade_01	3337	1304	Tpose à la fin. Mouvement global inexploitable
2014-01-06_13-14-45_Glissade_01	4838	1486~1900 / 2404-3670	Pas de Tpose. 2 glissades.
2014-01-06_13-16-20_Glissade_02	2927	672/678	Tpose à la fin. Swap Shin au début. Risque gros problème de pieds

## Détails et interface du pseudo-script développé pour les essais de motion sculpture

```
1
2 import maya.cmds as cmds
3
4 def list():
5     val = cmds.textFieldGrp (info, text = True, q = True)
6     print val
7     cmds.select (val)
8
9
10 def settings() :
11     val1 = cmds.intSliderGrp (is1, q=True, v=True)
12     val2 = cmds.intSliderGrp (is2, q=True, v=True)
13     val3 = cmds.intSliderGrp (is3, q=True, v=True)
14     val = cmds.textFieldGrp (info, text = True, q = True)
15     print val
16     cmds.select (val)
17     for time in range (val1, val2, val3):
18         cmds.currentTime (time)
19         cmds.select (val)
20         cmds.duplicate ()
21
22
23
24
25 # Interface de contrôle
26 cmds.window(title = "Motion Sculpture BETA - 2014")
27 cmds.columnLayout(adjustableColumn=True )
28 cmds.text(" - MOTION SCULPTURE PSEUDO SCRIPT -", al = 'center')
29 cmds.text(" March 2014 - by Oscar", al ="right", en = False)
30 cmds.text(" ")
31 cmds.text(" Short and simple script to make Motion Sculpture", al='left', en= False)
32 cmds.text(" Please set all parameters before processing ", al='left', en= False)
33 cmds.text(" Note that the script will only work with one object at a time ", al='left', en= False)
34 cmds.text(" Due to duplicating function, heavy scene will take time to process ", al='left', en= False)
35 cmds.text(" ")
36 cmds.text(" ")
37 info = cmds.textFieldGrp( label='Object?', text = '', cc= 'list()')
38 cmds.text(" ")
39 is1 = cmds.intSliderGrp( field=True, label='First Frame', minValue=0, maxValue=100000)
40 is2 = cmds.intSliderGrp( field=True, label='Last Frame', minValue=1, maxValue=100000)
41 is3 = cmds.intSliderGrp( field=True, label='Intervalle', minValue=1, maxValue=100000, fmn = 1)
42 cmds.text(" ")
43 cmds.button(label = "Process", command = "settings()")
44 cmds.button(label = "Undo", command = "cmds.undo()")
45 cmds.showWindow()
46
```



*Autres projets mêlant motion capture et univers expressifs*

**Fin de tournage pour le projet Freak Kitchen avec Juanjo Guarnido  
(Moving Puppet et Mocaplab)**



**Tournage de clip pour Shakaponk : Animation temps réel du personnage de gorille par  
Ion sur Arena et MotionBuilder. Système Vicon. (Mocaplab)**



