



**L'interactivité au service de l'accompagnement en réadaptation.
Projet de jeu numérique Star Kart : un carré de sable thérapeutique.**

PAR LAURENT GOSSELIN

**Mémoire présentée à l'Université du Québec à Chicoutimi en vue de l'obtention du
grade de Maître ès Arts en Maitrise en art**

Québec, Canada

© Laurent Gosselin, 2016

Résumé

Aujourd'hui, dans le contexte de la réadaptation pédiatrique, les technologies interactives numériques sont de plus en plus utilisées; notamment avec les technologies de la réalité virtuelle. Mentionnons principalement les jeux sérieux en santé. Ils proposent des interventions personnalisées, qui permettent d'intégrer des expériences ludiques favorisant l'engagement. Ces environnements virtuels offrent une panoplie d'outils susceptibles de révolutionner le monde de la réadaptation. Par contre, certaines des dimensions telles que la notion d'accompagnement qui est pourtant essentielle en réadaptation pédiatrique semblent souvent absentes. Dans le contexte traditionnel d'habilitation, les spécialistes créent un climat de confiance dans lequel ils conçoivent et animent des jeux adaptés aux capacités de leurs patients. Cet espace intermédiaire est utilisé afin d'appivoiser les différents obstacles qui se dressent sur la quête d'habilitation de l'enfant en fournissant des activités en adéquation avec celui-ci.

L'hypothèse principale de cette recherche est qu'il est possible de créer un tel climat d'accompagnement à l'aide des technologies de la réalité virtuelle. Par contre, cette dimension ne peut avoir lieu sans la mise en place d'un contexte d'apprentissage adapté aux préférences de l'enfant et aux objectifs thérapeutiques identifiés par le clinicien. Ce projet repose sur une approche méthodologique issue de la pensée en design permettant d'établir un processus de collaboration interdisciplinaire aux services des besoins des utilisateurs du contexte de la santé.

Le projet de recherche-crédation *Star Kart* se veut donc une proposition de design d'un environnement virtuel de réadaptation pédiatrique personnalisé. Le carré de sable thérapeutique est un espace virtuel partagé dans lequel les composantes du jeu vidéo et de la réalité virtuelle sont au service d'interventions de réadaptation. Ce contexte se veut une proposition de remédiation entre des technologies interactives numériques et le domaine de la réadaptation. Le résultat de cette recherche consiste en une réflexion sur la conception d'un jeu pour la clientèle devant apprendre la conduite d'un fauteuil roulant motorisé et d'outils d'accompagnement permettant le suivi en temps réel au service du clinicien.

Mots clés :

Accompagnement, réadaptation, interactivité, objet-frontière, réalité virtuelle (VR), environnements virtuels, carré de sable thérapeutique, recherche-crédation, design

Remerciements

Cette démarche de recherche-crédation n'aurait pas pu être réalisée sans l'aide de nombreuses personnes que je tiens à remercier chaleureusement.

Je tiens à remercier particulièrement le professeur Yan Breuleux, mon directeur de recherche ainsi que Mathieu Noury, mon codirecteur, qui ont accepté de m'accompagner dans ma démarche singulière. Il va sans dire que leur ouverture d'esprit et leurs conseils m'ont permis de faire face à la complexité de la démarche que j'ai entreprise.

Un énorme merci à Paula Rushton qui a soutenu le projet depuis l'été 2014 et qui m'a permis de comprendre que la recherche est une question de rigueur, de cohérence et qui m'a offert de poursuivre mes études au doctorat de réadaptation. Sans le support de madame Rushton, ce projet ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui.

Je souhaite également exprimer toute ma gratitude à Natalie Doucet et Geneviève Daoust, de la clinique Marie-Enfant, pour la problématique super stimulante qu'elles ont soumise lors de l'évènement Hacking Health de février 2014. Merci pour votre soutien, vos conseils et pour avoir accompagné l'équipe tant que cela a été possible.

Un merci tout spécial aux collègues du Collège de Bois-de-Boulogne qui nous ont donné une place et des moyens afin de réaliser nos expérimentations : Emmanuel Montini, Chantale Nunes, Michel Murray, Halia Ferhat, Élisabeth Brillon, Laurent Bédard, Guillaume Damour et son équipe fantastique. Merci à mes collègues du département d'animation 3d : Georges Mauro pour ton écoute et ton incroyable pragmatisme, Michel

Murray pour m'avoir accompagné, Jahanzaib Chughtai pour ton implication et ton organisation incroyable, William Josmar pour avoir été là au début du projet.

J'adresse également des remerciements tout spéciaux à l'ensemble de mes collaborateurs qui ont fait du projet *Star Kart* une réalité : Jahanzaib Chughtai, Tréflé Meilleur, Michel Quach, Edwin Jang, Maxime Fortin, Mikael Boulet, Raphael Nadeau, William Josmar, Philippe Gagnon, Yanick Triqueneau, Jean-Simon Binette, Catherine Albu, Pierre-Luc Messier, Laurence Grégoire, Karine Lafranchise, Medhat Anbali Élie Hamel, Chantale Gingras, Camille Gendreau, Guillaume Raymond, Victor Leblanc, Benjamin Lépine, Roxanne Chartrand, Pierre-Alexandre Pascale, William Desrosiers, Bernard Duchesne. Sans vous ce projet n'aurait pas vu le jour.

Merci à Francis Lauzon Duranceau, Simon Dansereau qui ont supervisé les stagiaires de programmation en jeux vidéo.

Merci à Jean-François Poirier pour son rôle conseil et son amitié.

J'adresse également mes remerciements à tous les professeurs et élèves du NAD. Un merci particulier à Jean-Philippe Pouliot qui m'a accompagné dans mes démarches de recherches bibliographiques.

Merci enfin à Marie-Pierre Michaud avec qui je partage ma vie. Merci d'être une personne aussi inspirante et vraie.

Table des matières

Résumé.....	1
Remerciements.....	II
Table des matières.....	IV
Liste des figures.....	VIII
Introduction.....	1
CHAPITRE 1:	6
L’accompagnement du patient et la fonction des technologies	6
1.1 Les relations entre technologie, médecine et patient	6
1.1.2 Transformation de l’accompagnement patient-médecin.	8
1.1.3 Les technologies au service de la santé.....	9
1.1.4 Les technologies aujourd’hui	11
1.2 La réadaptation	15
1.2.1 La réadaptation, une définition.....	15
1.2.2 L’accompagnement en réadaptation	16
1.2.3 Identification des facteurs de l’accompagnement	17
1.2.4 La relation tripartite ciblant l’accompagnement.....	19
1.3 Les stratégies de conceptions	21
1.3.1 Design.....	21
1.3.2 La fonction du design	21
1.3.3 Notions essentielles pour un design en réadaptation.....	22
1.4. Le design des transactions entre les frontières.....	27
1.4.4.1 La polyvalence de l’expérience	28
1.4.4.2 La modularité de l’expérience.....	29
1.4.4.3 L’abstraction de l’expérience	30
1.4.4.4 La standardisation de l’expérience.....	31
1.5 Conclusion : Le design de processus d’accompagnement	32
CHAPITRE 2 :	34
La conduite d’un fauteuil roulant motorisé : une revue	34
2.1 Le fauteuil roulant	34
2.2 Les interventions liées à l’apprentissage de la conduite du fauteuil roulant.....	37
2.2.1 WSP : le standard en or	37

2.2.2 Les 8 étapes de l'apprentissage de la conduite par le joystick.....	38
2.2.3 Des ressources limitées.....	39
2.3 La réalité virtuelle en réadaptation.....	40
2.3.1 Les expériences possédant une esthétique 2d.....	41
2.3.2 Les expériences possédant une esthétique 3d.....	42
2.3.3 Expérience ciblant la population pédiatrique.....	43
2.4 Apprentissages moteurs en réalité virtuelle.....	44
2.4.1 Un contexte d'entraînement riche.....	44
2.4.2 Apprentissage par observation.....	44
2.4.3 Rétroaction augmentée.....	45
2.4.4 Motivation.....	45
2.5 Un patron de jeu sérieux.....	47
2.6 L'accompagnement par des contextes virtuels.....	49
2.6.1 Le thérapeute : vecteur de l'utilisation de la RV.....	50
2.6.3 La thérapie basée sur l'utilisation de la RV.....	51
2.7 Conclusion.....	53
CHAPITRE 3 :	55
Le carré de sable thérapeutique.....	55
3.1 Les quatre espaces du carré de sable thérapeutique.....	55
3.1.1 L'espace de conception.....	56
3.1.2 L'espace de jeux.....	56
3.1.3 L'espace de supervision.....	56
3.1.4 L'espace d'adaptation.....	57
3.2 Les différents types de modules.....	58
3.2.1 Des interfaces adaptées aux rôles des utilisateurs.....	58
3.2.2 Des vues adaptées en fonction du rôle de l'utilisateur.....	58
3.2.3 Des affordances spécifiques.....	59
3.2.4 Des objets thérapeutiques.....	59
3.2.5 Des outils d'évaluations de l'agentivité.....	60
3.2.6 La zone des apprentissages proximaux.....	60
3.2.7 Module d'accompagnement.....	61
3.2.8 Module de partage de l'information.....	61
3.2.9 Module de stockage des données.....	62

3.2.10 Conclusion de la section	63
3.3 Conclusion	64
Chapitre 4 :	66
L'espace de conception ou le projet <i>Star Kart</i>	66
4.1 Recherche-création du projet <i>Star Kart</i>	66
4.1.2 Historique du projet	67
4.2 Méthodologie du projet	71
4.3 Le design du carré de sable thérapeutique	73
4.3.1 Utiliser des technologies matures	73
4.3.2 L'expérience basée sur des données éprouvées	74
4.3.3 La validité écologique de l'expérience de l'enfant	74
4.3.4 Conception des objets thérapeutiques	76
4.3.5 L'outil de mesure de l'agentivité	77
4.4 Vers une démarche de design centrée sur l'utilisateur	78
4.4.1 L'adaptation des éléments visuels	78
4.4.2 L'oiseau Jumpy : un avatar multifonctions	79
4.4.3 �tablir les communications au-delà des frontières	81
4.5 Les espaces proposés du projet <i>Star Kart</i>	83
4.5.1 L'espace de jeux	83
4.5.2 L'espace de supervision	84
4.5.3 L'espace d'adaptation	85
4.6 Conclusions de l'expérience de design du projet <i>Star Kart</i>	88
Chapitre 5 :	89
Conclusions de ce mémoire	89
5.1 Retour sur l'argumentaire	89
5.2 Analyse des résultats	91
5.2.1 Limite de la recherche et de la preuve de concept	95
5.3 Un intérêt important	98
5.3.1 Présentation dans des contextes stimulants	98
5.3.2 Un projet de doctorat en réadaptation	99
5.3.3 Des partenaires importants	99
5.3.4 Vers une communauté de pratique ?	100
5.4 Conclusion	101

Références	103
Ouvrages	103
Articles	103
Sitographie	106
Médiagraphie	107

Liste des figures

Figure 1: Les quatre espaces du carré de sable, Laurent Gosselin septembre 2016.....	3
Figure 2 : Star Kart image conceptuelle pour l'espace de jeu, Edwin Jang, Michel Quach, Juillet 2014	5
Figure 3: Relation patient traitant avant les technologies basées sur (Reiser, 2009).....	8
Figure 4: La distanciation thérapeutique, basée sur (Reiser, 2009).....	9
Figure 5: La boucle perception cognition, action passant par le monde virtuel, tiré du traité de la réalité virtuelle	11
Figure 6: Tableau traduit de l'anglais. Les différents facteurs issus de la classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé par l'Organisation mondiale de la Santé. (OMS, 2001)	18
Figure 7: La relation tripartie entre technologie réadaptation et patient, Laurent Gosselin, Septembre 2015	19
Figure 8: Affordance d'une tasse, action et perception. Laurent Gosselin, novembre 2015.....	24
Figure 9: la polyvalence de l'expérience. Laurent Gosselin, mai 2016.	28
Figure 10 : exemple des modules de visualisation et de contrôle dans deux espaces différents. Laurent Gosselin, septembre 2016.	29
Figure 11: exemple d'abstraction ciblant la navigation. Images prises dans Google map et assemblées par Laurent Gosselin, mai 2016	30
Figure 12: Relation tripartie/ accompagnement, Laurent Gosselin septembre 2016	32
Figure 13: Vue orthographique 2d, inspirée de (Spaeth., et al 2008), Laurent Gosselin, novembre 2016.....	41
Figure 14 : Schéma tiré de l'article Framework for personalized and adaptive game-based (Hardy et al., 2015).....	49
Figure 15: Les quatre espaces du carré de sable thérapeutique. Laurent Gosselin, juin 2016.	55
Figure 16: La connexion des frontières. Laurent Gosselin, Mai 2015.	62
Figure 17: Synthèse des responsabilités des différents utilisateurs Laurent Gosselin, Juin 2016	64
Figure 18 : L'espace de supervision et l'espace de jeu v1.0 par les membres du stage de l'hiver 2015, Élie Hamel, Chantale Gingras, mai 2015.....	67
Figure 19 : clinique Marie-Enfant, Michel Quach, février 2014.....	67
Figure 20: Hacking health 2014, Jahanzaib Chughtai, février 2014	68
Figure 21 : Le carré de sable version préliminaire, Chantale Gingras, avril 2015.....	68
Figure 22 : Le carré de sable en ligne, Élie Hamel, Chantale Gingras, Laurent Gosselin, mai 2015.....	69
Figure 23 : Laurent et Guillaume à l'exposition GAME ON, Marie-Claude Milette, juillet 2015.....	70
Figure 24 : Différents modes de contrôle de l'expérience. Catherine Albu, juin 2014.	75
Figure 25 : Aller en ligne droite, un objet thérapeutique réalisé par l'équipe, Laurent Gosselin, juillet 2015.....	76
Figure 26 : Échelle performances telles que présentées dans le formulaire WST-F, 2014	77
Figure 27 : Jumpy une peluche réalisée, Laurence Grégoire, juillet 2015.....	79

Figure 28 : Jumpy un concept de Edwin Jang modélisé par Michel Quach et rendu par jahanzaib Chughtai, Juillet 2014	79
Figure 29 : Différentes utilisateurs dans l'expérience, Laurent Gosselin et Élie Hamel Mai 2015.....	81
Figure 30 : Tous en ligne! une image d'un prototype réalisé par Jean-Simon Binnette	81
Figure 31 : Star Kart image conceptuelle pour l'espace de jeu, Edwin Jang, Michel Quach, 2014.....	83
Figure 32 : L'interface de supervision, Laurent Gosselin, Élie Hamel, mai 2015	84
Figure 33 : L'observance de l'agentivité par des statistiques, Mikael Boulet, juillet 2015	86
Figure 34 : Choisir les objets thérapeutiques, Par Laurent Gosselin, Mikael Boulet Camille Gendreau, Guillaume Raymond, Roxanne Chartrand Pierre-Alexandre Pascale, William Desrosiers, juillet 2015	86
Figure 35 : Séquence menant à l'adaptation du carré de sable thérapeutique, Par Laurent Gosselin, Mikael Boulet Camille Gendreau, Guillaume Raymond, Roxanne Chartrand, Pierre-Alexandre Pascale, William Desrosiers, juillet 2015.....	87
Figure 36: La relation tripartite en réalité virtuelle, Laurent Gosselin, septembre 2016 ..	89
Figure 38 : Le carré de sable thérapeutique, un contexte d'accompagnement innovant. Laurent Gosselin, juin 2016.....	93
Figure 39 : Les 3 espaces de l'expérience. Laurent Gosselin, juin 2016.....	94
Figure 40 : Synthèse de proposition du carré de sable thérapeutique. Laurent Gosselin, juin 2016.	95
Figure 41 : Présentation lors de l'évènement Jeux à portée sociale : de kossé?, Alexia Bhéreur-Lagounaris, Mars 2016.....	98
Figure 42 : Logo du collège de BDEB pris sur le site internet http://bdeb.qc.ca/ Juin 2015	99
Figure 43 : logo de Square Enix pris sur le site internet https://www.square-enix-montreal.com/ Juin 2016	99
Figure 45 : Logo de INTER pris sur le site internet http://regroupementinter.com/fr/ Juin 2015.....	99
Figure 44 : Logo du collège de Maisonneuve pris dur le site internet http://www.cmaisonneuve.qc.ca/ Juin 2016	99
Figure 46 : Du cours d'esquisse au projet Star Kart. Image de gauche Jasmina Vasquez-Carmel, novembre 2015; Image du centre: Jasmina Vasquez-Carmel, Kristina Charette, Katia Chauret, Delyan Farashev, Gergo Gebel et Gauthier Fekkar, décembre 2015; Image de droite: Jasmina Vasquez-Carmel, Jessica Monast, Roxane Chartrand et Alexandre Pageot, juin 2016.....	100

Introduction

Les démarches amorcées dans le cadre de ce projet de recherche-crédation m'ont permis de me rendre compte de l'importance de mon rôle de *designer* d'interaction et de pédagogue. Depuis 2008, je suis enseignant dans les domaines de l'animation 3d, de la programmation de jeu et de design de jeux. Aujourd'hui, en enseignement, les technologies numériques offrent aux étudiants un accès à un ensemble imposant de matériel didactique en ligne : YouTube, sites spécialisés, didacticiels gratuits, etc. Je me suis donc posé la question de la fonction de mon enseignement dans ce monde. J'ai trouvé une partie de ma réponse dans la vision de Lev Vygotsky, un chercheur en pédagogie, avec le concept des zones d'apprentissages proximales (Vygotsky, 1988, p. 4). Pour l'enseignement, il détermine trois zones spécifiques d'action :

1. Ce qu'une personne peut faire seule
2. Ce qu'elle peut faire si elle est accompagnée
3. Ce qu'elle ne peut pas faire même si elle est accompagnée.

Ces différents contextes d'apprentissages proposés par Vygotsky soulignent l'importance de l'accompagnement afin d'élargir les possibilités d'apprentissages d'un individu. Afin de comprendre la nature de la relation d'accompagnement et de baliser ce que cela implique, Michèle Roberge propose la définition suivante :

Le mot accompagnement vient de l'ancien français *compain* (compagnon, copain) et signifie se joindre à quelqu'un, être présent auprès de lui, aller à la suite de quelqu'un. Il ne s'agit pas de dicter le chemin à l'autre, mais bien d'aller à sa rencontre là où il se trouve, de l'accompagner en ne perdant pas de vue son caractère unique (Roberge, 1998, p.156).

Cette définition implique que l'accompagnateur doit s'efforcer de maintenir une relation basée sur la confiance, le respect de la personne en la prenant là où elle se

trouve. Cela demande une certaine forme d'adaptation de la part de l'accompagnateur. Sans entrer dans les détails, en enseignement, si l'on prend l'individu là où il est, cela implique une adéquation entre la capacité d'action de l'apprenant et les activités d'apprentissages qui lui sont proposées. Ainsi, placer un apprenant dans un contexte non adapté, c'est induire une série de malaises qui nuisent au processus d'apprentissage et à la relation de confiance qui doit s'établir avec l'accompagnateur.

Afin de créer des contextes d'apprentissages qui sont en accord avec les besoins des personnes ciblées, je considère mon rôle comme celui d'un designer d'interactions. Mon expérience professionnelle et pédagogique dans la création de jeux vidéo m'a amené à m'intéresser, non seulement à l'artefact technologique ou l'individu, mais dans les relations qui se tissent entre les deux.

Dans le cadre de ce projet de recherche-crédation, nous nous sommes intéressé à la possibilité d'utiliser les technologies interactives dans le contexte de la réadaptation : une branche de la santé visant à permettre aux individus de retrouver, malgré des handicaps ou des problèmes de santé, une certaine fonctionnalité sociale (une définition plus exhaustive sera proposée au premier chapitre). Aujourd'hui, les interactions complexes entre les soignants, les patients et les technologies sont parties prenante de notre système de santé. Incidemment, ce nouveau paradigme oriente fortement l'organisation des soins prodigués aux patients. Dans ce contexte, comment celui-ci influence-t-il le processus d'accompagnement du patient ? Comme Stanley Joël Reiser l'a souligné dans le contexte de l'intégration de technologies en médecine (Reiser, 2009), l'intégration des nouvelles technologies interactives numériques, dans le contexte de la réadaptation, risque de créer une conjoncture où les technologies, en prenant le pas sur le patient, risquent de réduire certains aspects humains liés à l'accompagnement.

Dans le cadre de ce mémoire de recherche-création, nous souhaitons amorcer une réflexion sur la conception personnalisée d'environnements virtuels immersifs (« Immersive virtual environments - IVES) en réadaptation permettant un accompagnement constant du patient. Par cons equent, ce mémoire présente une réflexion portant sur l'impact des technologies numériques dans le contexte de soins prodigués aux patients en réadaptation. La proposition principal de ce mémoire, le carré de sable thérapeutique, se veut un moyen concret afin d'intégrer l'accompagnement dans l'expérience interactive en incluant des interfaces, des couche limite entre deux éléments par lesquels ont lieu des échanges et des interactions de supervision et d'adaptation.

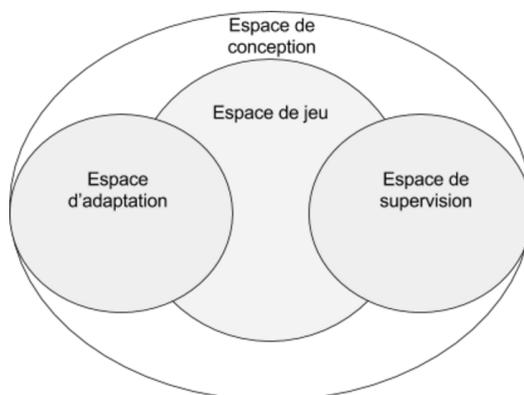


Figure 1: Les quatre espaces du carré de sable, Laurent Gosselin septembre 2016

Le carré de sable implique un environnement de jeux avec un aménagement et des rôles particuliers. Ce contexte impliquera plusieurs concepts clés qui permettront de construire une ébauche de l'environnement d'habilitation constitué de quatre espaces différents : un espace de jeux, un espace de supervision, un espace d'adaptation et un espace de conception. Dans le cadre de ce mémoire de recherche-création, nous présenterons donc les composantes conceptuelles qui nous permettront de présenter une preuve de concept du carré de sable thérapeutique.

Dans mon cadre théorique, j'aborderai la manière dont ces nouvelles relations entre patients, technologies et accompagnateurs influencent les processus d'accompagnement. Par la suite, afin de comprendre le domaine de la réadaptation, nous allons en résumer les grandes tendances afin de souligner les composantes essentielles qui pourraient permettre de concevoir une expérience de réalité virtuelle unifiée. Par la suite, avec pour objectif de circonscrire notre rôle, nous allons tenter de mettre en lumière différents champs d'expertises du design qui nous permettraient de concevoir des expériences interactives numériques de réadaptation ainsi que les concepts nécessaires à la conception du carré de sable. Par la suite, nous allons présenter les concepts de communautés de pratiques et d'objet frontière qui permettront de gérer la complexité liée au concept du carré de sable. Finalement, nous présenterons l'ensemble des concepts qui permettront de concevoir un carré de sable thérapeutique.

Dans le second chapitre, nous présenterons une revue de littérature exposant les interventions permettant à la population pédiatrique d'acquérir les compétences de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. Dans un premier temps, nous présenterons les interventions qui sont réalisées dans le monde réel. Par la suite, j'aborderai les expériences de réalités virtuelles. Ensuite, j'étalerai différents cadres théoriques utiles au designer pour la conception d'expériences de réalités virtuelles, de jeux sérieux en réadaptation. Nous finirons ce chapitre en présentant le concept de la thérapie basé sur l'utilisation de la réalité virtuelle. Cela nous permettra d'identifier clairement les limites de l'accompagnement dans le contexte de la réalité virtuelle. Cela nous mènera au concept du carré de sable thérapeutique, la proposition centrale de ce travail de recherche-création.



Figure 2 : Star Kart image conceptuelle pour l'espace de jeu, Edwin Jang, Michel Quach, Juillet 2014

Le chapitre trois présentera donc le carré de sable thérapeutique. Le chapitre quatre présentera *Star*

Kart, la preuve de concept réalisée dans le cadre de ce

projet de recherche-crédation (voir la figure 2). Enfin, le chapitre cinq consiste en l'évaluation des résultats de la recherche.

CHAPITRE 1:

L'accompagnement du patient et la fonction des technologies

1.1 Les relations entre technologie, médecine et patient

Depuis l'avènement du projet cybernétique apparu dans le sillon de la Seconde Guerre mondiale et du développement de l'intelligence artificielle (Breton, 1995), la puissance des technologies a littéralement explosé : capacité de calculs, captation d'environnements, dispositifs d'affichages immersifs, connectivité, interface homme-machine, etc. Au-delà de l'aspect simplement matériel, les technologies numériques ont révolutionné nos habitudes de vie et intégré notre environnement social par la multiplication des nouvelles applications. Elles offrent un accès en temps réel à l'information, à autrui et au divertissement. Elles permettent d'effectuer des tâches à distance, de traiter des maladies et même d'entraîner notre corps par des systèmes de valorisation adaptés à notre profil psychosocial. Aujourd'hui, il est indéniable que les technologies numériques sont ubiquitaires et s'insèrent dans les différentes sphères de nos vies. Incidemment, lorsque les technologies sont intégrées dans un contexte, elles ont tendance à modifier le domaine ciblé afin de concentrer l'attention de ceux qui l'utilisent vers des objectifs précis (on dira des objectifs téléologiques), déterminés par leur concepteur. Les technologies numériques possèdent des programmes conçus qui régissent l'interaction de l'individu qui l'utilise et le dirigent ainsi vers un objectif ciblé. Dans le domaine des sciences sociales, on utilisera le terme de « déterminisme technologique ». Sans entrer dans les détails d'une telle pensée, on retiendra les questionnements soutenus par Sherry Turkle. Selon son point de vue, d'une certaine

manière, nous créons des technologies qui nous modifient à leur tour (Turkle, 2012). Les technologies affectent notre mode de vie, notre rapport et notre manière de communiquer. En somme, toute technologie intègre une dimension sociale. Il est donc nécessaire de percevoir la technologie non pas comme la production d'artefacts isolés, mais plutôt comme un système d'interactions menant à une forme de conversation entre l'humain et la machine.

Lors de cette recherche, j'ai tenté de comprendre l'impact des technologies dans le domaine de la réadaptation. De manière plus précise, nous nous sommes interrogé sur les conséquences de l'intégration des technologies sur la relation patient-traitant et l'accompagnement. Comment les dispositifs technologiques numériques s'insèrent-ils dans l'espace entre le patient et le traitant ? Ce sera l'objet des prochaines lignes. Il ne s'agit pas de définir un domaine dans son entièreté, mais de s'interroger sur la nature des relations entre un médecin soignant, un patient et un dispositif technologique. Avant d'aller plus de l'avant, nous tenons à mettre en garde le lecteur qu'il s'agit ici d'un descriptif simplifié, voire limité, du processus de réadaptation. En proposant une réflexion où nous utiliserons l'historique de l'intégration de technologies en médecine, nous tenterons de mettre en lumière l'influence possible des technologies dans le contexte de la réadaptation. Bien qu'il s'agisse de deux domaines distincts, la littérature en médecine permet d'illustrer les enjeux que le designer doit prendre en compte dans la conception d'un dispositif interactif numérique en réadaptation.

1.1.2 Transformation de l'accompagnement patient-médecin.

En abordant la santé par la technologie « la médecine triomphe et se donne le moyen de le prouver et de le quantifier, par de grands essais cliniques, l'efficacité de ses traitements » (Marceau, 2014, p. 183). Selon Reiser, la médecine de la société américaine moderne peinerait à équilibrer les composantes technologiques et humanistes (Reiser, 2009). Les technologies auraient-elles modifié la relation tripartite entre le médecin, son patient et son environnement ? Il est facile de constater les éléments positifs de cette transformation. Il est plus difficile de répondre au « comment » s'est transformée cette relation. Historiquement, les médecins devaient se fier aux récits des patients et à leurs propres observations afin de pouvoir diagnostiquer des problématiques. Cette méthode ouvrait la porte à la subjectivité du traité, mais aussi aux *a priori* du traitant.

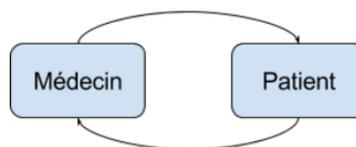


Figure 1: Relation patient traitant avant les technologies basées sur (Reiser, 2009)

Avec l'apparition des innovations technologiques, une autre voie d'investigation du corps humain fut rendue possible. Par exemple, l'invention du stéthoscope proposa une nouvelle méthode d'auscultation du corps, résultant par l'amplification du sens de l'ouïe. Le stéthoscope pouvait désormais révéler des symptômes qui étaient jusqu'alors imperceptibles : ceux qu'émettent les sons de structures défectueuses du corps. L'information provenant du stéthoscope, dépouillée de subjectivité, permettait donc d'établir un diagnostic basé sur des « faits » objectifs.

1.1.3 Les technologies au service de la santé

Au-delà de sa dimension technologique, le stéthoscope ouvrait la porte à l'intégration de nouvelles méthodes scientifiques puisqu'il permit de vérifier des théories en effectuant des expériences à partir de prédictions de résultats. Incidemment, l'avènement du stéthoscope initia une quête de l'objectivité par l'utilisation de différentes technologies de sondage du corps: rayons X, microscopes, capteurs de pression, ... L'homme allait enfin comprendre le fonctionnement de ses composantes biomédicales en examinant le corps à l'aide de nouveaux instruments. Si Galilée pouvait identifier les cratères de la Lune à l'aide de sa lunette, le stéthoscope allait permettre de sonder les profondeurs sonores du corps.

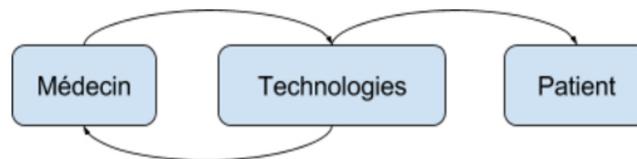


Figure 2: La distanciation thérapeutique, basée sur (Reiser, 2009)

Cette révolution par la technique ne scinda pas seulement la relation entre le patient et le médecin, mais minimisa l'aspect psychologique, qualitatif et social des soins pour mettre l'emphase sur une vision biomédicale où les technologies avaient un impact quantifiable. À l'aide de différents artefacts, il était possible d'ausculter et de traiter le patient avec une précision jusqu'alors inégalée. Du stéthoscope aux rayons X, en passant par le microscope, jusqu'à l'usage de nouveaux senseurs, on pouvait ainsi trouver et isoler les composantes qui faisaient défaut et, ensuite, élaborer de nouveaux protocoles pour les oblitérer. Ce triomphe a considérablement complexifié la pratique de

la médecine en intégrant une panoplie d'objets et de techniques d'auscultation dans le processus thérapeutique de traitement du patient.

Cette arrivée des technologies a eu pour conséquence d'accélérer les efforts pour créer des traitements spécifiques et adaptés à des problématiques distinctives. La précision du traitement et de l'outillage permettait de meilleures chances de guérison, mais tendait à négliger la relation humaine entre le patient et le médecin. Dans cette vision, on se consacra à soigner la maladie, mais avons-nous vraiment compris les mécanismes du bien-être du patient ? Actuellement, il ne va pas sans dire que, dans ce contexte, de nombreux patients ressentent un inconfort grandissant. En 1977, le psychiatre George Engel avait réclamé un changement de paradigme en médecine afin de « *passer d'un modèle purement biomédical à bio psycho social. Il s'agissait de prendre réellement en compte les 3 composantes de la santé – physique – mentale – sociale* » (Marceau, 2014). Suite à ces constats, il est essentiel de définir les paramètres qui permettraient de créer des expériences de traitement holistique.

À l'instar de la médecine, l'intégration des nouvelles technologies numériques, dans le contexte de la réadaptation, risque de créer des expériences qui ciblent les caractéristiques *absorptives*, *réflectives* et *directives* des technologies et ainsi atrophier les dimensions humaines et sociales qui sont liées à l'accompagnement (Reiser, 2009). Pour ma part, dans le cadre de ce mémoire, nous pensons qu'il est possible, tel qu'il a été mentionné au début de ce chapitre, d'interroger l'usage des technologies de la réalité virtuelle au service de la relation patient et clinicien, afin de créer de nouveaux contextes de réadaptation.

1.1.4 Les technologies aujourd'hui

Aujourd'hui les nouvelles technologies numériques sont de plus en plus présentes dans le contexte de la réadaptation et sont liées à la recherche en réalité virtuelle et aux jeux sérieux.

L'utilisation de la réalité virtuelle dans le contexte de la réadaptation n'est pas nouvelle, elle est utilisée en recherche depuis plusieurs années. Dans ce contexte, la réalité virtuelle se décrit par la possibilité de permettre à une personne (ou plusieurs) de vivre une activité sensorimotrice dans un monde artificiel, qui se présente sous une forme imaginaire, symbolique, ou une simulation de certains aspects du monde réel (Fuchs & Moreau, 2006).

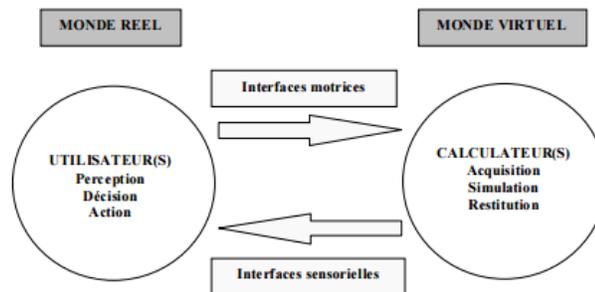


Figure 3: La boucle perception cognition, action passant par le monde virtuel, tiré du traité de la réalité virtuelle

Comme la figure 5 l'illustre, cela veut dire que l'activité du patient relève à la fois des dimensions sensorielles et motrices; sensorielles, car elle interpelle un certain nombre de sens. Dans la majorité des dispositifs, la vue, l'ouïe et le toucher sont sollicités, alors que le goût ou l'odorat le sont rarement. À partir de ce qui est perçu à travers les sens, l'individu peut analyser le stimulus et agir à l'aide de ses capacités motrices. L'intérêt d'utiliser la réalité virtuelle est qu'elle offrirait des activités liées à la perception, l'action et la cognition dans un contexte sécuritaire sans les limitations du monde réel (Rizzo et al., 2005).

En réadaptation, on s'intéresse de plus en plus à l'utilisation de composantes des jeux vidéo. Pour Mathieu Triclot, un philosophe, les jeux vidéo représentent une pâte à modeler de plaisir (Triclot, 2011). Le joueur intègre une aire intermédiaire d'expérience (Winnicott, 1975) qui n'est pas exactement dans le monde intérieur ni complètement dans le jeu et qui lui permet de jouer dans un espace de pratique dénué de risque. Dans cet espace, l'expérience d'apprentissage et de compréhension des règles du jeu génère du plaisir et stimule le joueur dans sa quête (Koster, 2013). L'expérience présente aussi différentes dimensions stimulant différentes formes d'engagement : engagement partagé, engagement spatial, engagement narratif, engagement tactique, engagement affectif, engagement lié à la réussite (Calleja, 2008). Ainsi l'intégration des composantes stimulant l'engagement lié au domaine du jeu permettraient d'aider dans les interventions de réadaptation.

Une étude récente issue du domaine de la réadaptation démontrait qu'un entraînement dans un environnement stimulant de jeux améliorerait davantage l'apprentissage de nouvelles capacités motrices, cela comparativement à un environnement moins engageant possédant une quantité égale de mécanique d'entraînement (Lohse et al., 2015). L'esthétique plus attrayante du jeu semblait faciliter la consolidation d'une habileté motrice complexe et permettrait l'amélioration de la rétention de ces compétences (Lohse et al., 2015). Il semblerait donc que le facteur émotionnel joue un rôle important et qu'il permet une rétention à plus long terme qu'une simple pratique.

Par ailleurs, une étude dans le contexte de la neurologie indiquait qu'il y aurait suffisamment de preuves pour suggérer que la plasticité du cerveau dépend de l'utilisation, de l'intensité, de la fréquence et de la durée de la pratique qui sont des

facteurs importants pour déterminer l'ampleur de la réorganisation neuronale (Adamovich et al., 2009). Ainsi, les jeux vidéo proposant l'intégration de ces différents facteurs fourniraient un contexte idéal pour stimuler la plasticité cérébrale.

Pour conclure, plusieurs facteurs permettent de dire que le jeu s'imposerait comme un nouveau moyen pour induire un engagement de qualité, mais aussi pour permettre une meilleure rétention des compétences acquises par une expérience psychologiquement intéressante.

Parallèlement au développement des technologies de la réalité virtuelle et de l'émergence de la conception de jeux, les principes de la connectivité ont permis de créer de nouvelles expériences intégrant l'aspect social dans le contexte technologique. Cette connexion permet maintenant l'effondrement des barrières afin que les individus puissent interagir de n'importe où à travers le monde tant qu'il y a une connexion internet.

On appelle télémédecine, la méthode par laquelle une personne peut interagir avec un professionnel de la santé à distance. Le développement d'une télémédecine basée sur la réalité virtuelle permettrait aux patients obtenir des services médicaux sans les contraintes de la distance (Lange, 2009). La télémédecine offrirait des opportunités importantes afin de soulager le système de santé qui possède des ressources limitées pour prodiguer des soins. Cette approche augmenterait la possibilité de continuité dans les soins une fois que le patient est déchargé du système de réadaptation. Cela permettrait de maximiser la récupération, au-delà les services qui sont présentement disponibles (Kairy et al., 2016).

La connectivité apporte également une autre dimension intéressante : les données de l'expérience peuvent être enregistrées dans un espace virtuel, en utilisant

les technologies de l'informatique en nuage (*Cloud computing*). Ces données stockées du patient peuvent être analysées par un algorithme mégadonnées qui permet aux spécialistes en médecine de visualiser l'évolution du patient, en faire le suivi et modifier le protocole, s'il y a lieu. Ainsi les mégadonnées contribueraient à améliorer l'ensemble des protocoles liés à l'observance des patients (Marceau, 2014). Les informations du patient se trouvant dans un lieu facilement accessible, il serait alors possible pour un ensemble de spécialistes de faire le suivi de la progression de la réadaptation du patient.

Ainsi, la connectivité offrirait la possibilité de créer des expériences où un ensemble d'individus peuvent collaborer au-delà des limites et des frontières de l'espace physique. Bien que cela semble attrayant à première vue, la gestion des frontières semble essentielle afin de gérer cette complexité.

1.2 La réadaptation

Cette recherche se situe plus spécifiquement en réadaptation. Il s'agit d'un champ d'expertise où les technologies numériques offrent de nouvelles possibilités et pourraient bien augmenter ou modifier la capacité de traitement et s'inscrire dans la relation patient-traitant. Dans cette section, nous tenterons de mieux comprendre ce domaine et saisir ses principaux enjeux.

1.2.1 La réadaptation, une définition

Premièrement, Blouin définit la réadaptation comme le processus d'évaluation d'une personne présentant des déficiences et les interventions lui permettant de retrouver sa capacité de participer à la société (Blouin, 2010). Ainsi, afin de favoriser l'intégration en société d'un tel individu, différentes prothèses et expériences sont développées pour répondre à ses besoins. Comme une prothèse est un corps étranger, un entraînement et des interventions sont souvent nécessaires afin de pouvoir les utiliser adéquatement. Ainsi le processus de réadaptation permet à l'individu d'augmenter sa capacité de fonctionner dans notre société par un ensemble d'interventions.

Ces interventions ont été développées préalablement en laboratoire afin d'analyser l'impact que celles-ci auront sur les patients. Sans entrer dans les détails, une intervention doit passer à travers un processus rigoureux afin d'établir sa validité. Généralement, l'intervention est administrée par un spécialiste. Le patient, s'il est autonome, en est responsable par la suite. Dans le contexte de réadaptation pédiatrique, le contexte est différent : « Les enfants sont en développement « intensif »

et ils sont dépendants de l'adulte à différents niveaux » (Camden et al., 2010). Ainsi, les spécialistes doivent développer un lien de confiance avec le patient afin de les accompagner dans leur processus d'habilitation. De plus, en réadaptation pédiatrique, les approches d'intervention par le jeu sont beaucoup plus présentes (Camden et al., 2010). Cela est dû au fait qu'un enfant amusé par ce qu'il fait, le fait avec sérieux et intensité. Il faut donc utiliser cette capacité de concentration et développer l'habileté de l'enfant grâce à l'activité qui l'amuse (Lindquist, 1984).

1.2.2 L'accompagnement en réadaptation

Ainsi, en réadaptation pédiatrique, le spécialiste intègre des jeux adaptés en créant un espace intermédiaire (Winnicott, 1975) dans lequel l'intervention peut être administrée. Le bon déroulement de ces jeux animés par le spécialiste est possible grâce au développement d'un lien d'accompagnement qui stimule la confiance et permet de combattre les différents obstacles qui se dressent pendant la quête de l'habilitation de l'enfant. Pour celui-ci, la mise en contexte et la création d'une situation où il aura à réaliser les activités voulues sont primordiales (Tétreaul, 2010). Le clinicien adapte les situations en fonction des intérêts de l'enfant et des composantes qu'il a à habiliter. Cette adaptation serait d'ailleurs essentielle, car chaque enfant peut être atteint d'un ensemble de problématiques complexes uniques qui doit être pris en compte dans le protocole. Cela impliquerait une adaptation des interventions en fonction des capacités d'actions réelles du patient. Cette complexité implique qu'un ensemble important de spécialistes doit collaborer, car aucune profession ne peut prétendre réunir toutes les connaissances nécessaires pour réaliser complètement et efficacement les évaluations, les interventions et la gestion de la réadaptation (Blouin, 2010). Ainsi, un groupe important d'individus devrait collaborer afin de s'assurer que l'intervention soit adaptée à la capacité d'action de l'individu ciblé.

De plus, la famille jouerait également un rôle actif, car elle peut fournir des renseignements, participer à la thérapie ou assurer un suivi des recommandations au quotidien (Tétreaul, 2010). Ainsi, le regroupement de l'ensemble des actants dans le processus d'adaptation permet de créer un environnement, un système complexe dans lequel le patient est placé au centre des différents acteurs qui joueront un rôle dans son habilitation.

En réadaptation pédiatrique, il serait donc essentiel de reconnaître l'importance des aspects thérapeutiques, mais également des composantes sociales et psychologiques liées à l'accompagnement, ce qui permet une meilleure adhérence thérapeutique. Cette organisation des relations semble présenter une complexité qui doit être gérée afin de pouvoir créer un contexte d'adaptation utilisant les technologies numériques.

1.2.3 Identification des facteurs de l'accompagnement

À la lumière des problèmes issus de l'intégration des technologies en médecine et de l'importance de l'accompagnement dans le domaine de la réadaptation, il semble essentiel de comprendre comment l'adaptation est réalisée. Cela nous donnera les pistes requises afin de concevoir un environnement d'adaptation.

Afin d'identifier les facteurs liés au fonctionnement qui est propre à chaque individu, l'Organisation mondiale de la Santé propose la classification internationale du fonctionnement (CIF) (OMS, 2013). Il s'agit d'un cadre reconnu mondialement afin de mesurer la santé et les handicaps au point de vue individuel et au point de vue de la population

Dans ce cadre, on conçoit le fonctionnement comme une « interaction dynamique entre l'état de santé d'une personne, les facteurs environnementaux

et les facteurs personnels (...) Cela permet donc d'intégrer le modèle médical et le modèle social dans une synthèse bio-psycho-social (OMS, 2013)

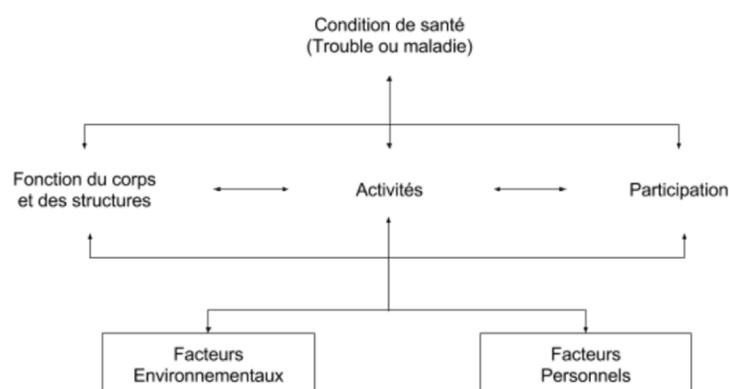


Figure 4: Tableau traduit de l'anglais. Les différents facteurs issus de la classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé par l'Organisation mondiale de la Santé. (OMS, 2001)

Dans la figure 6, on présente les différentes composantes du cadre ainsi que les relations entre chacune d'elles. Ainsi la CIF est organisée en deux parties. La première partie est liée au fonctionnement et aux infirmités. Celle-ci comprend la structure corporelle liée à l'anatomie, le fonctionnement du corps incluant les fonctions physiologiques et les fonctions psychologiques, les activités ou l'exécution d'une tâche ou d'une action et la participation ou l'implication dans des situations de la vie. La seconde partie est liée aux facteurs contextuels. Dans celle-ci, il y a les facteurs environnementaux, qui sont composés de l'environnement physique, social et de l'attitude du patient face à ceux-ci, et finalement il y a les facteurs personnels. Le manuel du clinicien de la CIF mentionne que les relations entre ces différentes composantes possèdent des liens complexes, dynamiques et parfois imprévisibles (OMS, 2013). Ce système de classification permet au clinicien d'identifier les facteurs qui nécessitent des interventions afin d'améliorer la qualité de vie de l'individu. De plus, comme chaque individu possède des facteurs uniques, cela implique qu'une intervention devrait être

adaptable aux facteurs individuels de chacun. Bien que la CIF présente des facteurs liés au fonctionnement, il est probable qu'en clinique l'on utilise des outils possédant plus de précision afin de permettre une meilleure définition des besoins du patient. Comme il s'agit d'un projet de recherche-crédation dans un contexte de design, nous utiliserons cette classification qui nous permettra de décrire suffisamment les facteurs que l'on devrait prendre en compte dans l'expérience.

1.2.4 La relation tripartite ciblant l'accompagnement

L'adaptation aux différents facteurs individuels implique une complexité accrue lors de la conception d'expériences interactives en réadaptation. Comme nous le verrons dans le chapitre trois, une relation tripartite doit être envisagée dans la conception d'une expérience virtuelle de réadaptation. Le but du clinicien resterait ici d'adapter l'environnement thérapeutique en fonction des facteurs spécifiques au patient. Ainsi l'interaction de ces deux acteurs avec le contexte technologique permettrait de renforcer leurs liens et de développer un

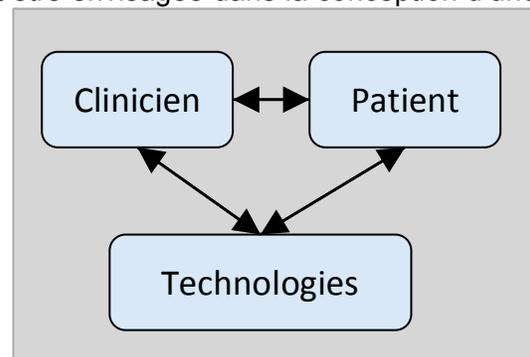


Figure 5: La relation tripartite entre technologie réadaptation et patient, Laurent Gosselin, Septembre 2015

sentiment de confiance mutuelle. Dans ce contexte, l'accompagnement du patient par le clinicien est essentiel car ce dernier doit choisir les outils numériques les plus adaptés, et surtout, cet accompagnement doit aider le clinicien à interpréter, à s'approprier, à manipuler puis transformer en savoirs et en compétences les informations disponibles dans le dispositif (Marceau et al., 2014). Deux types d'accompagnement sont donc à envisager :

1. L'accompagnement par l'adaptation
2. L'accompagnement par la supervision

Ainsi, un des objectifs de ce mémoire de recherche-crédation est de mettre en lumière les stratégies de conception d'un contexte qui permet un accompagnement du patient semblable à ce que l'on fait en clinique. La proposition principale de ce travail, soit le concept du carré de sable thérapeutique, se veut être une piste de solution afin de créer une expérience d'accompagnement tripartite entre le patient, le clinicien et les technologies qui propose des stratégies d'adaptation et de supervision. Afin de créer ce type d'expériences, il est essentiel de gérer la complexité en trouvant et définissant des stratégies de conceptions, des concepts qui agiront à titre d'ossature d'une telle expérience.

1.3 Les stratégies de conceptions

Les multiples pratiques du domaine du design représentent une piste de solution intéressante afin de concevoir, de planifier et de créer des expériences en réadaptation en accord avec la complexité des multiples dimensions du cadre proposé par l'Organisation mondiale de la Santé de la CIF et de la santé adaptative. Après tout, la technologie et la panoplie de matériels informatiques ne représentent qu'une partie des potentialités et des instruments. Un programme se contente d'exécuter des instructions dictées par le concepteur. Il est donc important de trouver des stratégies de conceptions adéquates qui vont mettre en lumière les différents enjeux afin de créer un projet qui puisse avoir un impact sur la problématique ciblée.

1.3.1 Design

Le design représente donc une avenue intéressante pour créer des expériences interactives. Pour Alain Findeli, « La fin ou le but du design est d'améliorer ou au moins de maintenir l'habitabilité du monde dans toutes ses dimensions. » (Vial, 2015, p.90). Par conséquent, le mariage entre les technologies et le design semble offrir des conditions favorables afin de concevoir des dispositifs ayant comme objectif l'amélioration de la condition humaine.

1.3.2 La fonction du design

Si les concepteurs et les développeurs veulent concevoir de meilleures technologies destinées à l'usage humain, ils doivent comprendre les personnes qui utiliseront leurs systèmes. Comprendre les gens et connaître leurs profils (caractéristiques, capacités, points communs, différences, ...) permet aux concepteurs

de créer des systèmes plus adaptés aux préférences des utilisateurs, plus efficaces et plus sécuritaires, cela afin de prendre en considération les facteurs liés à l'humain. La philosophie de design centré sur l'utilisateur permettrait de baliser certains paramètres essentiels de l'expérience. Ce processus s'assure que le design soit conforme aux besoins et aux capacités des individus que le produit cible (Norman, 2014, p. 9). Dans le design d'interaction et le design centré sur l'utilisateur, on utilise le concept de « *persona* » comme outil de compréhension de l'utilisateur pour établir les objectifs d'une production en fonction des utilisateurs, leurs capacités d'actions et des difficultés qu'ils doivent surmonter (Cooper, 1999). La création d'une « *persona* » permet d'établir le contexte dans lequel la solution pourra être utilisée, les comportements ciblés, les besoins des utilisateurs, les défis, les points de contentions possibles, les objectifs et les motivations de l'individu (Cooper, 1999). La *persona* permettrait donc de créer un scénario qui mettrait en scène les facteurs individuels soulignés dans la CIF et de décrire le contexte de l'utilisateur de l'expérience.

1.3.3 Notions essentielles pour un design en réadaptation

Dans la prochaine section, nous présenterons l'ensemble des concepts nécessaires afin de concevoir une première version du carré de sable thérapeutique. Bien que plusieurs autres concepts soient utilisés lors de cette recherche, ceux qui sont énoncés dans cette section occupent une place centrale pour la réalisation de cette recherche.

1.3.3.1 L'objet thérapeutique

Premièrement l'objet thérapeutique serait le vecteur par lequel le traitement, soit le protocole se déroulera. Il peut s'agir d'un objet concret, un artefact, un objet plus

abstrait tel qu'un protocole ou bien il peut s'agir également d'une expérience complexe telle que produite par un outil technologique. Bien que très abstraite pour l'instant, la notion d'objet thérapeutique sera approfondie au chapitre trois.

1.3.3.2 L'affordance

La notion d'affordance est issue du design et des théories de la perception afin de décrire la relation qu'entretient un objet avec une personne, un agent. Pour EJ Gibson, une affordance est l'ensemble des possibilités d'actions d'un environnement, d'un objet. Celles-ci peuvent être objectives, mais doivent toujours être mises en relation avec l'acteur qui les utilisera. Ainsi, par exemple, un escalier possède une affordance différente pour un adulte que pour un enfant. William Gaver propose que lorsque l'affordance est perceptible, elle offre un lien direct entre la perception et l'action (1990). Les affordances servent donc à créer un contexte dans lequel certaines actions sont encouragées. Ainsi lorsqu'un actant ne connaît pas les affordances d'un objet et que l'on souhaite induire une action, il est essentiel d'instruire celui-ci (Withagen et al., 2012). En informatique, le concept fut récupéré par Donald Norman (Norman, 2013) et Janet Murray (Murray, 2012) pour décrire les potentialités d'actions qui sont perceptibles par l'utilisateur d'un programme. Pour ma part, j'utiliserai le concept d'affordance d'un objet afin de proposer des possibilités d'actions et de perception des objets qui seront créés pour l'expérience. Par exemple, dans la figure 8 (gauche), une tasse possédant une anse propose une manière de la manipuler. Dans la tasse de droite, une perception de l'objet est proposée par l'intégration d'un bonhomme sourire.

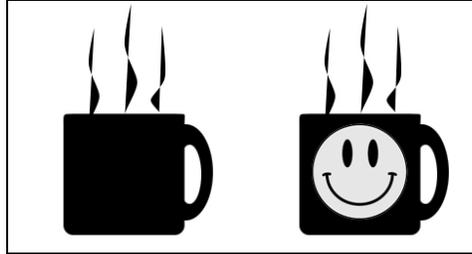


Figure 6: *Affordance d'une tasse, action et perception.* Laurent Gosselin, novembre 2015

Dans le carré de sable thérapeutique, les objets présents dans l'espace virtuel proposeront des affordances en fonction d'actions que l'on souhaite induire à l'utilisateur. Par exemple, pour un clinicien, il serait possible de proposer une interface proposant des affordances qui suggèrent l'adaptation, l'accompagnement dans une esthétique mature. Pour le patient, les objets thérapeutiques présents dans l'espace de jeu proposeront des actions en lien avec des objectifs thérapeutiques, mais ils posséderont aussi une esthétique ludique. Ainsi, les objets présents dans le carré de sable thérapeutique pourraient induire des comportements ou une perception spécifique en fonction des objectifs qui sont ciblés pour l'utilisateur.

1.3.3.3 L'agentivité

Dans un troisième temps, le concept d'agentivité permettrait d'inclure certaines notions importantes en accord avec le contexte d'apprentissage. Pour Jean Piaget, ce concept représente la motivation humaine à activement rechercher la connaissance (Jarvis, 2005) : en d'autres mots, être un agent de son propre apprentissage. Pour Éléonore Gibson, l'agentivité est le soi en contrôle, la qualité de l'intentionnalité dans les comportements (Gibson, 2000). Pour Antoine Bandura, l'agent agit en fonction de ses capacités d'actions volontaires dans le contexte de l'interaction (Bandura, 2001). Janet Murray décrit pour sa part l'agentivité comme la combinaison

des affordances de l'interactivité et la participation de l'individu (Murray, 2012). Dans ce projet, nous utiliserons l'agentivité comme la capacité d'action d'un individu telle que définie par la qualité de ses interactions antérieures avec des objets thérapeutiques. Par exemple, dans le contexte d'apprentissage, l'utilisateur interagira avec des objets spécifiques intégrant des algorithmes d'évaluation (temps de la relation avec l'objet, nombre d'erreurs de manipulation) qui permettront d'évaluer l'agentivité de l'individu face à cet objet.

1.3.3.4 La zone proximale des apprentissages

Le quatrième concept, celui de la zone proximale des apprentissages a été mentionné précédemment dans l'introduction. Il s'agit d'un concept de pédagogie lié à l'auteur Vygotsky qui se définit comme la zone où l'élève à l'aide de ressources, est capable d'exécuter une tâche (Vygotsky, 1984). Il s'agit d'un concept qui est essentiel dans le contexte de la réadaptation car les ressources peuvent être soit matérielles (dispositif de réalité virtuelle) ou bien être humaines (clinicien accompagnant). Ainsi dans le contexte de ce projet, la zone proximale d'apprentissages sera utilisée pour définir les composantes nécessaires afin de permettre aux patients de réaliser ses apprentissages. Par exemple, un clinicien sera en mesure de déterminer une zone proximale d'apprentissages en adaptant l'intervention afin de proposer des objets thérapeutiques proposant des affordances qui sont en adéquation avec l'agentivité du patient. Cette adéquation entre la zone proximale des apprentissages d'un individu et la capacité d'action de cette personne est une stratégie importante afin de favoriser

les apprentissages.

1.3.3.5 Le Flow

L'adaptation implicite de l'intervention est un facteur important de la motivation du patient. Cette adaptation permet au patient d'intégrer un état de *flow*. (Csíkszentmihályi, 1996). Le concept de *Flow* permet un engagement optimal en proposant un niveau de difficulté adapté à la capacité du joueur. Ainsi celui-ci ne tombe pas dans l'ennui ou dans l'anxiété. Le *flow* permettrait de créer un climat d'apprentissage optimal.

1.3.3.6 Validité écologique

Ce concept réfère à la possibilité de généraliser dans la réalité les comportements qui sont observés en laboratoire (Smuckler, 2001). Afin de s'assurer d'une validité écologique, les expériences virtuelles peuvent proposer des interfaces qui sont utilisées dans la tâche réelle; mentionnons, par exemple, les pilotes d'avion dans un simulateur de vol. Ainsi, les tâches qui sont réalisées dans le virtuel en fonction du réel, permettent un entraînement moteur. Il est également possible de recréer la configuration d'un lieu réel dans le contexte virtuel afin que l'utilisateur puisse se familiariser avec celui-ci. Essentiellement, tant que le scénario de réalité virtuelle ressemble au monde réel, qu'il possède les éléments conceptuels qui répliquent les éléments clés d'un défi dans le réel et qu'il répond bien aux interactions de l'utilisateur, il sera possible d'améliorer vraisemblablement la validité écologique de l'expérience, cela au-delà de l'approche analogique (Rizzo et al., 2005). Ainsi, dans cette recherche,

l'objectif n'est pas de créer un monde possédant un réalisme visuel mais plutôt un réalisme au point de vue des défis et des enjeux de la conduite d'un fauteuil roulant.

1.3.3.7 Le transfert

Le transfert est un concept central lors des apprentissages moteurs et se définirait comme le gain ou la perte de performances dans une tâche résultant d'une pratique ou d'une expérience d'une autre tâche (Schmidt & Lee, 2011, p. 465). Le transfert est l'objectif principal de l'intervention de réadaptation. En utilisant un contexte d'entraînement particulier, le clinicien tente de développer une maîtrise de certaines composantes qui pourront être transférées dans son fonctionnement quotidien. Les applications de réalité virtuelle ont prouvé qu'il était possible de transférer des apprentissages de compétences complexes nécessaires en chirurgie, en pilotage, dans des situations militaires dans le monde réel (Bossard et al , 2008). Bien que l'objectif de ce projet de recherche-crédation ne soit pas de mesurer le transfert, il est essentiel de proposer un design qui intégrera différentes stratégies afin de le faciliter.

1.4. Le design des transactions entre les frontières

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le carré de sable thérapeutique implique une relation tripartite. Ainsi, afin de permettre ce type de relation, une des propositions de ce projet sera d'offrir des espaces qui sont adaptés à chaque type d'utilisateurs. Subséquemment l'expérience proposera une certaine forme de polyvalence qui créera différentes frontières entre les utilisateurs. Afin de gérer la complexité de la conception de ce type d'expériences, nous nous inspirerons des particularités de l'objet-frontière tiré des communautés de pratique. Dans la

communauté de pratique, l'objet frontière est un répertoire qui est partagé par différents membres. Sans entrer dans les détails, la communauté de pratique est un groupe qui interagit, apprend ensemble, construit des relations et développe un sentiment d'appartenance et de *mutuel d'engagement* (Wenger et al., 2002, p. 34). Ainsi, dans le cas de ce projet de recherche-crédation différents intervenants doivent collaborer afin de permettre le développement des compétences d'un individu. Il ne s'agit pas à proprement parler d'une communauté de pratique mais cela s'en rapproche grandement. Par contre, dans le contexte ciblé, le concept de l'objet frontière est particulièrement intéressant car il permet la coordination interdisciplinaire et la rencontre de différents agents autour d'un même objet (Star et Griesemer, 1989). L'objet-frontière permet également de baliser les transactions qui sont réalisées entre les différentes frontières à partir de quatre concepts : polyvalence, modularité, abstraction et standardisation.

1.4.4.1 La polyvalence de l'expérience

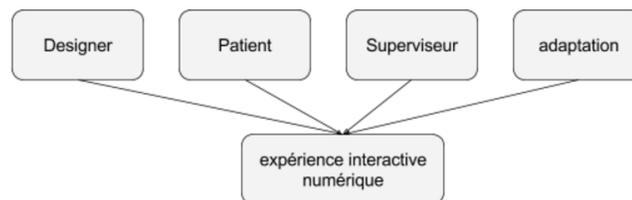


Figure 7: la polyvalence de l'expérience. Laurent Gosselin, mai 2016.

Premièrement, la polyvalence est un des éléments essentiels de la vision du carré de sable thérapeutique, car elle implique que l'objet doit pouvoir servir à plusieurs activités, donc plusieurs pratiques (Wenger, 1998, p. 107). La polyvalence dans notre contexte permettrait d'intégrer les rôles du patient, du spécialiste, du superviseur et même celui du designer. L'objectif du design de l'expérience du carré de sable est donc de permettre de développer cette polyvalence.

1.4.4.2 La modularité de l'expérience

Espace de jeu		Espace d'adaptation	
visualisation:vue immersive		visualisation:vue objective	
Modules de contrôle adaptable		Modules de contrôle de type productivité	

Figure 8 : exemple des modules de visualisation et de contrôle dans deux espaces différents. Laurent Gosselin, septembre 2016.

En second lieu, la modularité implique que l'objet est constitué de plusieurs parties pouvant être mobilisées dans différentes situations, comme un journal composé de plusieurs articles s'adressant à différents lecteurs (Wenger, 1998, p. 107). Comme plusieurs intervenants sont présents dans l'expérience interactive, l'environnement se doit d'être adapté en fonction de son rôle. Ainsi, la modularité permettrait de fournir des objets, des activités qui sont en lien avec la capacité d'action des acteurs qui y sont présents. Par exemple, lorsque l'expérience démarre, elle peut charger des modules liés au rôle spécifiques de chaque utilisateur. Dans la figure 10, deux types de modules sont présentés, premièrement ceux qui sont liés à l'affichage de l'expérience. Pour l'espace de jeu, le module de visualisation de type immersif est chargé et pour l'espace d'adaptation, le module de visualisation objectif est chargé. Deuxièmement, les modules de contrôles permettent quant à eux d'intégrer différents types de contrôleurs, cela non seulement en fonction du rôle de l'utilisateur mais également en fonction de ses particularités. Ainsi, un patient peut avoir un contrôleur adapté en fonction de ses particularités physiques. La modularité permet donc d'adapter l'expérience en fonction de paramètres.

1.4.4.3 L'abstraction de l'expérience

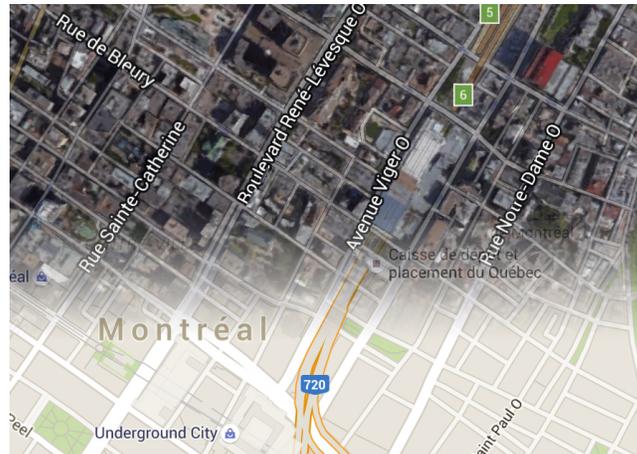


Figure 9: exemple d'abstraction ciblant la navigation. Images prises dans Google map et assemblées par Laurent Gosselin, mai 2016

Troisièmement, le caractère général de l'objet frontière oblige à un certain niveau d'abstraction, comme une carte qui ne représente que certaines caractéristiques du terrain (Wenger 1998, p. 107). Le concept d'abstraction est également essentiel pour transmettre des informations entre les différentes composantes de l'expérience. Pour revenir à l'exemple du contrôleur, celui-ci reçoit le mouvement du joueur et le transfère en signal électrique. Cette abstraction permet donc de simplifier les actions effectuées par l'utilisateur afin de les intégrer dans l'environnement virtuel. L'abstraction est particulièrement importante afin de simplifier des éléments qui doivent être transmis entre différents modules et optimiser le transfert de données entre ceux-ci : position d'un personnage, données de supervisions et adaptation. Ainsi, les éléments qui sont présentés dans un module peuvent être simplifiés dans un autre espace pour permettre à l'utilisateur de se concentrer sur des dimensions ciblées par le concepteur.

1.4.4.4 La standardisation de l'expérience

La standardisation permet pour sa part que l'information contenue dans un objet frontière soit sous une forme directement interprétable pour être utilisée localement (Wenger 1998, p. 108). Ainsi, la standardisation offre la possibilité que l'information standardisée puisse être communicable et interprétable pour les différents modules. Ainsi, bien que le signal d'un contrôleur propose une abstraction du mouvement effectué par le patient, il est essentiel que ce signal soit standardisé pour qu'il puisse être interprétable dans le contexte par le programme de l'expérience virtuelle.

Pour conclure au sujet de l'objet-frontière, les quatre particularités soulignées par Wenger sont les piliers sur lesquels pourrait être conçue une expérience multiagent permettant l'intégration de différents acteurs possédant des facteurs différents. Ainsi, la polyvalence permet : d'intégrer un ensemble important d'agents, la modularité d'adapter l'environnement en fonction des besoins de celui-ci, l'abstraction de simplifier l'information pour qu'elle puisse être transférable entre les différentes frontières et la standardisation pour que celle-ci soit interprétable par les différentes composantes de l'expérience virtuelle. L'objet frontière permettrait de concevoir une expérience d'accompagnement qui stimulerait la collaboration à l'intérieur d'une communauté de pratique.

1.5 Conclusion : Le design de processus d'accompagnement

Comme nous l'avons vu précédemment, l'intégration des technologies a eu un impact considérable dans le contexte de la médecine nord-américaine. Ce mariage a permis l'émergence d'une démarche basée sur des faits et propulsée par la rigueur scientifique en lui donnant plus de moyens pour diagnostiquer des problématiques et ainsi les traiter à l'aide de protocoles spécifiques. Cette relation entre la médecine et la technologie fut le moteur d'une meilleure compréhension des aspects de la santé biomédicale, mais a eu comme répercussions d'exclure du cadre thérapeutique certains aspects pourtant essentiels. Comme dans le contexte traditionnel de réadaptation, où les spécialistes créent un climat de confiance dans lequel ils conçoivent et animent des jeux adaptés aux capacités de leurs patients, la notion d'accompagnement ne devrait pas être exclue au profit des composantes technologiques. L'intégration des facteurs de la CIF permettrait de concevoir une persona décrivant la situation des utilisateurs.

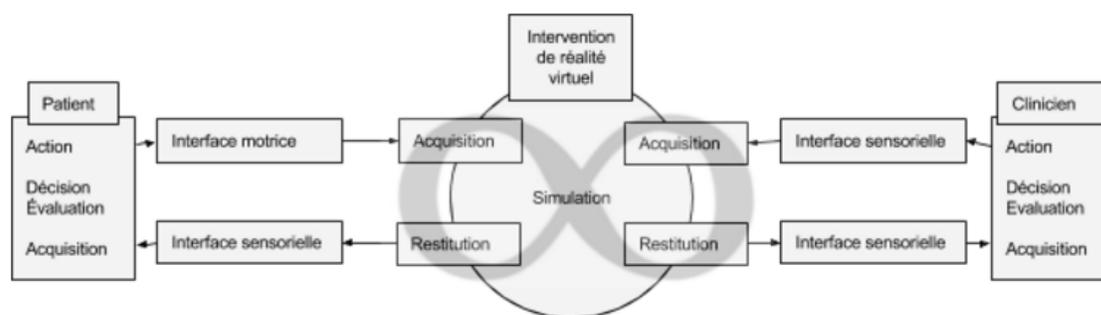


Figure 10: Relation tripartite/ accompagnement, Laurent Gosselin septembre 2016

La figure 12 présente la vision tripartite telle qu'envisagée pour ce projet. Sans inclure spécifiquement les technologies, ce schéma propose une synthèse de la relation entre le clinicien, l'intervention et le patient en réadaptation pédiatrique. Inspiré de la boucle cognition-action présentée précédemment, ce schéma permet d'établir la vision

que nous envisageons afin de permettre l'intégration d'une personne supplémentaire. Cela nous permettra de concevoir un contexte d'accompagnement tel qu'on le retrouve en clinique. Ainsi le huit infini au centre du schéma implique de mettre en relation directe le patient et le clinicien.

Afin de baliser ces interactions, le projet s'inspirera des communautés de pratiques et proposera un objet frontière pour que l'ensemble des utilisateurs puissent agir afin d'accompagner le patient dans sa réadaptation. Le processus lié au design permettrait de créer un espace de conception qui prendrait en considération les différentes composantes tirées de la réalité virtuelle et des jeux sérieux afin de créer des expériences interactives numériques de réadaptation. Avec l'ensemble de ses composantes théoriques en place, il nous sera possible de proposer une solution pour l'accompagnement des enfants ayant des besoins spéciaux dans l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil motorisé.

CHAPITRE 2 :

La conduite d'un fauteuil roulant motorisé : une revue

Avant d'aller de l'avant dans ce chapitre, il est important de rappeler que ce projet de recherche-création cible un design centré sur l'utilisateur d'une expérience d'apprentissage interactive numérique de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. Ainsi, le premier objectif de cette revue est de développer une meilleure compréhension de la réalité des interventions dans le réel afin de mettre en lumière les paramètres que devraient contenir l'expérience de VR. Comme il s'agit d'un projet de recherche-création en design, nous verrons les principes généraux des interventions en mobilité sans entrer dans trop de détails. Dans un second temps, nous présenterons comment la réalité virtuelle a été utilisée lors d'interventions liées à l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. En troisième lieu, nous présenterons comment les apprentissages moteurs peuvent être stimulés par un environnement virtuel. Par la suite, nous présenterons un patron afin de créer des jeux sérieux qui s'inspire de leçons tirées de l'utilisation de la réalité virtuelle. Nous terminerons ce chapitre en pr sentaant les limites de l'approche de la réalité virtuelle pour l'accompagnement et présenterai l'hypothèse principale de cette recherche.

2.1 Le fauteuil roulant

Aujourd'hui, un pourcent de la population mondiale, soit 65 millions d'individus, utilise un fauteuil roulant; cette utilisation permet d'assister ces individus dans leur mobilité, donc de se déplacer et participer aux activités de leur communauté (OMS, 2001). En 2006, plus de 10 600 québécois avaient recours à l'utilisation d'un fauteuil roulant motorisé. Statistique Canada prévoit que ce nombre pourrait bien doubler d'ici

2026 (Statistique Canada, 2006). Afin d'assister les individus possédant un handicap important, la Régie de l'assurance maladie du Québec paie entièrement le coût du fauteuil roulant dans le cadre du Programme d'appareils suppléant à une déficience physique (RAMQ, 2016). Pour les enfants, les fauteuils roulant motorisés sont utilisés lorsque l'enfant ne marchera jamais, lorsque l'enfant possède une mobilité réduite, lorsque l'enfant perd la capacité de marcher ou lorsque l'enfant a besoin d'une assistance dans la petite enfance (Livingstone et al., 2014). L'Organisation mondiale de la Santé souligne que l'emploi d'un fauteuil roulant est bénéfique pour la santé et la qualité de vie de l'utilisateur et peut mener à des bénéfices économiques, pour l'usager, sa famille et la société dans son ensemble (OMS 2011). De plus, la mobilité indépendante dans l'enfance est associée avec le développement de plusieurs compétences cognitives et sociales (Furumasu et al., 2004). En conséquence, un enfant affligé par des handicaps physiques risque de souffrir de retard dans ces domaines. Ainsi, l'intégration d'un fauteuil roulant afin de stimuler le développement d'un individu est l'une des stratégies qui sont utilisées pour stimuler le développement de l'individu.

En 2013 les spécialistes de la mobilité pédiatrique, Roselyn Livingstone et Ginny Paleg, ont présenté des preuves que des enfants avec de sévères déficits intellectuels et/ou sensoriels peuvent utiliser une assistance à la mobilité aussitôt que l'âge de 8 mois (Livingstone, Paleg, 2013). Ceux-ci démontrent un contrôle compétent vers 18 et 24 mois avec une pratique appropriée et le support de l'environnement (Livingstone, Paleg, 2013). L'entraînement de la conduite de fauteuils roulants cible le développement d'habiletés motrices. Selon le guide WSTP, un outil servant pour la formation de la conduite de fauteuils roulants, une habileté motrice est une habileté de nature volontaire et observable. Elle est acquise et poursuit un but précis (Kirby et al., 2014). Ainsi, l'apprenant doit acquérir la capacité d'effectuer les mouvements nécessaires afin de

mettre en mouvement son fauteuil roulant motorisé. Cela va d'activer les commandes du fauteuil à planifier et réaliser des actions complexes telles que faire des commissions dans un centre commercial. L'apprentissage d'habiletés motrices peut être affecté par des caractéristiques personnelles de l'apprenant comme le sexe, l'âge et l'état de santé. (Kirby et al., 2014). Ces caractéristiques sont généralement décrites par la CIF que nous avons présentée dans le chapitre un. L'accompagnateur doit prendre en compte l'ensemble de ces facteurs afin de rassurer le patient et moduler les activités d'enseignements en fonction de l'agentivité de la personne.

2.2 Les interventions liées à l'apprentissage de la conduite du fauteuil roulant

Dans cette section, nous allons présenter une intervention considérée comme le standard en or de l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil roulant ainsi que les étapes liées au développement de la conduite motorisée pour la population pédiatrique.

2.2.1 WSP : le standard en or

Afin de baliser le déroulement des activités d'apprentissages, le guide WSTP-F propose un cycle pédagogique comprenant trois composantes : les objectifs, le programme et l'évaluation (Kirby et al., 2014). Dans le WSTP on décrit le déroulement de ce cycle :

L'évaluation fournit un point initial et permet d'identifier des buts et des objectifs. Le présent programme est le moyen auquel on a recours pour réaliser ces objectifs. Il est suivi d'une réévaluation visant à déterminer dans quelle mesure les objectifs ont été pleinement atteints. Si ceux-ci n'ont pu être atteints, ils sont révisés et, si cela est approprié, le cycle se poursuit. (Kirby et al., 2014)

Le cycle pédagogique permet l'adaptation des objectifs d'apprentissage en fonction des besoins de l'apprenant. Une adaptation des objectifs en fonction de la progression de l'apprenant et de sa capacité d'action permet de stimuler son sentiment d'efficacité personnelle.

Le WSTP propose d'identifier cinq à dix objectifs au début d'une séance d'entraînement. Ces objectifs sont tirés d'une liste d'habiletés (39 en tout) qui propose des activités telles que : Se déplacer vers l'avant, Se déplacer à reculons, Faire un virage en se déplaçant vers l'avant, ... (Kirby et al., 2014). Afin de faciliter les

apprentissages, un objectif pourra être composé d'une habileté complète, une partie d'une habileté ou encore une variation d'une habileté (Kirby et al., 2014).

Sans entrer dans les détails, le WSTP décrit l'ensemble des paramètres de l'intervention de réadaptation. Cela va de la description du rôle de l'accompagnateur, de l'évaluation des habiletés en fauteuil roulant, de moyens afin de fixer des objectifs réalistes et de personnaliser le processus d'entraînement par la structure de l'entraînement, l'entraînement en duo ou en groupe, différentes stratégies pour effectuer des démonstrations, les stratégies efficaces de rétroaction, des exemples de plan de séances. Le guide WSTP propose donc une intervention complète de l'apprentissage de la conduite de fauteuils roulants. Finalement, le WSTP propose un protocole d'apprentissage des connaissances motrices et l'accompagnement pour la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. Il s'agit d'un outil complet proposant des interventions utilisées par plusieurs spécialistes à travers le monde. Malheureusement, une seule étude du programme WSTP cible la population pédiatrique et porte seulement sur les fauteuils roulants manuels (Sawatzky et al., 2013). Ainsi, bien que le WSTP soit complet au sujet des interventions ciblant les adultes, il devrait être adapté pour la population pédiatrique.

2.2.2 Les 8 étapes de l'apprentissage de la conduite par le joystick

Dans la prochaine section, nous présenterons les différentes étapes qui sont liées spécifiquement à la population pédiatrique qui est ciblée par ce projet de recherche-création. Dans une étude portant sur des interventions liées à la conduite d'un fauteuil roulant motorisé ciblant les personnes possédant des limitations cognitives, Lisbeth Nilsson propose une série de huit phases successives afin de développer les compétences nécessaires à la conduite d'un fauteuil roulant motorisé (Nilsson et al., 2013). La première phase est la plus longue, il s'agit d'activités liées aux réflexes. Dans

celle-ci l'enfant active accidentellement le joystick sans réelle intention de mouvement. Dans la seconde phase, dite de pré-action, l'enfant touche ou cible différentes parties de la chaise. Cette étape permet le développement de capacités liées à des mouvements diffus, vagues et multidirectionnels qui développent la conscience de la causalité entre l'action effectuée et le mouvement du fauteuil. Dans un troisième temps, l'enfant explore plus en profondeur les effets de causalité de ses mouvements sur la chaise par une activation intentionnée du joystick. Lors de la quatrième étape l'enfant développe son intention par l'intégration de chaînes d'actions. Cinquièmement, l'enfant développe sa capacité d'effectuer des séquences de chaîne d'actions. Dans cette phase, l'enfant expérimente pour la première fois la navigation et est en mesure d'aller vers l'avant et vers l'arrière. Lors de la sixième étape, l'enfant est en mesure de réaliser des activités spécifiques telles que conduire dans une direction désirée ou jusqu'à un objectif spécifique. Par la suite, la septième étape permet à l'enfant de faire l'activité de son propre chef. Au cours de cette étape, l'enfant acquiert une précision qui lui permet de maîtriser la conduite. Lors de l'étape finale, la conduite peut être intégrée dans d'autres activités. Les mouvements du fauteuil sont précis et l'enfant se sent en confiance de conduire. Ces différentes étapes présentées par Nilsson sont donc un bon guide afin de cibler des composantes spécifiques pour l'apprentissage de la conduite motorisée d'un fauteuil roulant.

2.2.3 Des ressources limitées

Bien que la littérature propose plusieurs interventions, plusieurs pistes de solution afin d'aider la population pédiatrique à acquérir les compétences nécessaires à la mobilité assistée d'un fauteuil roulant motorisé, plusieurs limitations en empêchent l'intégration. Dans l'actuel climat d'austérités, les cliniciens et les nouveaux conducteurs de fauteuils décrivent le fait que peu de temps leur est accordé pour s'entraîner à la

conduite (OMS, 2008; Furumasu et al., 2004; Huhn et al., 2007). Ainsi peu de ressources sont dédiées à une problématique; cela nuit pourtant à la qualité de la vie et au développement d'un individu. Ainsi, il est probable qu'une expérience de réalité virtuelle offrirait des possibilités d'entraînement de la conduite qui nous permettraient de pallier à certains manques de ressources. Comme nous l'avons vu précédemment, la réalité virtuelle offre un contexte sécuritaire proposant des activités sensorimotrices qui permettrait de faire des apprentissages moteurs.

2.3 La réalité virtuelle en réadaptation

En 2006, Statistique Canada rapportait que 64,9 % des personnes de 15 ans et plus ayant une incapacité liée à l'apprentissage utilisent l'ordinateur pour faire des apprentissages (Statistique Canada, 2006). Depuis 2006, il est fort probable que cette statistique ait progressé en raison de la diminution du coût d'achat des ordinateurs et en raison de l'apparition des tablettes et autres dispositifs possédant sensiblement les mêmes fonctionnalités. Cela est également soutenu par le fait qu'en 2016, 90 % des foyers québécois ont accès à une connexion internet (Nettendances, 2016). Ce contexte ouvre la porte à l'intégration d'expériences de réalité virtuelle en réadaptation.

Selon Albert Rizzo et Gerard Jounghyun Kim, les expériences de réalité virtuelle offrent des environnements permettant l'exploration et une pratique indépendante, elles offrent la possibilité de rétroaction en temps réel sur les performances, elles fournissent un contrôle et la cohérence des *stimuli* proposés ainsi que la possibilité de l'enregistrement des performances de l'utilisateur (Rizzo, Kim, 2005). De plus, elles permettent l'utilisation de concepts de jeux afin d'augmenter la motivation et la conception d'expérience de télé-réadaptation (IBID). De plus, les environnements virtuels peuvent être produits à prix modique, reproduits et distribués.

Ainsi l'utilisation de technologies interactives semble une stratégie attrayante afin de permettre l'administration d'une intervention permettant l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. Depuis la fin des années 90, plusieurs expériences ont proposé des interventions dans le contexte de la réalité virtuelle pour l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil motorisé. Cette partie de la revue de littérature présente des articles proposant des interventions en réadaptation pour l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. Les articles choisis pour cette revue proposent au minimum une certaine forme d'évaluation du transfert des connaissances au patient.

2.3.1 Les expériences possédant une esthétique 2d

Vers la fin des années 90, une série d'expériences en réadaptation ont proposé des simulateurs simples présentant une esthétique en deux dimensions (Hasdai et al., 1998; Harisson et al., 2002; Spaeth et al., 2008). Dans ces simulateurs, un environnement virtuel (tel que l'on peut le voir dans la figure 13) proposait un contexte ciblant la maîtrise des compétences liées à la maîtrise du joystick et l'entraînement à la conduite. Ainsi l'utilisateur pouvait s'entraîner

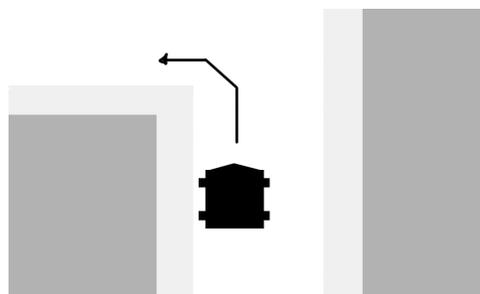


Figure 11: Vue orthographique 2d, inspirée de (Spaeth., et al 2008), Laurent Gosselin, novembre 2016.

à maîtriser la causalité de la manipulation du joystick et apprendre à planifier et exécuter les mouvements du fauteuil roulant. La validité écologique de ce type d'expérience se trouvait au point de vue de la manipulation, de la planification et de l'exécution des éléments liés à la manipulation du joystick. Par contre comme il s'agit d'environnements 2d plusieurs aspects liés à la perception de l'espace réel se retrouvaient atrophiés.

2.3.2 Les expériences possédant une esthétique 3d

À partir du milieu des années deux mille, des expériences ont proposé des environnements 3d (Webster et al., 2001; Majdolashrafi et al., 2002; Adelola et al., 2009; Liden et al., 2013; Morere et al., 2015; Archambault et al., 2016; Tao et al., 2016). Ces nouvelles expériences ont été rendues possibles par l'émergence des cartes graphiques 3d performantes liées aux technologies des jeux vidéo et à la simplification et la démocratisation des outils de conceptions liées au développement de jeux (Rizzo, Kim, 2005). Ainsi, plusieurs chercheurs furent en mesure de créer des expériences qui proposaient une meilleure validité écologique en intégrant une vue immersive. Ces simulateurs étaient en mesure de proposer un apprentissage qui ciblait non seulement le contrôle et la navigation, mais également l'entraînement dans des contextes spécifiques. Ainsi, ces environnements virtuels permettent de pratiquer des compétences spécifiques dans un environnement virtuel reproduisant le monde réel.

Le meilleur exemple de ce type de simulateur est probablement MIWE, issu d'une équipe pilotée par le docteur Philippe Archambault de l'Université McGill, qui propose un contexte d'entraînement de conduite d'un fauteuil motorisé, contexte qui est écologiquement valide et qui cible les adultes (Archambault et al., 2016). Comme les performances réalisées dans le contexte de la simulation sont similaires à celles du monde réel, Archambault propose que celui-ci puisse être utilisé pour compléter l'entraînement d'individus nécessitant un fauteuil motorisé contrôlé par un joystick régulier (Archambault et al., 2011). Lors de l'expérience de ce simulateur, le patient se déplace dans une vue de type immersive afin de s'entraîner dans différentes situations jugées importantes par des utilisateurs de fauteuils roulants (Archambault et al., 2015). Afin d'augmenter les possibilités de scénarios du simulateur MIWE, Gordon Tao a

proposé l'ajout d'un contrôleur qui permet de numériser les mouvements effectués du bras non utilisé à la conduite (Tao et al., 2016). Ainsi trois nouveaux scénarios intègrent les tâches suivantes au simulateur : ouvrir une porte, prendre un ascenseur et travailler à un bureau. Bien que ce simulateur offre des possibilités intéressantes, il s'adresse à un public adulte et ne s'adresse pas aux enfants. Ainsi l'accompagnement spécifique nécessaire pour la population pédiatrique n'est pas présent dans cet environnement.

2.3.3 Expérience ciblant la population pédiatrique

Quelques expériences ciblent spécifiquement la population pédiatrique (Hasdai et al., 1998; Adelola et al., 2009; Linden et al., 2013; Morere et al., 2015). Chacune des expériences ciblant la population pédiatrique offre différents environnements virtuels et propose des scénarios de difficulté variable. Dans l'expérience réalisée par Marl A. Liden et son équipe, on proposa un environnement intégrant une esthétique ainsi que des mécaniques proches de jeu vidéo. L'expérience proposée par Ifedayo Adelola et son équipe intégrait différentes interfaces : vue de dessus, interface de configuration de l'expérience et interface pour visualiser les résultats du patient. Ainsi cette expérience semble être la seule qui offre au clinicien des éléments qui lui sont destinés. De plus, il est difficile de savoir comment ces différentes interfaces interagissent ensemble. De plus peu de ces articles présentent les moyens utilisés afin de permettre des apprentissages moteurs.

2.4 Apprentissages moteurs en réalité virtuelle

Comme nous l'avons présenté dans la section deux de ce chapitre, l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé est lié au développement moteur. Ainsi l'expérience de réalité virtuelle devrait proposer des stratégies afin de stimuler ces compétences. Cette section reprend les points principaux de l'article *Motor Learning and Virtual Reality* de Danielle Levac et Heidi Sveistrup (Levac, Sveistrup, 2014) qui propose quatre particularités afin de cibler l'apprentissage moteur.

2.4.1 Un contexte d'entraînement riche

La réalité virtuelle est un contexte d'entraînement riche. Il serait possible de créer un environnement ayant le potentiel requis pour stimuler l'agent à effectuer plusieurs répétitions et plusieurs essais pratiques d'un même exercice (Levac et Sveistrup, 2014). Comme la personne agit avec une machine, moins de ressources humaines sont impliquées une fois les composantes techniques mises en place. De plus, la pratique issue d'un environnement virtuel possédant une validité écologique devrait améliorer les performances reliées aux tâches qui y sont pratiquées. Ainsi, cette pratique virtuelle entraînerait des mouvements similaires à ceux requis dans les tâches réelles. Le contexte virtuel enrichirait l'environnement d'entraînement en créant une multitude de scénarios permettant d'individualiser les différents niveaux de défis en fonction de l'agentivité d'un patient (Levac et Sveistrup, 2014).

2.4.2 Apprentissage par observation

L'apprentissage dans le contexte de la réalité virtuelle servirait à déployer différentes stratégies pour le contexte d'apprentissages par l'observation. Une des

stratégies d'apprentissage est d'intégrer une représentation de l'agent, un avatar qui reproduit les mouvements captés de l'individu. Dans la RV, il peut donc voir son image en relation avec le monde virtuel. Cela a une grande importance pour mieux comprendre la causalité de ses actions. (Levac et Sveistrup, 2014). Non seulement l'image corporelle d'un individu peut être représentée, mais il est possible d'intégrer un enseignant virtuel qui démontrerait les objectifs du programme, le mouvement optimal et même ce qui ne devrait pas être fait. Cette relation avec l'image de son propre corps, d'un avatar et d'un enseignant virtuel permet à la personne, en contexte d'apprentissage, de visualiser comment il devrait interagir avec un objet thérapeutique.

2.4.3 Rétroaction augmentée

L'intégration d'une forme de rétroaction augmentée par rapport au réel offrira la possibilité de bonifier les informations communiquées à l'agent. Cette particularité intégrée à des objets développant des compétences précises augmenterait la possibilité de compréhension de causalité de ses actions d'utilisateur. (Levac et Sveistrup, 2014). Ainsi, il peut plus facilement ajuster ses actions en fonction de ces rétroactions. Parce qu'il s'agit de rétroaction augmentée, cela implique qu'il est possible d'effectuer du renforcement positif sur les comportements que le concepteur souhaite renforcer.

2.4.4 Motivation

Comme l'expérience de réalité virtuelle devrait être conçue par des spécialistes du domaine, les tâches accomplies dans le contexte de RV en réadaptation sont orientées vers des résultats précis (Levac et Sveistrup, 2014). Ainsi l'individu sait que s'il adhère au protocole, il devrait bénéficier des effets spécifiques et ainsi progresser. Un

autre des éléments favorisant la motivation est la capacité d'individualiser les composantes du traitement. Cet élément est essentiel afin de maintenir l'attention d'un individu. Une tâche inadaptée à la capacité d'action d'un individu aura un effet démobilisateur sur celui-ci. Levac et Sveistrup proposent d'intégrer des composantes de jeux afin de stimuler le joueur dans son engagement.

2.5 Un patron de jeu sérieux

Maintenant nous pouvons présenter un patron permettant la conception de jeux sérieux en s'inspirant des leçons tirées de l'utilisation de la réalité virtuelle. Dans l'article *Designing informed game-based rehabilitation tasks leveraging advances in virtual reality*, Belinda Lange propose une liste de sept particularités que voici :

1. Dans un premier temps, Lange propose de concevoir l'expérience d'habilitation en se basant sur l'évaluation des données éprouvées afin de concevoir une activité ciblant des composantes à réhabiliter précisément (Lange, 2012). Cette évaluation peut prendre différentes formes. Par exemple, une revue de littérature systématique ou bien en rassemblant des spécialistes, des chercheurs qui pourront également fournir ces données éprouvées.
2. Par la suite, l'expérience devrait posséder des niveaux de difficulté adaptables (Lange, 2012). Ainsi l'expérience pourra être configurée selon les capacités d'action de la personne qui est à habiliter.
3. De plus, l'expérience interactive devrait permettre d'administrer un protocole de manière répétitive et avec une gradation hiérarchique pour l'utilisateur (Lange, 2012).
4. L'expérience devra également fournir à l'utilisateur des commentaires stratégiques quant à l'issue de la performance (Lange, 2012). Cette rétroaction est essentielle, car elle permet à l'utilisateur de faire une évaluation de sa performance et de la corriger en fonction de ce qui lui a été transmis.
5. L'expérience doit également être quantifiable pour mesurer le niveau de performance et le progrès de l'individu (Lange, 2012) ainsi il sera possible de faire le suivi de sa progression.

6. L'expérience doit également posséder une pertinence pour la transférabilité des compétences dans le monde réel : l'activité possède donc une validité écologique (Landge, 2012). Ainsi, les apprentissages qui ont été réalisés dans le contexte virtuel pourront être transposés dans le monde réel.
7. Finalement, l'expérience devrait être capable de motiver l'engagement des utilisateurs dans l'exécution de la tâche (Landge, 2012).

Ce patron présenté par Belinda Landge pose les balises de la conception de jeux sérieux mariant la rigueur scientifique de la réalité virtuelle ainsi que les capacités d'engagement découlant des jeux vidéo. En y intégrant les variables motrices présentées par Levac et Sveistrup, cela propose de solides balises pour des expériences interactives d'apprentissages de réadaptation. Mais cela est-il suffisant pour permettre l'accompagnement approprié des individus ?

2.6 L'accompagnement par des contextes virtuels

Dans un premier temps, l'accompagnement prend différentes formes dans le contexte où l'on utilise le numérique. Dans des expériences d'entraînement en RV, on peut être tenté de créer des expériences où l'accompagnement serait généré artificiellement par une application. Après tout, il s'agit d'objets programmés pour exécuter des instructions. Il semble possible de créer des expériences adaptatives en fonction des capacités d'actions des individus. Une expérience interactive pourrait alors évaluer les capacités d'un individu dans des situations et lui proposer une expérience qui soit adaptée à sa capacité d'actions. Dans les dernières années, plusieurs expériences dites adaptatives ont été réalisées afin de permettre un accompagnement complet dans le contexte virtuel. Dans l'article *Framework for personalized and adaptive game-based* les auteurs présentent une méthodologie pour créer des jeux qui s'adapteront en fonction de plusieurs paramètres captés (Hardy et al., 2015). À partir de ce qui est capté, l'expérience est adaptée en fonction des capacités d'actions réelles de l'utilisateur. Comme on peut le voir dans la figure 14, on utilise cinq étapes pour créer une expérience qui s'adapte à la capacité d'actions de l'individu.

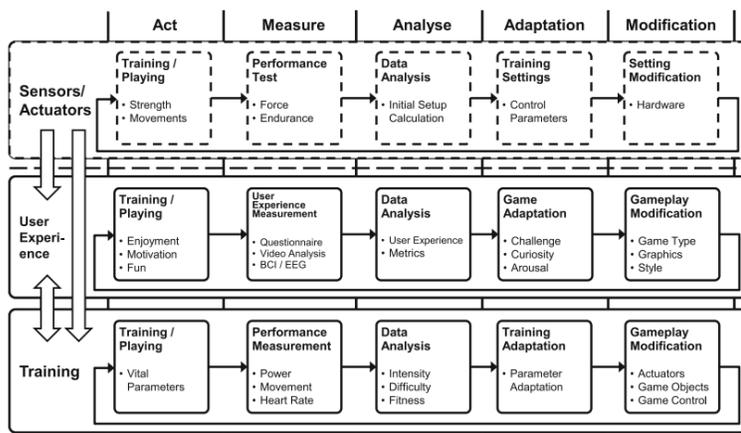


Figure 12 : Schéma tiré de l'article *Framework for personalized and adaptive game-based* (Hardy et al., 2015)

Sans entrer dans les détails, cette méthodologie offrirait la possibilité de créer un contexte d'accompagnement et d'adaptation de l'expérience dans le contexte numérique. La complexité de cette méthodologie est que chacune des cinq étapes doit être solidement réalisée afin que l'expérience adaptative permette un accompagnement dans l'entraînement. Ainsi, l'accompagnement proposé par l'application devrait être sans reproche et en mesure de s'assurer du niveau réel de l'individu qui est ciblé par la tâche à accomplir. Cela peut s'avérer possible si les paramètres qui sont mesurés sont simples, mais cela pourrait également s'avérer néfaste si l'ordinateur devait, par exemple, modifier l'environnement thérapeutique en fonction de données erronées. De plus, les aspects humains liés à l'accompagnement sont réduits par rapport à une expérience d'habilitation traditionnelle. On peut donc se questionner sur la perception que les thérapeutes auraient d'une expérience de la sorte.

2.6.1 Le thérapeute : vecteur de l'utilisation de la RV

Dans la conception d'un outil issu des technologies numériques, il nous semble important de prendre en compte le rôle des thérapeutes et de les impliquer dans la démarche afin de faire face aux limitations que les technologies présentent. Comme Levac et Galvin le mentionnaient dans leur article, il semble essentiel que l'expérience thérapeutique puisse s'intégrer de manière significative pour le thérapeute :

Quiconque a observé un enfant fasciné par les boutons, les bruits et les lumières d'un nouveau jouet sait que si l'enfant ne peut pas intégrer le jouet en jeu d'une manière significative, il sera rapidement mis de côté, quel que soit son attrait visuel ou sensoriel initial. L'intégration des systèmes RV dans la pratique de la réadaptation peut suivre cette même logique, sauf si les cliniciens sont pris en charge dans l'utilisation de leurs compétences et une expérience considérable pour améliorer le potentiel de cette nouvelle technologie. (Levac, Galvin, 2013)

Ainsi, afin de créer une expérience de réalité virtuelle qui puisse être considérée par l'ensemble des thérapeutes, il est essentiel de prendre en compte leur rôle respectif et leurs perceptions dans le design d'une expérience qui viserait la réadaptation. Après tout, ce sont les utilisateurs les plus importants, car ce sont eux qui implanteront l'expérience virtuelle en clinique. Sans le support des spécialistes cliniques, il est fort probable qu'une expérience de RV reste un jouet qui sera délaissé après que son attrait initial se soit terminé.

Ainsi le contexte virtuel est un outil possédant des paramètres qui devraient être manipulés par des thérapeutes et qui requièrent leur implication, leur supervision, leur modification et leur interprétation (Levac et Galvin, 2013). Dans cette vision des choses, le thérapeute est un acteur important et permet donc un accompagnement approprié aux besoins du patient. Il est aussi important de ne pas négliger l'accompagnement d'un humain dans l'expérience. Comme nous l'avons vu précédemment, l'intégration des technologies en médecine cible les dimensions absorptives, réfléchives et directives, mais il est important de garder une dimension humaine aux soins.

2.6.3 La thérapie basée sur l'utilisation de la RV

Suite au constat de la section précédente, les deux spécialistes de RV dans le contexte de la réadaptation proposent la réflexion suivante :

Nous ne sommes pas au courant d'un système de RV, qui sans l'apport ou l'intervention des cliniciens, peut adapter les interventions aux besoins individuels de chaque patient, s'adapter en temps réel en termes de défi et de difficulté, au fur et à mesure que les capacités du patient se développent, qui est suffisamment flexible pour s'adapter aux changements de performance du patient dans l'apprentissage et pouvant ajuster les paramètres en conséquence, et fournir des instructions et rétroactions spécifiques au patient. (Levac et Galvin, 2013)

Cette réflexion met en lumière le fait que les expériences de réadaptation dans le contexte virtuel demandent qu'un ensemble important de paramètres soient présents afin que celles-ci soient efficaces. Dans cet article, les auteurs proposent que la réalité virtuelle soit considérée comme un outil permettant la thérapie et non comme étant une thérapie en soit. Ces mêmes auteurs suggèrent la formulation suivante : une thérapie basée sur l'utilisation de la réalité virtuelle (Levac et Galvin, 2013). Comme le thérapeute utilise un ensemble d'outils qui permettent d'obtenir des gains précis, la réalité virtuelle représente un outil qui est à son service. Ainsi les technologies de la réalité virtuelle serviraient à accompagner les thérapeutes dans leur travail.

2.7 Conclusion

En résumé, dans ce chapitre, j'ai initialement présenté l'importance de la mobilité dans le développement d'un enfant. Par la suite j'ai présenté quelques composantes des apprentissages moteurs dans le réel. J'ai subséquemment présenté WSTP ainsi que les huit étapes de l'apprentissage de la conduite à l'aide du joystick afin de développer les compétences motrices et cognitives. Nous avons conclu cette section en mentionnant que peu de ressources sont disponibles pour administrer les interventions ciblant l'entraînement de la conduite de fauteuil roulant motorisé pour la population pédiatrique. Cela m'a permis de proposer l'utilisation de la réalité virtuelle. J'ai ensuite présenté différentes interventions utilisant le contexte numérique pour réaliser des apprentissages liés à la conduite d'un fauteuil roulant. Cela m'a permis de mettre en lumière le besoin de définir les différents facteurs permettant les apprentissages moteurs dans les expériences numériques. J'ai alors présenté un patron pour la création de jeux sérieux. Finalement, j'ai exposé les limitations de l'accompagnement dans les environnements virtuels.

Cela nous mène à la question principale de ce mémoire : comment peut-on concevoir une expérience interactive de réadaptation pédiatrique pour l'apprentissage de la conduite d'un fauteuil roulant motorisé permettant l'accompagnement d'un enfant possédant des limitations physiques et cognitives?

La proposition de ce mémoire de recherche-crédation, consiste en la conception d'un contexte offrant la possibilité d'une thérapie basée sur l'utilisation de la réalité virtuelle tel que Levac et Galvin l'ont proposé. Ainsi il s'agit d'un contexte thérapeutique triparti qui permettrait au clinicien d'adapter l'environnement virtuel en fonction des différents facteurs uniques à l'enfant mais également de superviser et d'adapter

l'expérience qui se déroule dans le contexte virtuel. Ainsi l'enfant ne serait pas seulement accompagné par les composantes virtuelles mais également par le clinicien et possiblement supervisé par un parent. Il s'agit d'une expérience polyvalente grâce à l'intégration de différents modules ciblant les besoins spécifiques de l'utilisateur . Cette modularité permettrait de créer différents espaces configurés en fonction des rôles spécifiques. Ainsi, le produit de cette démarche devrait être considéré comme un outil au service du groupe de soutien qui se forme autour du patient. Un carré de sable thérapeutique au service de la réadaptation.

CHAPITRE 3 :

Le carré de sable thérapeutique

Le carré de sable suppose un environnement de jeux avec un aménagement et des rôles particuliers. Ce contexte implique quelques concepts clés pour construire une ébauche de l'environnement d'habilitation qui est constitué de quatre espaces différents : un espace de jeux, un espace de supervision, un espace d'adaptation et un espace de conception. Dans ce chapitre, nous présenterons les différents modules qui permettent de composer le carré de sable thérapeutique et nous en décrivons les différents espaces.

3.1 Les quatre espaces du carré de sable thérapeutique

Dans cette section, nous décrivons brièvement les quatre espaces composant le carré de sable thérapeutique.

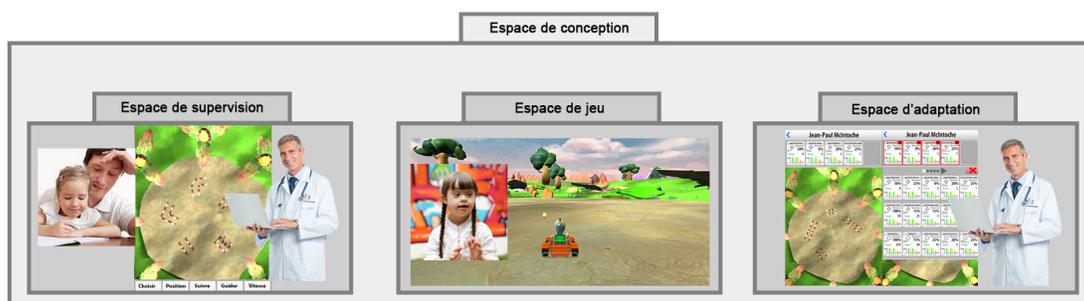


Figure 13: Les quatre espaces du carré de sable thérapeutique. Laurent Gosselin, juin 2016.

Tel qu'illustré à la figure 15, ce modèle intègre quatre espaces différents dans l'expérience thérapeutique. L'objectif est de concevoir un objet frontière qui permettra à la communauté de pratique de travailler dans l'objectif d'aider l'enfant dans son

processus d'apprentissage de la conduite de son moyen de locomotion. Dans la prochaine section, nous allons donc décrire chacun de ces espaces.

3.1.1 L'espace de conception

L'espace de conception permet de gérer la complexité de la démarche menant au développement d'un carré de sable thérapeutique. Dans cet espace, les différents intervenants de l'expérience thérapeutique collaboreront afin de permettre de créer une solution centrée sur les besoins des utilisateurs. La solution doit être adaptée aux besoins des individus mais également respecter les limites de l'environnement ou le dispositif sera intégré. Ce présent mémoire de recherche-crédation est une démarche de l'espace de conception.

3.1.2 L'espace de jeux

L'espace de jeux proposera au patient une expérience ludique procurant l'entraînement des facteurs spécifiques qu'aura établis le clinicien. L'expérience du patient posséderait donc les objets thérapeutiques qui ont été choisis par le clinicien et des modules liés à l'intégration des composantes ludiques.

3.1.3 L'espace de supervision

L'espace de supervision proposerait un accompagnement afin de guider le joueur dans l'espace de jeu. Comme il s'agit d'un espace virtuel, il serait possible de créer deux types d'accompagnement : humain et programmé

3.1.4 L'espace d'adaptation

L'espace d'adaptation permettrait aux spécialistes de configurer l'espace de jeux en fonction de la capacité d'actions de l'individu qui s'y trouve. Le spécialiste aidé par le programme pourra évaluer la capacité d'actions de l'individu et donc configurer l'espace de jeux en accord avec la capacité d'actions du patient. Cet espace devrait fournir des modules pour l'observation et l'adaptation de l'expérience.

Ces quatre espaces permettent de créer un espace polyvalent aux services des besoins des différentes personnes qui sont présentes dans le processus de réadaptation.

3.2 Les différents types de modules

Afin de bien comprendre comment il sera possible de concevoir un carré de sable thérapeutique, cette section proposera une description des différents types de modules et des concepts qui y sont rattachés.

3.2.1 Des interfaces adaptées aux rôles des utilisateurs

Afin de permettre une polyvalence expérientielle, différentes interfaces permettront de fournir des composantes de l'expérience en lien avec le rôle de l'utilisateur. Par exemple, le rôle d'un clinicien serait de déterminer les objectifs thérapeutiques en fonction des facteurs de fonctionnement qu'il a identifié en interagissant avec le patient. Ainsi, l'expérience du clinicien devrait lui proposer un module lui permettant de superviser afin d'identifier les facteurs à entraîner et ensuite un module permettant d'adapter l'environnement virtuel de son patient en fonction de ceux-ci. Afin de pouvoir communiquer l'information entre les différents modules, l'information devra être simplifiée (abstraction) afin qu'elle puisse être interprétée (standardisation). En proposant des modules d'interfaces, cela permettra de proposer des actions spécifiques à chaque type d'utilisateurs.

3.2.2 Des vues adaptées en fonction du rôle de l'utilisateur

Le type de vue devra être également considéré comme un module afin de permettre de visualiser adéquatement l'expérience en fonction du rôle de l'utilisateur. Par exemple, l'expérience du patient devrait proposer une vue immersive afin que le patient se sente impliqué. Différentes vues pourraient également être utilisées afin de permettre au patient de voir ses actions de manière plus objective. Ainsi, un clinicien

posséderait une vue objective qui lui donnerait la capacité d'observer les actions du patient.

3.2.3 Des affordances spécifiques

Les affordances que proposent les différents modules du carré de sable thérapeutique devront être en accord avec le rôle de l'utilisateur. Par exemple, l'interface de supervision devra offrir des affordances liées à l'observance et l'interface d'adaptation devra proposer des affordances liées à la modification de la configuration du carré de sable thérapeutique. Au-delà des actions offertes, les modules de l'expérience devraient également posséder des affordances perceptuelles telles que nous avons proposé dans le premier chapitre. Par exemple, un enfant pourra être motivé et intéressé par un visuel de type stylisé. Le clinicien, lui, devrait avoir des affordances perceptuelles épurées afin de lui permettre de se concentrer sur des objectifs thérapeutiques. Ce mariage entre fonctionnalité et esthétique permettrait une augmentation de l'engagement de l'individu dans l'expérience thérapeutique par l'adaptation des composantes de l'affordance.

3.2.4 Des objets thérapeutiques

La notion d'objet thérapeutique offrira la possibilité de segmenter l'intervention en différents petits modules. En se basant sur la littérature, il sera possible d'identifier quels seraient les objectifs thérapeutiques de l'expérience. Chaque objet thérapeutique proposera des activités ciblant des objectifs spécifiques d'apprentissage. Par exemple, en se basant sur WSTP, des objets thérapeutiques seront conçus en fonction de tâches spécifiques : aller tout droit sur un mètre, sur dix mètres, tourner à droite, tourner à

gauche ou éviter un objet en mouvement. Comme nous l'avons vu précédemment avec les apprentissages moteurs, un objectif pourra être séparé en différents petits sous-modules. Cela permet donc à l'utilisateur de pratiquer individuellement les composantes d'un objectif complexe. Ainsi, pour un même objectif plusieurs objets thérapeutiques (modules) pourront être proposés afin de permettre un apprentissage respectant l'agentivité de l'individu. L'objet thérapeutique permettra non seulement l'entraînement de tâches particulières mais également d'évaluer l'agentivité de l'individu en fonction de celle-ci.

3.2.5 Des outils d'évaluations de l'agentivité

L'objet thérapeutique ouvre la possibilité de l'évaluation des compétences de l'individu en fonction de tâches précises. Ainsi, la mesure entre le mouvement réalisé et le mouvement prédit permettra de mesurer la capacité de la personne en fonction d'objets thérapeutiques précis. Ainsi, un algorithme pourra évaluer la performance de l'utilisateur en fonction de l'ensemble des objets qui sont proposés dans l'expérience. Ainsi, l'algorithme de performance permettra une abstraction des actions réalisées par le patient afin que le clinicien puisse en visualiser une version standardisée dans ses interfaces. Ces données permettront aux cliniciens de choisir un ou des objets thérapeutiques qu'il jugera en accord avec l'agentivité du patient.

3.2.6 La zone des apprentissages proximaux

Dans l'interface d'adaptation, le clinicien sera en mesure d'identifier un ensemble d'objets thérapeutiques qui seront en accord avec l'agentivité du patient. Un peu comme nous avons vu dans WSTP, où le clinicien identifiait cinq objectifs d'une séance, le clinicien pourrait identifier cinq objets thérapeutiques qu'il juge en accord avec la capacité d'actions de son patient. Il pourra alors l'accompagner dans les différents

apprentissages. Lors de la conception de l'environnement virtuel, des zones spécifiques seront créées afin de pouvoir y intégrer différents objets thérapeutiques. L'environnement virtuel sera alors comme une mise en page vierge d'un journal où les différents articles, objets thérapeutiques, pourraient y être intégrés en fonction de ce que l'éditeur (clinicien) décide de prioriser. Ainsi la zone des apprentissages proximaux sera déterminée par le clinicien.

3.2.7 Module d'accompagnement

Un accompagnement sera nécessaire pour que le patient soit en mesure de maîtriser les compétences liées à la zone des apprentissages proximaux. Comme nous l'avons mentionné précédemment, cet accompagnement peut être humain (clinicien ou accompagnateur) ou bien être issu d'une intelligence artificielle. Afin de gérer la complexité liée au développement d'une expérience de ce type, la conception d'objets thérapeutiques adéquats devrait avoir préséance. Une fois cela sera effectué, il serait possible de créer une intelligence artificielle afin de gérer l'expérience. Pour permettre un accompagnement de différents apprentissages, un espace complet pourra proposer différentes stratégies.

3.2.8 Module de partage de l'information

Dans le but d'offrir une expérience polyvalente adaptée aux besoins de plusieurs utilisateurs, il est essentiel de trouver une stratégie pour relier ceux-ci. En s'inspirant des expériences de téléadaptation, il est possible de créer un pont entre les différents types d'expériences à l'aide de la connectivité. Par exemple, dans les jeux en ligne, on utilise des serveurs qui permettent à des joueurs de se rencontrer dans un espace virtuel. Ce serveur gère le partage des données de l'expérience en temps réel. À l'aide

de celui-ci, les actions effectuées par un individu peuvent être transmises à l'ensemble des personnes qui se trouvent dans l'espace virtuel.

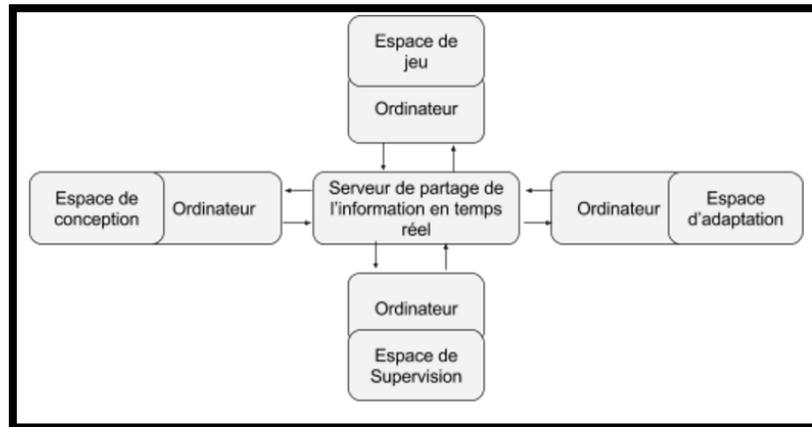


Figure 14: La connexion des frontières. Laurent Gosselin, Mai 2015.

Ainsi, comme nous le voyons dans la figure 16, il serait possible d'utiliser ce type de serveur pour partager les différentes actions réalisées par les multiples agents présents dans le carré de sable thérapeutique. Ainsi chaque utilisateur posséderait sur son ordinateur personnel une expérience qui lui est adaptée. Cette asymétrie expérientielle sera rendue possible par le serveur de données en ligne. Malheureusement, ce type de serveur ne permet pas la rétention de l'information. Ainsi lorsque qu'un utilisateur quitte l'expérience, les différents paramètres évalués ne seront pas conservés.

3.2.9 Module de stockage des données

Comme nous souhaitons pouvoir observer la progression d'un individu à travers le temps, il serait nécessaire que le carré de sable thérapeutique possède une mémoire de l'expérience. De plus, comme plusieurs spécialistes peuvent avoir besoin de l'information de progression, ceux-ci devrait pouvoir facilement accéder à cette

information. Comme nous l'avons vu précédemment, le *Big data* propose des possibilités intéressantes pour l'observance des patients. Ainsi, une base de données en ligne dédiée à la sauvegarde de l'ensemble des informations qui sont nécessaires pour l'observance du patient permettrait également au patient de jouer dans un contexte externe à la clinique tout en donnant accès aux spécialistes à la progression du patient et même, possiblement, adapter l'expérience de manière asynchrone.

3.2.10 Conclusion de la section

Cela résume l'ensemble des modules qui ferait partie de l'expérience d'une première version du carré de sable thérapeutique. Ainsi les modules d'interfaces et de vues permettront de créer des expériences adaptées à différents types d'utilisateurs, alors que les objets thérapeutiques proposent quant à eux des activités qui permettront l'évaluation du patient et de définir une zone proximale d'apprentissage afin d'accompagner le patient dans ses apprentissages. Les modules liés à la connectivité permettront la connexion des expériences asymétriques ainsi que la persistance de l'information. L'intérêt des modules est que chacun pourra être amélioré au fur et à mesure de l'utilisation de l'expérience en fonction des commentaires, des performances et des rétroactions des utilisateurs.

3.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le concept du carré de sable thérapeutique afin de créer une expérience d'accompagnement dans l'expérience interactive numérique. Quatre espaces sont proposés dans cette première version du carré de sable thérapeutique : l'espace de conception qui permet d'intégrer le designer dans l'expérience, l'espace de jeux lié au patient, l'espace de supervision lié au parent et techniciens et l'espace d'adaptation qui cible le clinicien. Ainsi le rôle du designer serait de créer des objets thérapeutiques qui faciliteraient des apprentissages

Carré de sable thérapeutique			
Joueur	Superviseur	Thérapeute	Concepteur/chercheur
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interagit avec des objets thérapeutiques qui sont en accord avec son agentivité 2. Doit avoir une certaine forme de plaisir 3. Donne une rétroaction sur l'espace de jeu et les objets thérapeutiques 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accompagne le joueur avec les objets thérapeutiques. 2. S'assure du plaisir du joueur 3. Relaye les problématiques aux thérapeutes et au concepteurs 4. Peut être un humain ou un intelligence artificiel 5. La vue présenté de l'espace de jeu peut être une abstraction ou une présentation tel quel 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modifie l'espace de jeu en fonction de l'agentivité du patient 2. Peut également assumer le rôle de superviseur 3. Propose une évaluation des objets thérapeutiques 4. La vue présenté de l'espace de jeu peut être une abstraction ou une présentation tel quel 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modifie l'espace de jeu et les objets thérapeutique en fonction des commentaires des différents agents 2. Peut également assumer le rôle du superviseur 3. La vue présenté de l'espace de jeu peut être une abstraction ou une présentation tel quel

Figure 15: Synthèse des responsabilités des différents utilisateurs Laurent Gosselin, Juin 2016

spécifiques liés au cycle perception-action pour évaluer l'agentivité de la personne qui interagit avec ces objets. Ainsi, il serait possible d'adapter l'espace de jeux en y plaçant des objets thérapeutiques en fonction de la zone proximale d'apprentissages de chaque individu. Finalement, ces quatre espaces pourront communiquer entre eux à l'aide de la connectivité.

Chapitre 4 :

L'espace de conception ou le projet *Star Kart*

Dans le cadre de ce mémoire de recherche-crédation, le projet *Star Kart* sert d'outil d'exploration des éléments théoriques mentionnés. Ce chapitre décrit donc la conception de la preuve de concept du carré de sable thérapeutique. Il se veut également une description des différentes démarches qui ont été réalisées dans l'espace de conception. Le projet *Star Kart* cible la problématique de l'entraînement d'enfants ayant des besoins spéciaux et devant apprendre la conduite de fauteuils roulants motorisés dans le contexte numérique. Le projet *Star Kart* propose un contexte d'habilitation sous la forme d'un jeu sérieux pour développer la motricité et apprendre la conduite d'un fauteuil roulant motorisé. Le projet est en développement depuis sa conception lors de l'évènement *Hacking Health* de février 2014.

4.1 Recherche-crédation du projet *Star Kart*

Ce chapitre présente l'historique du projet, de sa conception jusqu'à sa production. Plus précisément, ce chapitre décrit comment s'incarne le concept de carré de sable thérapeutique dans la conception des fonctionnalités du projet. Il s'agit de démontrer comment, de la conception de l'interface de jeu jusqu'à la mise en place du « game play » en passant par la conception de l'outil thérapeutique, ce projet de jeux sérieux établit la relation tripartite entre l'enfant, le soignant et la technologie.

4.1.2 Historique du projet



Figure 16 : L'espace de supervision et l'espace de jeu v1.0 par les membres du stage de l'hiver 2015, Élie Hamel, Chantale Gingras, mai 2015



Figure 17 : clinique Marie-Enfant, Michel Quach, février 2014

Le premier prototype fut produit dans le cadre de l'évènement *Hacking Health* (HH) en février 2014. Le projet devait répondre à une problématique proposée par Natalie Doucet et Geneviève Daoust, deux cliniciennes de Marie-Enfant de l'hôpital

sainte-Justine.

J'ai alors dirigé une équipe formée d'étudiants d'animation 3d : Michel Quach, Jahanzaib Chughthai, Maxime Fortin, Mikael Boulet, Tréflé Meilleur, Philippe Gagnon (qui est un collègue enseignant), William Josmar du collège de Bois-de-Boulogne et un

programmeur, Yannick Triqueneaux. Le prototype proposait l'utilisation de lunettes de réalités virtuelles afin de percevoir l'environnement virtuel et des contrôleurs de fauteuils roulants furent adaptés pour interagir avec le monde virtuel. Le prototype proposait également une représentation de l'environnement de la clinique Marie-Enfant. Le projet présenté devant un jury de spécialistes de la santé se mérita le prix de l'innovation ainsi qu'un prix spécial du jury.



Figure 18: Hacking health 2014, Jahanzaib Chughtai, février 2014

Ce premier prototype m'a permis de nous rendre compte de l'intérêt que présentaient les expériences interactives en réadaptation pédiatrique. Au printemps 2014, pour le cours *Arts, Individu et Société*, j'ai effectué une courte recherche portant sur les différentes composantes qui permettent à l'être humain de naviguer et se déplacer dans le réel. Cette recherche a confirmé mon intérêt pour les expériences en réadaptation et j'ai alors décidé d'en faire mon projet de recherche-crédation.



Figure 19 : Le carré de sable version préliminaire, Chantale Gingras, avril 2015

Suite au succès de l'évènement HH, plusieurs membres de l'équipe semblaient intéressés à poursuivre le

projet. De même, Jean-Simon Binette, Pierre-Luc Messier, Catherine Albu, Laurence Grégoire, Karine Lafranchise, Medhat Anbali se sont joints à l'équipe. Au début du mois de juillet 2014, un stage de six semaines fut entrepris afin de concevoir de nouveaux prototypes pour une meilleure compréhension de la problématique visée et une maîtrise des technologies de la réalité virtuelle. Ce stage s'avéra être un espace de réflexion ciblant la problématique du design d'expériences interactives numériques en réadaptation. Comme nous avons accès à deux cliniciennes, cela a permis de mieux comprendre la réalité de la clinique. Une série importante de prototypes furent produits afin de mieux comprendre la réalité que nous nous étions engagés à déservir.

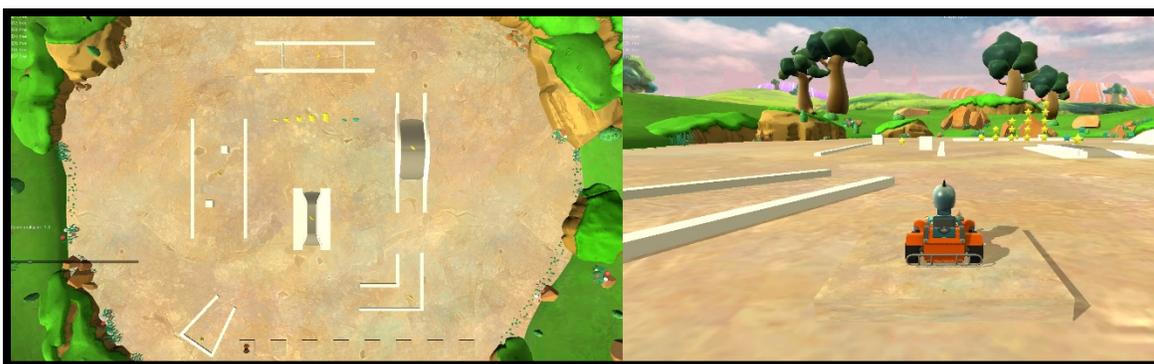


Figure 20 : Le carré de sable en ligne, Élie Hamel, Chantale Gingras, Laurent Gosselin, mai 2015

Ce stage permit également d'établir une solide base visuelle pour le projet. Au courant de l'hiver 2015, deux étudiants issus de programme de programmation de jeux vidéo aux adultes, Élie Hamel et Chantale Gingras du collège de Bois-de-Boulogne nous joignirent pour un stage de 12 semaines. L'objectif principal de ce stage était de créer un système de contrôle de véhicules possédant une validité écologique afin que les comportements du véhicule virtuel reproduisent les comportements d'un fauteuil roulant. Ce stage permit de produire une première version du carré de sable. Dans un premier temps, un espace de jeux avec des modules sans l'intégration du spécialiste de la santé fut produit. Par la suite, une version intégrant une composante en ligne préliminaire permit de faire la preuve de concepts de l'espace d'accompagnement.

À l'été 2015, l'objectif était alors de prendre les fondations qui avaient été conçues au courant de l'hiver et de réaliser une version fonctionnelle de ces concepts. Camille Gendreau, Guillaume Raymond, Victor Leblanc, Benjamin Lépine, Roxanne Chartrand Pierre-Alexandre Pascale, William Desrosiers, Bernard Duchesne se joignirent ainsi à l'équipe. Cette vision prit véritablement forme lorsque le prototype fut présenté au centre des sciences le 28 juillet 2015. À ce moment, un algorithme

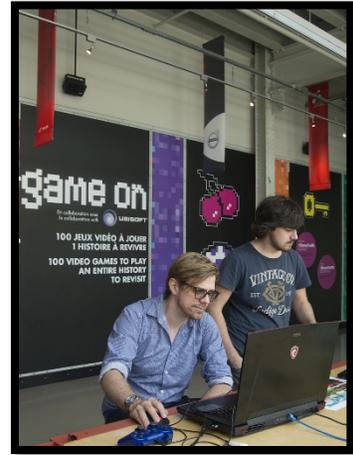


Figure 21 : Laurent et Guillaume à l'exposition GAME ON, Marie-Claude Milette, juillet 2015

d'évaluation des performances, un design de niveau en accord avec l'intégration de bloc de compétences, une interface fonctionnelle permettant l'adaptation et la supervision, une composante réseau solide pour la communication entre les deux interfaces furent présentés aux visiteurs de l'exposition *Game on*. L'histoire du projet ne s'arrête pas à ce moment mais prend une autre tournure qui pourrait être présentée dans une publication subséquente.

4.2 Méthodologie du projet

La méthodologie de ce projet repose sur un processus de création se situant entre la théorie et la pratique. Au cours des prochaines lignes, nous précisons comment la pensée en design a contribué à la conception et à la réalisation du projet.

Comme ce projet présente une forme de complexité importante, j'ai décidé d'utiliser une méthodologie basée sur le design itératif. J'ai donc intégré une méthodologie de *design thinking* qui tente justement d'intégrer trois logiques : la logique humaine de la « désirabilité », la logique technique de la « faisabilité » et la logique économique de la « viabilité » (Vial, 2015, p. 76). Dans son livre *Change by Design*, Tim Brown propose trois espaces de réflexion afin de concevoir des produits :

1. l'espace de l'inspiration (caractériser et problématiser la situation),
2. l'espace de « l'idéation » (engendrer, développer et tester des idées),
3. l'espace de « l'implémentation » (trouver une voie vers le marché qui rencontre les utilisateurs) (Brown, 2009).

Selon cette philosophie de création, « les projets passent en boucle à travers ces espaces en particulier les deux premiers, bien plus d'une fois, à mesure que sont affinées les nouvelles idées et que sont prises les nouvelles directions » (Vial, 2015, p. 77). Ainsi cette méthodologie inclut le designer dans l'expérience développée pour gagner une perspective sur la problématique ciblée par le projet et elle vise aussi à réorienter en fonction des résultats des prototypes qui sont réalisés. Tim Brown propose également seize composantes pour aider à concevoir des projets. Comme il s'agit d'un projet de recherche-crédation qui s'intéresse à une meilleure compréhension de la problématique par la pratique et la recherche, j'ai retenu douze de ces composantes liées aux espaces d'inspiration et d'idéation :

1. Commencer par le commencement
2. Adopter une approche centrée sur l'humain
3. Échouer souvent, échouer rapidement
4. Obtenir de l'aide professionnelle
5. Partager l'inspiration
6. Alternier petits et grands projets
7. Trouver des talents comme vous le pouvez
8. Ne demandez pas quoi ? Demandez pourquoi ?
9. Ouvrir les yeux
10. Rendre visuelle
11. Bâtir sur les idées des autres
12. Concevoir une vie

Sans entrer dans le détail, ces différentes démarches m'ont guidé vers la création de la preuve de concept du carré de sable thérapeutique. Au fil de cette démarche qui a duré deux années, j'ai pu tisser l'ensemble des composantes du concept du carré de sable thérapeutique.

4.3 Le design du carré de sable thérapeutique

Dans la prochaine section, nous allons présenter les différents éléments qui ont été nécessaires afin de concevoir le projet *Star Kart*. Comme le projet est en chantier depuis plus de deux ans, nous allons présenter chacune des composantes séparément. Pour l'ensemble des prototypes, des démarches de recherches ont permis de passer au travers des phases d'inspiration et d'idéation à plusieurs reprises. En tout, plus d'une trentaine de prototypes ont été réalisés afin de produire l'expérience de *Star Kart*. Il est donc impossible de rendre justice à l'ensemble de ces démarches et du travail qui a été réalisé. Nous allons également nous concentrer sur la présentation des éléments principaux du carré de sable thérapeutique pour l'accompagnement par le superviseur et par le clinicien.

4.3.1 Utiliser des technologies matures

Afin de développer le carré de sable thérapeutique, nous avons dû réfléchir à l'importance du travail que demandait le développement technologique. Après tout, lorsque l'on développe de nouvelles technologies, il est possible que cela demande une implication considérable et que cela nous détourne des besoins réels des utilisateurs. Au début du projet, nous avons donc fait plusieurs veilles technologiques afin d'identifier les composantes que l'on pourrait utiliser afin de réaliser le projet. Par exemple, nous avons essayé les lunettes *Oculus Rift* qui recouvrent complètement le champ visuel. Afin de pouvoir interagir avec des objets physiques réels, nous avons essayé différentes stratégies pour présenter les mains d'une personne dans le monde virtuel. Malheureusement, les différentes composantes des lunettes de réalité virtuelle étant encore en développement à ce moment, il était impossible d'arriver à des résultats suffisamment intéressants pour les intégrer dans une expérience de réadaptation. Nous

avons alors choisi des éléments favorables pour mettre notre travail au service des utilisateurs des technologies et non l'inverse. Ainsi, comme nous utilisons le moteur de jeu *Unity 3d*, nous avons intégré des technologies matures qui nous permirent de réaliser le projet. Dans celles-ci, nous avons pu intégrer le module *Photon Unity Networking* afin de gérer une partie des composantes réseaux, nous avons utilisé *EDY* afin de développer une maîtrise des composantes physiques d'un véhicule et *Playmaker* pour prototyper rapidement des idées que nous souhaitons évaluer. L'utilisation de ces technologies matures nous a permis de déplacer notre attention du développement technologique vers les besoins réels de l'utilisateur.

4.3.2 L'expérience basée sur des données éprouvées

Comme nous avons vu dans la problématique, une expérience doit être basée sur des données éprouvées pour concevoir une activité ciblant des composantes spécifiques à réhabiliter (Landge, 2012). Les deux spécialistes de la réadaptation, Natalie Doucet et Geneviève Daoust, ainsi que la chercheuse Paula Rushton avaient proposé d'utiliser le programme d'habileté en fauteuils roulants. Le *Programme d'entraînement aux habiletés en fauteuil roulant (WSTP)* est conçu afin d'évaluer et d'entraîner les utilisateurs de fauteuil roulant et/ou leur(s) aidant(s) et les cliniciens (Kirby, 2012). Ainsi, plusieurs composantes en ont été extraites pour promouvoir les apprentissages nécessaires à la conduite d'un fauteuil roulant motorisé.

4.3.3 La validité écologique de l'expérience de l'enfant

Pour permettre des apprentissages, le projet devait développer sa validité écologique. Deux composantes furent prises en considération :

- Utiliser les contrôleurs réels de fauteuils roulants pour l'expérience.

- Créer un modèle de simulation pour le modèle qui correspond aux comportements réels d'un fauteuil roulant.



Figure 22 : Différents modes de contrôle de l'expérience. Catherine Albu, juin 2014.

Ainsi, différents contrôleurs de fauteuils furent testés afin de les intégrer dans les prototypes. Plusieurs prototypes ont permis de développer une simulation adéquate des comportements d'un fauteuil roulant. Dans une première série de prototypes, nous avons tenté de reproduire les comportements d'un fauteuil roulant sans la simulation des comportements physiques. Comme les comportements de ces prototypes ne présentaient pas les qualités escomptées, nous avons décidé de migrer vers la simulation de la physique. Dans une deuxième phase de prototypage, nous avons utilisé des modèles de véhicules préconçus afin de comprendre le fonctionnement des composantes des engins physiques nécessaires pour la simulation de comportements plus réalistes. Finalement, nous avons utilisé les connaissances acquises afin de produire notre propre système pour simuler les comportements d'un fauteuil roulant.

4.3.4 Conception des objets thérapeutiques

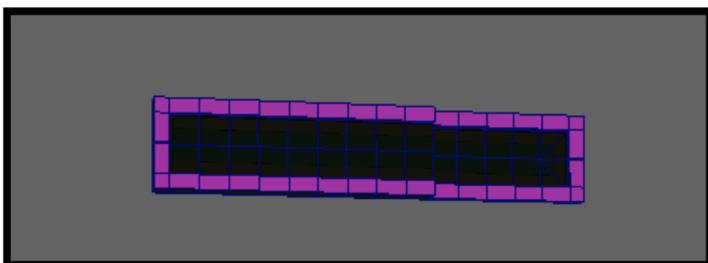


Figure 23 : Aller en ligne droite, un objet thérapeutique réalisé par l'équipe, Laurent Gosselein, juillet 2015

Dans le formulaire d'évaluation des habiletés en fauteuil roulant de WSTP, un ensemble de compétences sont utilisées afin de mesurer la progression de l'individu. En utilisant ce formulaire, Geneviève Daoust, qui est une spécialiste de la mobilité pédiatrique de la clinique Marie-Enfant, identifia les différentes habiletés nécessaires pour la création d'une expérience virtuelle d'apprentissages. Cette liste allait permettre de définir un ensemble de compétences que l'expérience virtuelle ciblerait. Ainsi nous devions trouver un moyen simple afin de transposer dans l'expérience virtuelle ces objectifs en objets thérapeutiques. Nous avons créé une série d'objets 3d à l'aide du logiciel *Autodesk Maya* qui possède des affordances permettant l'entraînement de ces habiletés. Par exemple, l'habileté « Aller en ligne droite sur une courte distance » se traduit par des blocs possédant un chemin en ligne droite tel que l'on peut le voir dans la figure 25. En plus de créer des objets thérapeutiques d'évaluation et d'entraînement des compétences, le guide de l'entraîneur a permis de déterminer certains paramètres de l'expérience :

- Fixer des objectifs réalistes qui puissent être adaptés en fonction de la capacité de l'individu.
- Habiletés pouvant être séparées en sous-blocs afin de simplifier le niveau de difficulté et permettre à l'enfant de maîtriser ces habiletés séparément.

Dans cette optique, nous avons créé des objets thérapeutiques avec des niveaux de difficulté variée. Il est alors possible de commencer l'expérience par des blocs d'un niveau simple et d'augmenter le niveau de difficulté une fois que le patient maîtrise ces blocs. Comme nous utilisons le concept du carré de sable, il est également possible de

Options de score pour les habiletés individuelles		
Score	Score	Signification
Succès	2	La tâche est exécutée de façon autonome et sécuritaire, sans difficulté.
Succès avec difficulté	1	Le sujet répond aux critères d'évaluation, mais avec une certaine difficulté qui doit être prise en compte.
Échec	0	Tâche incomplète ou exécutée de façon non sécuritaire.
Composant absent	CA	Le fauteuil roulant n'a pas tous les composants nécessaires pour permettre la réalisation de cette habileté.
Erreur d'évaluation	EE	L'évaluation de l'habileté n'a pas été suffisamment bien observée pour pouvoir noter l'habileté.

Figure 24 : Échelle performances telles que présentées dans le formulaire WST-F, 2014

mettre plusieurs blocs dans l'espace virtuel pour une variabilité dans les habiletés auxquelles le patient s'exerce.

4.3.5 L'outil de mesure de l'agentivité

Le concept de l'échelle d'évaluation permet de visualiser le niveau d'habileté de l'individu face aux situations et aux objets thérapeutiques auxquels il fait face. En temps normal, l'évaluation est réalisée soit par l'accompagnateur, soit par le patient lui-même. Dans le contexte virtuel, comme nous sommes dans un monde simulé, l'expérience est issue d'opérations mathématiques. Donc, tant que les indicatifs de performance peuvent être identifiés dans l'expérience virtuelle, il sera possible d'ajouter des instructions au programme pour qu'il puisse effectuer l'évaluation. Dans la création du projet, trois différentes versions de l'algorithme d'analyse de performance de l'individu en fonction des objets thérapeutiques furent réalisées. Dans un premier temps, un prototype intégra l'échelle du formulaire *WST-F*. Comme le descriptif des significations du formulaire est plutôt vague, il apparut rapidement qu'il serait possible de mieux évaluer les performances en fonction des objets thérapeutiques en ajoutant quelques éléments.

Ainsi, dans la version finale, le temps pour réaliser la tâche fut pris en compte, le nombre d'accidents et la moyenne liée à l'objet. Afin de communiquer facilement les composantes qui étaient évaluées entre les différentes frontières, un niveau d'abstraction permettait de simplifier l'information afin qu'elle puisse être aisément transférée entre différentes frontières. Certains blocs proposaient des actions dangereuses comme descendre des marches et entraînaient une situation d'échec automatiquement. À partir du moment où ces résultats sont transmis par une interface, on est en mesure d'identifier le niveau d'agentivité de l'individu.

4.4 Vers une démarche de design centrée sur l'utilisateur

Dans le but de respecter les différents utilisateurs du projet, nous avons tenté de bâtir une première démarche de compréhension des différents individus qui seront impliqués dans l'expérience. Comme nous avons eu accès à des chercheurs et des cliniciens, nous avons exploré la réalité particulière de ces utilisateurs. L'objectif de ce projet de recherche-crédation a été de développer une compréhension des paramètres de base de la réalité clinique afin de proposer un contexte qui pourra y être intégré. Bien que nous ayons eu un accès à plusieurs intervenants, cette section présentera l'ensemble des démarches préliminaires afin de proposer l'expérience de la preuve de concept.

4.4.1 L'adaptation des éléments visuels

Afin de stimuler les enfants dans l'espace de jeux, nous avons conçu des éléments visuels s'inspirant des productions de jeux vidéo pour enfants. De plus, chaque espace possède une vue adaptée au rôle de l'utilisateur. L'enfant a une vue

subjective comme s'il était dans l'expérience, le superviseur et le spécialiste ont une vue d'ensemble de l'information qui est nécessaire pour leur rôle.

L'aspect visuel de l'expérience est déterminé par des modules qui sont adaptés aux types d'utilisateurs. Par exemple dans un prototype, le *Kart* était simplifié afin qu'il soit facilement identifiable pour les superviseurs/adaptateurs. Éventuellement, il serait possible que l'ensemble du visuel soit déterminé par les préférences de l'utilisateur.

4.4.2 L'oiseau Jumpy : un avatar multifonctions



Figure 25 : Jumpy une peluche réalisée, Laurence Grégoire, juillet 2015

Ainsi, Jumpy agirait en tant que lien monde réel et virtuel à plusieurs pour établir un aspect ludique/sympathique de l'expérience. destinait à devenir, en quelque sorte, de messagerie de l'intelligence

Jumpy l'oiseau est un des premiers éléments qui fut conçu pour l'expérience de *Star Kart*. Le but de la création de cet oiseau était d'établir un personnage sympathique qui agirait à titre de guide dans l'expérience virtuelle qui pourrait même être présenté à l'enfant avant le début de l'expérience thérapeutique.

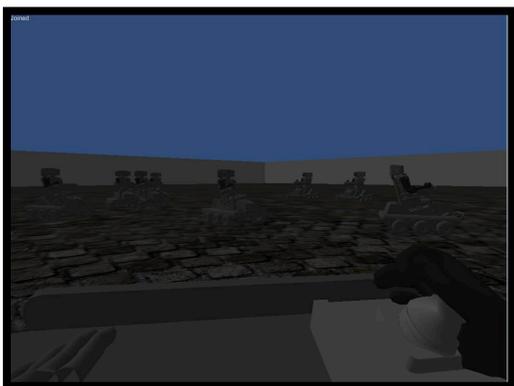


Figure 26 :Jumpy un concept de Edwin Jang modélisé par Michel Quach et rendu par jahanzaib Chughtai, Juillet 2014

entre le
égards et
Jumpy se
un système
artificielle et

servant aux superviseurs/adaptateurs pour donner des instructions dans le monde virtuel. Cet oiseau se veut le traducteur des objectifs établis par ceux-ci. L'objectif n'était pas que le clinicien puisse contrôler l'oiseau à proprement parler, mais plutôt que celui-ci puisse dicter des objectifs par celui-ci. À partir de l'interface de supervision, il serait possible de transmettre des instructions qui seront relayées par l'oiseau. Certaines instructions redondantes pourraient être gérées par le logiciel et simplifier la tâche du clinicien. Comme nous devons nous assurer de la validité des composantes thérapeutiques, l'oiseau Jumpy pourra être davantage intégré dans le programme une fois que ces démarches seront effectuées.

4.4.3 Établir les communications au-delà des frontières



Dans un premier temps, nous nous sommes questionnés sur la manière de transmettre des instructions dans le monde virtuel. Évidemment, le clinicien pouvait utiliser la parole pour accompagner l'enfant,

mais cela le plaçait dans un rôle en retrait par rapport à l'expérience virtuelle. Si l'on souhaite un accompagnement actif, le clinicien doit pouvoir superviser dans le contexte virtuel en fonction d'objectifs qu'il a lui-même

déterminés.

Une interface, une couche limite entre



deux éléments par lesquels ont lieu des échanges et des interactions, devait permettre la supervision et l'adaptation. Par contre, il était important que les différentes interfaces puissent communiquer entre elles.

Dans cette optique, nous avons effectué une série de prototypes pour valider l'utilisation de la connectivité afin de communiquer entre les différentes interfaces. Comme nous pouvons le voir dans la figure 29, nous avons débuté par le partage de l'espace de jeux à l'été 2014. Lors du stage de l'hiver 2015, nous avons testé la possibilité de partager

Figure 28 : Tous en ligne! une image d'un prototype réalisé par Jean-Simon Binnette

Figure 27 : Différents utilisateurs dans l'expérience, Laurent Gosselin et Élie Hamel Mai 2015

l'espace avec différents types d'utilisateurs. Il s'agissait de la première version du module de supervision.

Finalement, à l'été 2015 nous avons réussi à intégrer un module d'adaptation pour modifier en temps réel les modules qui sont présents dans le carré de sable thérapeutique. Il s'agissait ici, encore de versions préliminaires qui vont demander plusieurs itérations avant d'aller de l'avant.

Par exemple, la composante de sauvegarde de l'information est fonctionnelle localement, mais demandera quelques itérations supplémentaires afin qu'elle puisse être pleinement fonctionnelle. Si le concept de carré de sable thérapeutique est validé officiellement par des spécialistes de la santé, cet aspect sera poussé davantage.

4.5 Les espaces proposés du projet *Star Kart*

Dans la prochaine section, nous allons présenter les différents espaces qui ont été produits pour l'expérience de *Star Kart*. Nous débuterons avec l'espace de jeux, nous continuerons avec l'espace de supervision et nous terminerons avec l'espace d'adaptation.

4.5.1 L'espace de jeux

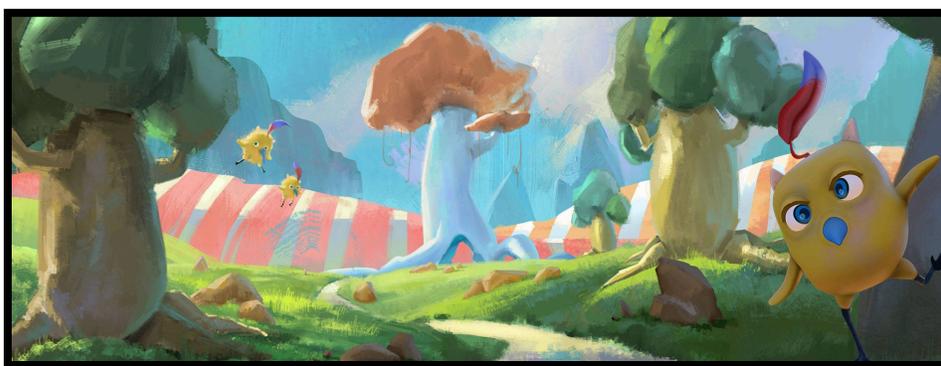


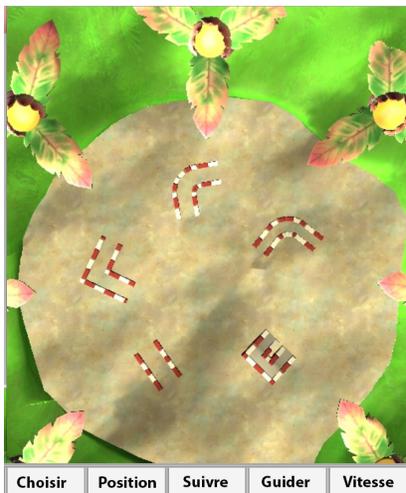
Figure 29 : *Star Kart* image conceptuelle pour l'espace de jeu, Edwin Jang, Michel Quach, 2014

L'espace de jeux s'adresse à des enfants de 6 à 12 ans qui doivent apprendre la conduite d'un fauteuil roulant. Dans l'espace de jeux, le patient utilise les accès traditionnellement utilisés dans la conduite d'un fauteuil roulant afin de manœuvrer dans le monde virtuel. Dans l'espace virtuel, différents objets thérapeutiques sont proposés afin de développer les compétences nécessaires à la conduite. Ces objets thérapeutiques sont déterminés par le thérapeute dans l'expérience d'adaptation (sera présentée sous peu). Le joueur peut utiliser deux types de vue : une vue à la 3^e personne qui lui permet de voir aisément les frontières de son véhicule en relation avec l'environnement et une vue immersive à la première personne proposant une représentation de la vision qu'il aura lorsqu'il conduira réellement son fauteuil roulant. Afin d'induire une perception positive de l'expérience, l'ensemble des éléments visuels de l'espace du jeux ont été stylisés à l'image de productions de jeux vidéo pour enfants.

Par exemple, le véhicule dans l'expérience ressemble à un modèle de kart tel que l'on pourrait le retrouver dans une production d'une compagnie de jeu AAA. Afin de communiquer au joueur la direction du prochain objectif, une flèche pointe dans sa direction. Le joueur intègre l'expérience à un endroit prédéterminé lui permettant de visualiser l'ensemble du carré de sable et des objets qui y sont présents.

4.5.2 L'espace de supervision

Dans la prochaine section, nous présenterons l'interface de supervision de la preuve de concept.



1. Choisir : avec cette option, le superviseur peut choisir l'enfant qu'il pourra observer. Les enfants observables sont seulement ceux présentement dans la salle virtuelle.

2. Position : Cette fonction permet au superviseur de ramener l'enfant sélectionné à un point qu'il détermine, cela en cliquant sur l'écran.

3. Suivre : cette fonction permet au superviseur de suivre l'enfant qu'il a sélectionné préalablement.

4. Guider : cette

Figure 30 : L'interface de supervision,
Laurent Gosselin, Élie Hamel, mai 2015

fonction permet de créer

des étoiles qui guident l'enfant. Jumpy l'oiseau se positionne au-dessus de la dernière étoile qui a été créée. Lorsque le patient entre en collision avec l'étoile, celle-ci disparaît.

5. Vitesse : Cette fonction permet d'établir la vitesse de déplacement du véhicule du patient sélectionné.

Ainsi, l'interface de supervision permet l'accompagnement de l'individu dans l'expérience thérapeutique. Nous tenons à mentionner qu'éventuellement l'oiseau Jumpy sera davantage intégré dans cette interface. Par contre, afin que cette intégration soit possible, une étude sera réalisée afin d'approfondir les besoins des différents utilisateurs.

4.5.3 L'espace d'adaptation

L'objectif derrière l'interface d'adaptation est de non seulement visualiser les statistiques du patient, mais aussi de permettre une reconfiguration de l'environnement en fonction de ses résultats statistiques. L'interface permet de disposer dans l'espace de jeux des objets thérapeutiques que le thérapeute juge adéquats. Dans un premier temps, nous allons vous dévoiler les composantes liées à l'observance des statistiques d'un objet thérapeutique. Par la suite, nous vous exposerons l'interface d'adaptation à proprement parler et finalement, nous présenterons comment il est possible d'adapter l'espace de jeux à l'aide de cette interface. Dans la figure 33, nous exhibons les composantes du tableau des résultats d'un joueur en lien avec les objets thérapeutiques.

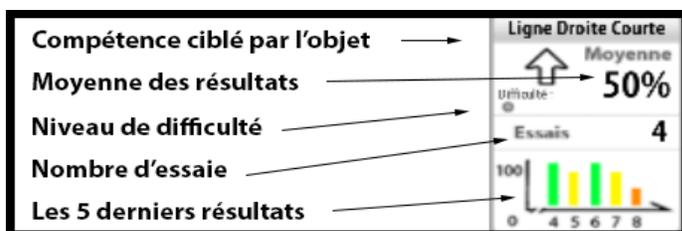


Figure 31 : L'observance de l'agentivité par des statistiques, Mikael Boulet, juillet 2015

L'objectif de ce tableau est de communiquer au thérapeute le plus clairement les résultats d'un joueur en fonction d'un objet thérapeutique. Rapidement, il est possible de visualiser si l'objet thérapeutique est adapté à l'agentivité du patient. Si ce n'est pas le cas, il pourra utiliser l'interface d'adaptation pour remédier à cette situation. Dans la figure 34, l'interface d'adaptation est présentée :

1. Nom du joueur observé
2. Zone proximale d'apprentissages (déterminée par le spécialiste). Dans cette configuration du jeu, cinq espaces sont disponibles pour insérer des objets thérapeutiques.
3. Changer de page (cinq pages disponibles, chaque page possède 15 objets)
4. Accepter les modifications
5. Retour à la configuration précédente
6. Objets disponibles pour l'intégration dans la zone proximale d'apprentissages, soit le carré de sable

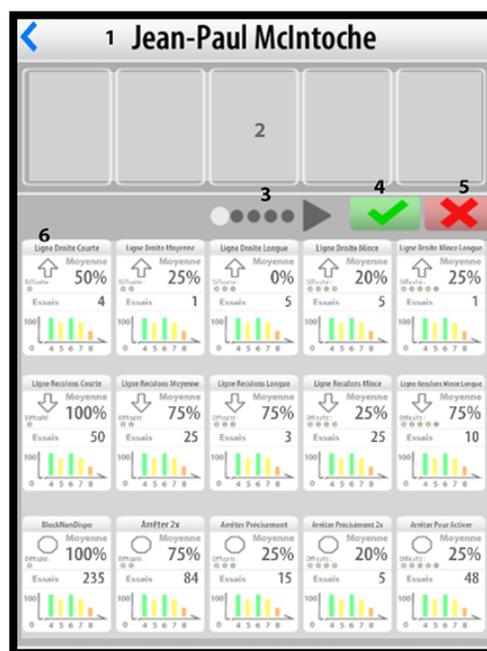


Figure 32 : Choisir les objets thérapeutiques, Par Laurent Gosselin, Mikael Boulet Camille Gendreau, Guillaume Raymond, Roxanne Chartrand Pierre-Alexandre Pascale, William Desrosiers, juillet 2015

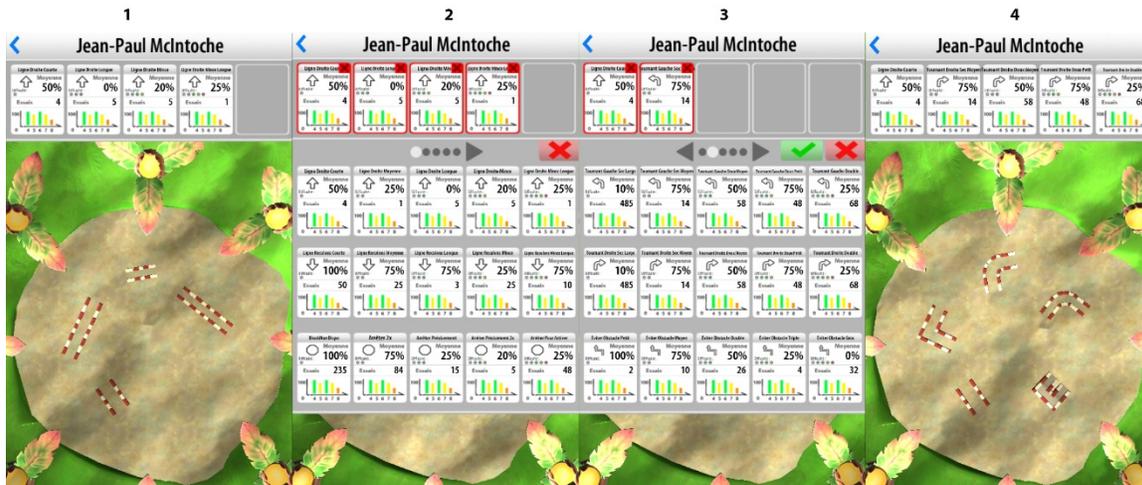


Figure 33 : Séquence menant à l'adaptation du carré de sable thérapeutique, Par Laurent Gosselin, Mikael Boulet Camille Gendreau, Guillaume Raymond, Roxanne Chartrand, Pierre-Alexandre Pascale, William Desrosiers, juillet 2015

La figure 35 présente comment il est possible d'adapter la zone proximale d'apprentissages à l'aide de l'interface d'adaptation.

1. Représente la configuration initiale. Lorsque le jeu initialise, les modules issus de la dernière séance de jeu sont chargés. Lorsque le superviseur clique sur la zone proximale d'apprentissages, le panneau de configuration du carré de sable s'ouvre.
2. En cliquant sur les objets dans la zone proximale d'apprentissages, ces objets sont retirés de la zone.
3. En cliquant sur les objets disponibles pour l'intégration, ils s'ajoutent dans la zone proximale d'apprentissages. En cliquant sur le crochet vert, les modifications sont apportées au carré de sable.
4. Le carré de sable est mis à jour en fonction des éléments se trouvant dans la zone proximale d'apprentissages.

L'interface d'adaptation permet de proposer un moyen simple afin d'adapter l'espace de jeux en fonction des capacités d'actions de l'individu.

4.6 Conclusions de l'expérience de design du projet *Star Kart*

Dans ce chapitre, j'ai proposé une preuve de concept des différentes composantes scientifiques par la présentation du carré de sable thérapeutique, présentation qui est basée sur une méthodologie de *design thinking*. Pour ce faire, nous avons créé des objets thérapeutiques à partir de données éprouvées. Nous avons établi les composantes et proposé une validité écologique qui permettait possiblement de transférer les apprentissages faits dans le virtuel vers le réel. Les objets thérapeutiques évaluent l'agentivité du patient. Dans le prochain chapitre, nous présenterons plus en détails les résultats de cette recherche.

Chapitre 5 :

Conclusions de ce mémoire

L'objectif de ce mémoire de recherche-création était de proposer une piste de solution pour créer des expériences interactives numériques d'accompagnement en réadaptation pédiatrique. Dans un premier temps, nous vous proposons un résumé du mémoire. Par la suite, nous analyserons les résultats obtenus pour la preuve de concept et nous terminerons en présentant différents résultats que cette démarche de recherche-création a produits.

5.1 Retour sur l'argumentaire

Dans le premier chapitre proposant le cadre théorique, j'ai présenté l'incidence de l'intégration des technologies dans le contexte de la médecine nord-américaine. Ce mariage entre médecine et technologie fut le moteur d'une meilleure compréhension des aspects de la santé biomédicale, mais a eu comme répercussions d'exclure certains aspects liés à l'accompagnement. Comme nous souhaitons proposer une expérience interactive numérique d'accompagnement en réadaptation pédiatrique, un schéma relationnel entre le patient, le médecin et la technologie a été présenté dans le cadre théorique.

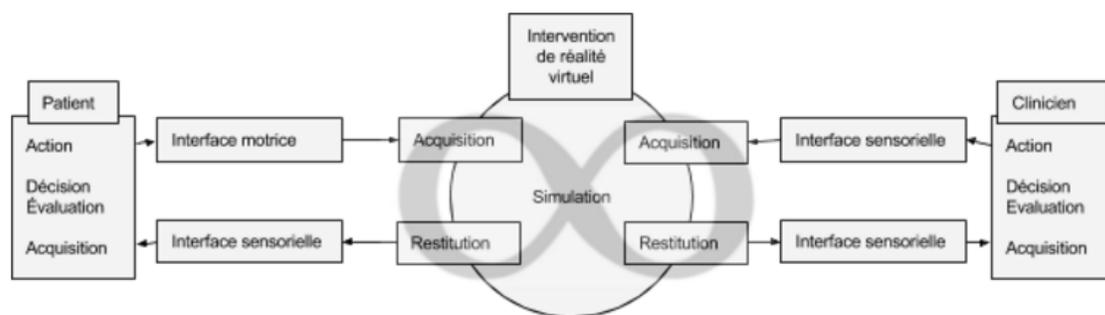


Figure 34: La relation tripartite en réalité virtuelle, Laurent Gosselin, septembre 2016

L'hypothèse de cette recherche était d'utiliser le design pour concevoir une relation tripartite à partir des composantes de la réalité virtuelle et des jeux sérieux.

Dans le second chapitre décrivant la problématique, j'ai présenté l'importance de la mobilité chez la population pédiatrique ainsi que différentes interventions qui sont utilisées dans le réel et dans des environnements virtuels. Finalement, j'ai présenté la difficulté de créer une expérience d'accompagnement qui serait simplement numérique. Cela a mis en lumière l'importance d'intégrer les spécialistes de la santé dans l'expérience thérapeutique interactive numérique.

Nous avons alors posé la question centrale de cette recherche : comment peut-on concevoir une expérience interactive numérique de réadaptation pédiatrique permettant l'accompagnement d'un clinicien?

Dans le troisième chapitre, j'ai traité plus en détails du concept du carré de sable thérapeutique. Un contexte qui utiliserait le concept d'objet frontière afin de gérer la complexité liée à sa conception. Par la suite, j'ai défini les quatre espaces liés à l'expérience :

- L'espace de conception permettrait au designer de produire des objets thérapeutiques en intégrant des composantes spécifiques du cycle perception-action qui est lié à une problématique afin d'évaluer l'agentivité du patient. Il demande également l'intégration de stratégies de motivation du joueur.
- L'espace de jeux permettrait l'intégration du patient dans un espace ludique d'apprentissages.

- L'espace de supervision permettrait l'accompagnement du patient dans l'espace de jeux.
- L'espace d'adaptation permettrait aux spécialistes de la santé d'adapter l'espace de jeux en fonction de l'agentivité du patient.

J'ai alors présenté différents modules permettant de créer ces espaces. À l'aide de ceux-ci, différentes expériences pourront être conçues et pourront être communiquées entre les modules à l'aide de la connectivité afin de fournir un contexte d'accompagnement adéquat.

Dans le chapitre quatre, j'ai présenté comment les différentes composantes conceptuelles se sont déclinées dans une preuve de concept : le projet *Star Kart*. Cette preuve de concept de l'espace de conception a été construite à l'aide de méthodologies issues du *design thinking*. Nous avons donc conçu différents modules de base afin de créer une expérience d'accompagnement ciblant des interventions basées sur l'utilisation de la réalité virtuelle. Ainsi nous avons conçu des objets thérapeutiques à partir de données éprouvées et avons établi les composantes pour proposer une validité écologique afin de transférer les apprentissages faits dans le virtuel vers le réel. Nous avons conçu des modules de supervision, d'adaptation et un environnement stimulant pour la population pédiatrique. J'ai également présenté comment nous avons pu créer les objets thérapeutiques qui évalueraient l'agentivité du patient.

5.2 Analyse des résultats

Afin que le jeu puisse avoir un impact quantifiable et transférable vers le réel, les actions réalisées dans le contexte virtuel doivent être en accord avec la composante que l'on souhaite améliorer. Ainsi, pour habiliter l'enfant à la conduite d'un fauteuil roulant motorisé, le patient doit pouvoir utiliser les contrôleurs de son fauteuil roulant réel. De

plus, le véhicule virtuel se doit de simuler les comportements d'un fauteuil roulant réel afin que le joueur puisse apprendre à les maîtriser. Ces comportements se doivent d'être en rapport avec des situations d'apprentissages qui favoriseront un transfert de compétences vers le réel. Des objets virtuels, des scénarios peuvent donc être conçus en extrayant les compétences des tests d'habilitation réels et en construisant des objets, des quêtes permettant l'acquisition de notions nécessaires à la conduite. L'environnement virtuel agit à titre d'espace d'entraînement dans lequel l'individu acquiert des compétences qui devraient être transférables vers la réalité.

Afin que cette quête soit en accord avec les capacités réelles du joueur, un maître de jeux adaptera les objectifs de cette quête. Cette optimisation génère une expérience optimale d'apprentissages dans laquelle le joueur est placé dans un environnement possédant des objets thérapeutiques qui sont en accord avec son agentivité. De plus, il s'agit d'une thérapie où le patient peut être accompagné par l'expérience virtuelle mais également par d'autres acteurs à qui l'on propose des affordances d'accompagnement.

L'expérience du projet *Star Kart* intègre également trois types d'expériences de réalité virtuelle en santé. Ainsi, des d'apprentissages peuvent avoir lieu en fonction des objets thérapeutiques qui sont dans le carré de sable. Les objets offrent également une méthode diagnostique en mesurant l'agentivité de l'individu. Finalement, comme le spécialiste de la santé et le patient peuvent être présents dans l'expérience, il est possible d'effectuer une forme de médiation par un accompagnement réel afin de dénouer les stress et les angoisses que le patient pourrait avoir face au développement des compétences liées à la conduite d'un fauteuil roulant motorisé.

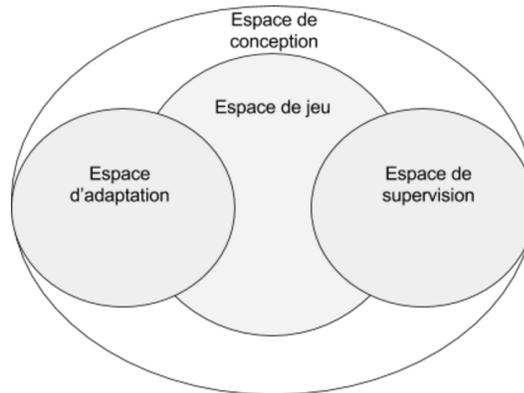


Figure 35 : Le carré de sable thérapeutique, un contexte d'accompagnement innovant. Laurent Gosselin, juin 2016.

La preuve de concept présentée dans le cadre de ce mémoire de recherche-crédation se veut un essai sur l'accompagnement par des superviseurs et des spécialistes autour d'un patient dans le contexte de la réadaptation. L'innovation de cette démarche consiste en le fait que l'accompagnement ne se limite pas seulement aux acteurs de l'expérience thérapeutique. Le designer devrait également agir à titre d'accompagnateur en modelant l'expérience aux besoins des utilisateurs. Ainsi, cette approche de design centrée sur les besoins des utilisateurs est essentielle afin de développer une adéquation entre les besoins thérapeutiques, entre les affordances proposées et entre l'agentivité des différents utilisateurs et leurs intérêts spécifiques. Comme nous l'avons vu précédemment, l'accompagnement consiste à être présent pour son utilisateur, c'est-à-dire aller à sa suite. « Il ne s'agit pas de dicter le chemin à l'autre, mais bien d'aller à sa rencontre là où il se trouve, de l'accompagner en ne perdant pas de vue son caractère unique » (Roberge, 1998, p. 156). Ainsi, la vision du carré de sable thérapeutique implique que le designer agisse également à titre d'accompagnateur de l'ensemble des utilisateurs de l'expérience qu'il conçoit. En continuant mes démarches

qui impliquent les différents utilisateurs, nous sommes d'avis que le carré de sable thérapeutique pourrait devenir un contexte thérapeutique unique en réadaptation.

Les quatre espaces qui furent réalisés pour *Star Kart* proposent la première preuve de concept du carré de sable thérapeutique. Elle illustre comment l'accompagnement dans les expériences interactives pourrait prendre forme.

Type d'espace	Espace de jeu	Espace de supervision	Espace d'adaptation
Les éléments présents dans la preuve de concept	<ul style="list-style-type: none"> • Vue immersive • Vue descriptive/immersive • Contrôler le véhicule virtuel avec les accès de fauteuils roulants • Comportements de physique simulés • Indicateurs visuels pour diriger le joueur • Rétroaction sur les erreurs commises 	<ul style="list-style-type: none"> • Vue descriptive • Peut animer des jeux avec les objets thérapeutiques • Peut placer des indicateurs visuels • Choisir une personne avec qui interagir • Peut déplacer le joueur choisit • Peut configurer la vitesse du véhicule 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les éléments de l'espace de supervision • Visualiser les statistiques d'un patient • Adapter la zone proximale d'apprentissages en modifiant les objets thérapeutiques qui sont dans le carré de sable thérapeutique en fonction de l'agentivité du joueur
Type d'accompagnement	Permet l'accompagnement par les pairs	Permet l'accompagnement dans les activités d'apprentissages	Permet l'adaptation de l'expérience en fonction de l'agentivité d'une personne

Figure 36 : Les 3 espaces de l'expérience. Laurent Gosselin, juin 2016.

La preuve de concept du projet *Star Kart* propose un contexte d'habilitation polyvalent ciblant différents types d'utilisateurs. Dans cette expérience, trois formes d'accompagnement furent proposées. La première consiste en l'espace de supervision qui permettrait à un adulte ou un ami d'accompagner un individu dans les apprentissages de compétences spécifiques. Un superviseur peut également agir à titre de joueur pour jouer avec l'enfant afin de lui montrer ce qu'il doit faire. De plus, le superviseur peut créer des jeux à partir de règles qu'il aura lui-même établies. Dans un

second temps, l'espace d'adaptation permet de choisir différents objets thérapeutiques qui sont en accord avec l'agentivité de l'individu. Dans l'espace d'adaptation, les éléments de l'espace de supervision sont intégrés permettant au clinicien de superviser. Finalement, l'espace de conception permettra au designer d'accompagner l'ensemble des utilisateurs afin de comprendre leurs besoins et ainsi fournir une solution qui les respecte.

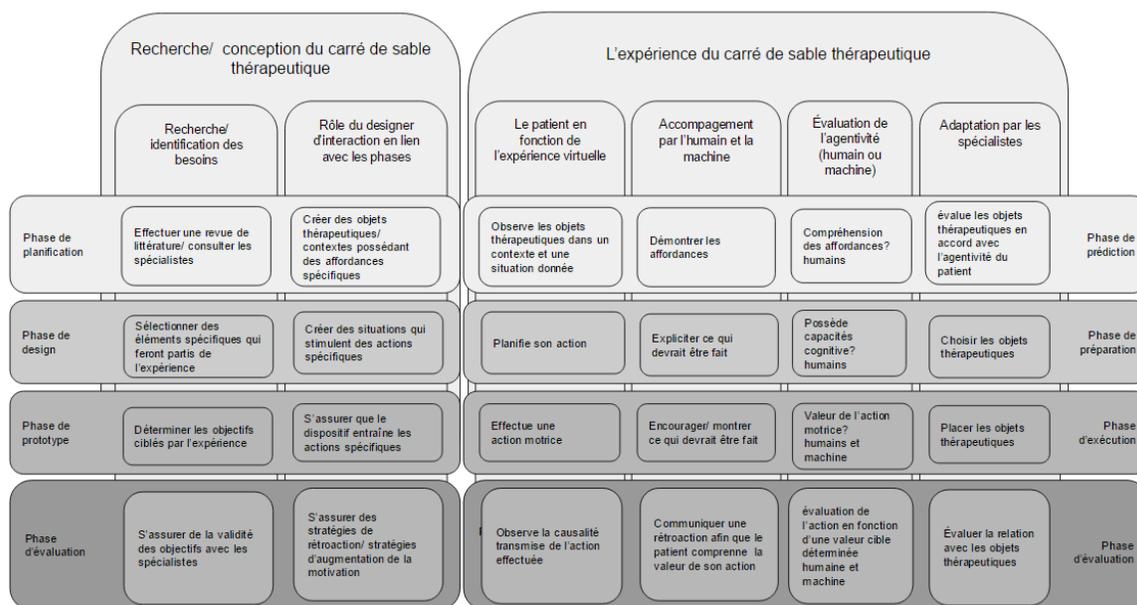


Figure 37 : Synthèse de proposition du carré de sable thérapeutique. Laurent Gosselin, juin 2016.

5.2.1 Limite de la recherche et de la preuve de concept

Bien que ce mémoire propose une recherche exhaustive en présentant le carré de sable thérapeutique, des démarches réalisées devront être validées dans le cadre d'une autre recherche. À ce stade, nous ne pouvons pas affirmer que ce concept soit valide. Nous pouvons seulement affirmer que sa conception m'a permis de me familiariser avec le domaine de la réadaptation et des enjeux présents dans ce domaine. Une validation devra donc être effectuée dans de prochaines démarches de recherche.

Malgré que deux cliniciennes aient proposé le projet originalement, celles-ci ont dû se retirer du projet après la première année. Comme nous sommes loin de la vision originale qui avait été proposée à la fin de 2014 (simulateur), une évaluation du concept par des spécialistes de la santé sera nécessaire afin de rendre conforme le carré de sable thérapeutique. La preuve de concept a été réalisée en fonction de l'objectif de créer un contexte permettant de développer un lien de confiance entre le clinicien et l'enfant, mais cette réalité reste encore à prouver.

Les données sur lesquelles sont basés les différents objets thérapeutiques sont utilisées pour l'habilitation d'adulte. Dans le but de créer une expérience qui ciblerait des enfants, une étude permettant d'évaluer leurs besoins et ceux des cliniciens sera nécessaire.

La composante de sauvegarde de l'informations n'a malheureusement pas été intégrée dans la preuve de concept. Bien que l'information ait été transmise entre les espaces en temps réel, le protocole de sauvegarde demandera une recherche plus approfondie et l'implication de programmeurs en bases de données. Afin de concevoir cette composante, une étude liée aux différents paramètres de la connectivité dans les cliniques devra être effectuée.

À l'origine, cette recherche portait sur la conception de jeux sérieux dans le contexte de la réadaptation. En approfondissant mes recherches, j'ai été en mesure de constater qu'il y avait peu d'expériences sur la notion de l'accompagnant. En concentrant ce mémoire sur cette notion et la proposition du carré de sable thérapeutique, j'ai dû simplifier les aspects liés aux jeux sérieux. Le cadre élaboré représente un point de départ dans lequel les jeux sont conçus comme des plateaux de jeux de rôles où des joueurs sont dirigés par des maîtres de jeux. Par contre, les aspects liés à

l'automatisation n'ont pas pu être pleinement intégrés dans les limites du cadre de ce mémoire.

5.3 Un intérêt important

Ce projet de recherche-crédation a permis de produire des résultats dans une multitude de contextes. Voici donc un court résumé de l'impact du projet.

5.3.1 Présentation dans des contextes stimulants

En mai 2015, une première version du carré de sable thérapeutique fut présentée dans une conférence portant sur les jeux sérieux à l'ACFAS se déroulant à Rimouski. À la fin du stage de l'été 2015, les résultats furent présentés au centre des sciences dans le cadre de l'exposition *Game On*. Le projet fut très bien reçu par le public



Figure 38 : Présentation lors de l'évènement Jeux à portée sociale : de kossé?, Alexia Bhéreur-Lagounaris, Mars 2016

sur place. Plusieurs familles purent jouer ensemble, frère et sœur dans l'espace de jeux et les parents utilisant l'interface d'adaptation et de supervision. Le projet fut

également présenté lors de trois journées jeunes prodigues soit, au Collège de Bois-

de-Boulogne, dans le *big indie Pitch* lors du sommet de jeux de Montréal et lors de l'évènement de jeux indépendants de Montréal joué à la SAT. Le concept du carré de sable thérapeutique fut également présenté lors de la conférence de Jeux à portée sociale, activité de Montréal joué et lors de la conférence 2016, l'année de la réalité virtuelle et augmentée au HEC. Le 14 juin 2016, Madame Paula Rushton présenta le projet *Star Kart* lors de la conférence European Seating Symposium qui se déroulait à Dublin (ESS).

5.3.2 Un projet de doctorat en réadaptation

En plus des présentations publiques, le projet a reçu de la reconnaissance indirecte. La chercheuse Paula Rushton a proposé de poursuivre la création du projet en tant que ma directrice de doctorat dans le domaine de la réadaptation. En septembre 2016, je débute donc mes études en réadaptation pour poursuivre les démarches entreprises dans le cadre de ces recherches.

5.3.3 Des partenaires importants



Figure 40 : logo de Square Enix pris sur le site internet <https://www.square-enix-montreal.com/> Juin 2016



**Collège
de Bois-de-Boulogne**

Figure 39 : Logo du collège de BDEB pris sur le site internet <http://bdeb.qc.ca/> Juin 2015



**Collège de
Maisonneuve**



Figure 42 : Logo du collège de Maisonneuve pris sur le site internet <http://www.cmaisonneuve.qc.ca/> Juin 2016

Figure 41 : Logo de INTER pris sur le site internet <http://regroupementinter.com/fr/> Juin 2015

Après deux années d'expérimentation, des étudiants de plus de quatre programmes du Collège de Bois-de-Boulogne (BDEB) ont participé aux différents stages ce qui a permis l'avancement du projet. Pour le stage de l'été 2016, des étudiants provenant du Collège de Maisonneuve ont rejoint l'équipe de BDEB afin de collaborer et de fournir une expertise complémentaire. Le stage de l'été

2016 fut également commandité par une compagnie importante de jeux vidéo : *Square-Enix Montréal*. Cela a permis à l'équipe de présenter les résultats du stage à des professionnels de l'industrie. À l'automne 2015, un comité de spécialistes de la réadaptation fut formé afin de proposer le projet au regroupement INTER. Le comité fut composé de Paula Rushton, Philippe Archambault, Mikael Begon et François Routhier. Ainsi, en janvier 2016, avec l'aide de Tatiana Ourtsogova, j'ai amorcé une revue de littérature systématique portant sur l'impact du réalisme de la tâche dans les expériences de réalité virtuelle chez une population pédiatrique ayant des besoins spéciaux. Cet article devrait être soumis pour être publié en janvier 2017. À l'hiver 2016, j'ai rejoint Jean-François Lam, un étudiant de madame Rushton à la maîtrise, comme second évaluateur pour une revue de littérature systématique portant sur les différentes stratégies utilisées en réalité virtuelle pour les problématiques reliées à la mobilité. Cet article devrait être soumis pour être publié à la fin de l'année 2016.

5.3.4 Vers une communauté de pratique ?

Depuis le début des démarches qui ont mené à la création du projet *Star Kart*, plusieurs partenaires ont collaboré afin de développer ce projet. La preuve de concept de ce projet est une somme de l'implication d'équipes interdisciplinaires qui ont à cœur la santé des enfants ayant des besoins spéciaux.



Figure 43 : Du cours d'esquisse au projet *Star Kart*. Image de gauche Jasmina Vasquez-Carmel, novembre 2015; Image du centre: Jasmina Vasquez-Carmel, Kristina Charette, Katia Chauret, Delyan Farashev, Gergo Gebel et Gauthier Fekkar, décembre 2015; Image de droite: Jasmina Vasquez-Carmel, Jessica Monast, Roxane Chartrand et Alexandre Pageot, juin 2016.

De plus, le projet permet à un ensemble important d'étudiants de collaborer à un projet. Par exemple, la figure 46 représente le travail de conception d'une étudiante (gauche) pour que l'équipe puisse tester l'esthétique dans un logiciel 3d (centre) dans le cadre du cours d'esquisse de présentation de l'automne 2015. En juin 2016, une autre équipe a retravaillé l'image afin de proposer l'esthétique d'un prochain niveau dans *Star Kart*. La troisième image est le produit de quatre niveaux d'études : de première année de technique (Monast, Pageot) à première année au baccalauréat (Chartrand). Ainsi, lors de la réalisation du projet, plusieurs initiatives ont été possibles :

1. Intégrer des devoirs en lien avec le projet dans le cadre de cours dans des programmes pertinents.
2. Offrir des stages pour les étudiants de disciplines en lien avec le projet.
3. Utiliser des composantes réalisées lors du projet comme outils pédagogiques.

Par exemple, utiliser un personnage du projet pour des exercices d'animations.

Cela ne représente qu'un point de départ, car le Collège de Bois-de-Boulogne a décidé de soutenir les initiatives du projet par différentes stratégies. Comme je continue mes études au doctorat en réadaptation, il sera possible de poursuivre les démarches entreprises une fois que le projet obtiendra un soutien clinique.

5.4 Conclusion

En conclusion, l'objectif avec ce mémoire était d'amorcer les démarches de conception d'un outil de réadaptation à l'intention des praticiens de la réadaptation, des accompagnateurs et des patients. Nous nous sommes interrogées sur le rôle du designer d'interaction dans le contexte de la création d'un projet de jeu en santé. Ma démarche nous a permis de valider plusieurs pistes de recherche et de cheminer vers des études doctorales. Ce projet m'a permis de transférer différentes notions que j'ai

développées en tant que designer d'interaction et pédagogue vers le contexte de la réadaptation. Pouvons-nous dire que nous réussissons à créer un outil qui servira dans le contexte de la réadaptation? nous ne pouvons sérieusement pas l'affirmer tant que des études plus approfondies ne permettront pas de valider mes hypothèses. C'est avec cet objectif que je joindrai le doctorat de réadaptation à l'automne 2016.

Concevoir une approche holistique intégrant l'interactivité numérique dans le contexte de la réadaptation pourrait mener à de nouvelles avancées et innovations dans les multiples problématiques du domaine de la réadaptation. Nous ne prétendons pas répondre à toutes les questions dans le cadre de ce mémoire. Il s'agit de la première pierre posée afin de bâtir les fondations d'un édifice complexe. Nous cherchons à rétablir l'équilibre entre les technologies, les praticiens de la réadaptation et les patients dans le contexte de la réadaptation en intégrant un designer dans l'équation. Il s'agit d'une quête afin de créer un nouveau contexte d'enseignement où le designer d'interaction agit à titre de planificateur d'évènements ludiques, de quêtes poursuivant des apprentissages spécifiques. Le carré de sable thérapeutique présente la première étape qui, nous l'espérons, nous permettra de créer des jeux sérieux permettant un accompagnement qui propose des affordances adaptées aux différents acteurs impliqués dans le processus de réadaptation.

Références

Ouvrages

- Breton, Philippe. 1995. *A l'image de l'Homme: du Golem aux créatures virtuelles*: Seuil.
- Brown, Tim. 2009. "Change by design." HarperBusiness
- Calleja, Gordon. 2011. *In-game : from immersion to incorporation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. 1996. "Flow and the psychology of discovery and invention." *New York: Harper Collins*.
- Gibson, Eleanor Jack, and Anne D Pick. 2000. *An ecological approach to perceptual learning and development*: Oxford University Press, USA.
- Gibson, James J. 1979. *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Koster, R. 2013. *Theory of Fun for Game Design*: O'Reilly Media.
- Marceau, J. 2014. *Quelle santé pour demain ? : quand le numérique bouleverse la médecine*: Editions Gallimard.
- Murray, Janet H. 2011. *Inventing the medium: principles of interaction design as a cultural practice*: The MIT Press.
- Norman, Donald A. 2013. *The design of everyday things: Revised and expanded edition*: Basic books.
- Reiser, Stanley Joel. 2009. *Technological medicine : the changing world of doctors and patients*. New York: Cambridge University Press.
- Roberge, Michèle. 1998. *Tant d'hiver au cœur du changement: essai sur la nature des transitions*: Sainte-Foy, Québec: Septembre.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Tricot, Mathieu. 2011. *Philosophie des jeux vidéo*. Paris: Zones.
- Turkle, Sherry. 2012. *Alone together: Why we expect more from technology and less from each other*: Basic books.
- Vial, Stéphane. 2015. *Le design. Que sais-je ?*
- Vygotsky, Lev Semenovich, and Robert W Rieber. 1988. *The collected works of LS Vygotsky: Volume 1: Problems of general psychology, including the volume Thinking and Speech*. Vol. 1: Springer Science & Business Media.
- Wenger, Etienne. 1998. "Communities of practice: Learning as a social system." *Systems thinker*.
- Etienne Wenger, Richard Arnold McDermott, William Snyder. 2002 "Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge" Harvard Business Press
- Winnicott, Donald Woods, Claude Monod, and Jean-Bertrand Pontalis. 1975. *Jeu et réalité: l'espace potentiel*. Vol. 1: Gallimard Paris.

Articles

- Adamovich, Sergei V, Gerard G Fluet, Eugene Tunik, and Alma S Merians. 2009. "Sensorimotor training in virtual reality: a review." *NeuroRehabilitation*
- Archambault PS, Sorrento G*, Routhier F and Boissy P. (2010). Assessing improvement of powered wheelchair driving skills using a data logging system. *RESNA*.
- Archambault PS, Tremblay S, Cachecho S, Routhier F and Boissy P. (2012). Driving performance in a power wheelchair simulator. *Disab Rehabil: Assist Tech*
- Archambault PS, Tao G*, Torkia C, Boissy P, Lemay M, Routhier F, Reid D, Ryan SE and Woodhouse J. (2013). Development of a new virtual environment for a power wheelchair simulator: A user-centered approach. *International Conference on Virtual Rehabilitation, Philadelphia*

- Archambault, P. S., Blackburn, É., Routhier, F., Reid, D., Miller, W. C., & Kirby, R. L. (2015, June). Development and user validation of driving tasks for a power wheelchair simulator. In *Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on* (pp. 172-173). IEEE.
- Bandura, Albert. 1994. Self-efficacy: Wiley Online Library.
- Bandura, Albert. 2001. "Social cognitive theory: An agentic perspective." *Annual review of psychology* 52
- Bart, Orit, Noomi Katz, Patrice L Weiss, and Naomi Josman. 2008. "Street crossing by typically developed children in real and virtual environments." *OTJR: Occupation, Participation and Health* 28
- Bossard, Cyril, Gilles Kermarrec, Cédric Buche, and Jacques Tisseau. 2008. "Transfer of learning in virtual environments: a new challenge?" *Virtual Reality*
- Bouchard, Stéphane, Claudie Loranger, Isabelle Giroux, Christian Jacques, and Geneviève Robillard. 2014. "Using Virtual Reality to Provide a Naturalistic Setting for the Treatment of Pathological Gambling." *The Thousand Faces of Virtual Reality*.
- Brien, Marie, and Heidi Sveistrup. 2011. "An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy." *Pediatric Physical Therapy* 23 (
- Burdea, Grigore, and Philippe Coiffet. 2003. "Virtual reality technology." *Presence: Teleoperators and virtual environments*
- Cahen, Roland, Carl Gustav Jung, Carl Gustav Jung, Psychologist Psychiatrist, Carl Gustav Jung, and Psychologue Psychiatre. 1986. *Dialectique du moi et de l'inconscient*: Gallimard.
- Cameirao, M. S., S. B. Badia, E. D. Oller, and P. F. Verschure. 2010. "Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation." *J Neuroeng Rehabil*
- Candler, Catherine, and Harry Meeuwssen. 2002. "Implicit learning in children with and without developmental coordination disorder." *American Journal of Occupational Therapy*
- Carlile, Paul R. 2004. "Transferring, translating, and transforming: An integrative framework for managing knowledge across boundaries." *Organization science*
- Chen, Yu-Ping, Lin-Ju Kang, Tien-Yow Chuang, Ji-Liang Doong, Shwn-Jan Lee, Mei-Wun Tsai, Suh-Fang Jeng, and Wen-Hsu Sung. 2007. "Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design." *Physical therapy*
- Cheung, Katharine L, Eugene Tunik, Sergei V Adamovich, and Lara A Boyd. 2014.m "Neuroplasticity and virtual reality." In *Virtual Reality for Physical and Motor Rehabilitation*, 5-24. Springer.
- Connors, Erin C, Elizabeth R Chrastil, Jaime Sánchez, and Lotfi B Merabet. 2013. "Action video game play and transfer of navigation and spatial cognition skills in adolescents who are blind." *Frontiers in human neuroscience*
- Fuchs, Philippe, Guillaume Moreau, and Pascal Guitton. 2011. *Virtual reality : concepts and technologies*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Furumasu, J., Guerette, P., & Tefft, D. (2004). Relevance of the pediatric powered wheelchair screening test for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*,
- Galvin, Jane, and Danielle Levac. 2011. "Facilitating clinical decision-making about the use of virtual reality within paediatric motor rehabilitation: Describing and classifying virtual reality systems." *Developmental Neurorehabilitation*
- Gaver, William W. 1991. "Technology affordances." Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- Hardy, Sandro, Tim Dutz, Josef Wiemeyer, Stefan Göbel, and Ralf Steinmetz. 2015. "Framework for personalized and adaptive game-based training programs in health sport." *Multimedia Tools and Applications*
- Hasdai, Aya, Adam S Jessel, and Patrice L Weiss. 1998. "Use of a computer simulator for training children with disabilities in the operation of a powered wheelchair." *American Journal of Occupational Therapy*.

- Herrera, Gerardo, Francisco Alcantud, Rita Jordan, Amparo Blanquer, Gabriel Labajo, and Cristina De Pablo. 2008. "Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders: two case studies." *Autism: The International Journal Of Research And Practice*
- Holt, P.J. 1976. "Causality and our Conception of Matter." *Analysis*
- Huhn, K., Guarrera-Bowlby, P., & Deutsch, J. E. (2007). The clinical decision-making process of prescribing power mobility for a child with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*
- Jarvis, Matt. 2005. *The psychology of effective learning and teaching*: Nelson Thornes.
- Josman, Naomi, Hadass Milika Ben-Chaim, Shula Friedrich, and Patrice L Weiss. 2008. "Effectiveness of virtual reality for teaching street-crossing skills to children and adolescents with autism." *International Journal on Disability and Human Development*
- Kairy, Dahlia, Mirella Veras, Philippe Archambault, Alejandro Hernandez, Johanne Higgins, Mindy F Levin, Lise Poissant, Amir Raz, and Franceen Kaizer. 2016. "Maximizing post-stroke upper limb rehabilitation using a novel telerehabilitation interactive virtual reality system in the patient's home: study protocol of a randomized clinical trial." *Contemporary clinical trials*
- Kenyon, Robert V, and Stephen R Ellis. 2014. "Vision, perception, and object manipulation in virtual environments." In *Virtual Reality for Physical and Motor Rehabilitation*, 47-70. Springer.
- Kirby, RL. 2013. *Wheelchair skills program 2012*.
- Kirby, RL. 2014. "Guide du programme d'entraînement aux habilités en fauteuil roulant"
- Lahav, O.; Mioduser, D. 2005. "Blind persons' acquisition of spatial cognitive mapping and orientation skills supported by virtual environment." *Journal of Endocrine Genetics*
- Lange, B, Sheryl M Flynn, and AA Rizzo. 2009. "Game-based telerehabilitation." *Eur J Phys Rehabil Med*
- Lange, Belinda, Sebastian Koenig, Chien-Yen Chang, Eric McConnell, Evan Suma, Mark Bolas, and Albert Rizzo. 2012. "Designing informed game-based rehabilitation tasks leveraging advances in virtual reality." *Disability and rehabilitation*
- Levac, Danielle, Patricia Miller, and Cheryl Missiuna. 2012. "Usual and virtual reality video game-based physiotherapy for children and youth with acquired brain injuries." *Physical & occupational therapy in pediatrics*
- Levac, Danielle E., and Jane Galvin. 2011. "Facilitating clinical decision-making about the use of virtual reality within paediatric motor rehabilitation: Application of a classification framework." *Developmental Neurorehabilitation*
- Levac, Danielle E., and Jane Galvin. 2013. "When Is Virtual Reality "Therapy"?" *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*
- Levac, Danielle E, and Heidi Sveistrup. 2014. "Motor learning and virtual reality." In *Virtual Reality for Physical and Motor Rehabilitation*, 25-46. Springer.
- Lindquist, J. E., Mack, W. , & Parham, 1984. "A synthesis of occupational behavior and sensory integration concepts in theory and practice, part 1. Theoretical foundations." *American Journal of Occupational Therapy*
- Livingstone, R., & Paleg, G. (2014). Practice considerations for the introduction and use of power mobility for children. *Developmental Medicine & Child Neurology*
- Livingstone, R., & Paleg, G. (2013). Practice considerations for the introduction and use of power mobility for children. *Developmental Medicine & Child Neurology*
- Lohse, Keith R, Lara A Boyd, and Nicola J Hodges. 2015. "Engaging Environments Enhance Motor Skill Learning in a Computer Gaming Task." *Journal of motor behavior*.
- Lohse, Keith R, Lara A Boyd, and Nicola J Hodges. 2016. "Engaging environments enhance motor skill learning in a computer gaming task." *Journal of motor behavior*
- Majdolahrafi, Majid, Majid Nili Ahmadabadi, and A Ghazavi. 2002. "A desktop virtual environment to train motorized wheelchair driving." *Systems, Man and Cybernetics, 2002 IEEE International Conference*
- Maskey, Morag, Jessica Lowry, Jacqui Rodgers, Helen McConachie, and Jeremy R. Parr. 2014. "Reducing specific phobia/fear in young people with autism spectrum disorders (ASDs) through a virtual reality environment intervention." *Plos One*

- Matheis, R. J., M. T. Schultheis, L. A. Tiersky, J. DeLuca, S. R. Millis, and A. Rizzo. 2007. "Is learning and memory different in a virtual environment?" *Clin Neuropsychol*
- Morere, Yann, Guy Bourhis, Kevin Cosnau, Georges Guilmois, Emmanuelle Blangy, and Emilie Rumilly. 2015. "ViEW, a wheelchair simulator for driving analysis." Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on.
- Morina, N.; Ijntema, H.; Meyerbröcker, K.; Emmelkamp, P. M. G. 2015. "Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments." *Behaviour Research and Therapy*
- Neale, H. R., D. J. Brown, S. V. G. Cobb, and J. R. Wilson. 1999. "Structured Evaluation of Virtual Environments for Special-Needs Education." *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 8
- Nilsson, L., Eklund, M., Nyberg, P., & Thulesius, H. (2011). Driving to learn in a powered wheelchair: The process of learning joystick use in people with profound cognitive disabilities. *American Journal of Occupational Therapy*
- Parsons, Thomas D, Arvind Iyer, Louise Cosand, Chris Courtney, and Albert A Rizzo. 2009. "Neurocognitive and psychophysiological analysis of human performance within virtual reality environments." *Studies in Health Technology and Informatics*
- Tao, G., & Archambault, P. S. (2016). Powered wheelchair simulator development: implementing combined navigation-reaching tasks with a 3D hand motion controller. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*
- Riener, R.; Dislaki, E.; Keller, U.; Koenig, A.; Van Hedel, H.; Nagle, A. 2013. "Virtual reality aided training of combined arm and leg movements of children with cp." *Studies in Health Technology and Informatics*.
- Riva, Giuseppe Riva, Andrea Gaggioli, Alessandra Gorini, Laura Carelli, Claudia Repetto, Davide Algeri, and Cinzia Vigna. 2009. "Virtual reality as empowering environment for personal change: The contribution of the applied technology for neuro-psychology laboratory." *Anuario de psicología / The UB Journal of psychology*
- Rizzo, Albert, and Gerard Jounghyun Kim. 2005. "A SWOT analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy." *Presence: Teleoper. Virtual Environ*
- Sawatzky, B., Rushton, P. W., Denison, I., & McDonald, R. (2012). Wheelchair skills training programme for children: A pilot study. *Australian occupational therapy journal*,
- Schmuckler, Mark A. 2001. "What is ecological validity? A dimensional analysis." *Infancy* 2
- Star, Susan Leigh, and James R Griesemer. 1989. "Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39." *Social studies of science*
- Weiss, Patrice L., Emily Anne Keshner, and Mindy F. Levin. 2014. *Virtual reality for physical and motor rehabilitation, Virtual reality technologies for health and clinical applications*. New York: Springer.
- Weiss, Patrice L. Tamar, Pnina Bialik, and Rachel Kizony. 2003. "Virtual reality provides leisure time opportunities for young adults with physical and intellectual disabilities." *Cyberpsychology & Behavior: The Impact Of The Internet, Multimedia And Virtual Reality On Behavior And Society*
- Withagen, Rob, Harjo J. de Poel, Duarte Araújo, and Gert-Jan Pepping. 2012. "Affordances can invite behavior: Reconsidering the relationship between affordances and agency." *New Ideas in Psychology*.

Sitographie

IxDA. 2016. "Definition of IxD." <http://ixda.org/> Consulté le 10 juin 2016

Blouin M, Vallejo Echeverri LE. 2010. La réadaptation. In: JH Stone, M Blouin, editors. International Encyclopedia of Rehabilitation. <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/fr/article/304/> Consulté le 10 juin 2016

- Camden C, Tétréault S, Swaine B. 2010. La réadaptation chez l'enfant : comment diffère-t-elle de la réadaptation chez l'adulte?. In: JH Stone, M Blouin, editors. International Encyclopedia of Rehabilitation. <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/fr/article/274/> Article consulté le 11 juin 2016
- Ramq, ce que vous devez savoir sur votre fauteuil roulant
<http://www.ramq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/citoyens/fr/autres/brochure-fauteuil-roulant-fr.pdf> Consulté le 10 juin 2016
- Nettendance, "portrait numérique des foyers québécois"*
<http://www.cefrio.qc.ca/netendances/portrait-numerique-des-foyers-quebecois/> Consulté le 20 novembre 2016
- OMS 2013, Initiative mondiale pour l'élimination de la cécité évitable
<http://www.who.int/blindness/french.pdf> Consulté le 10 juin 2016
- OMS 2011, *Joint position paper on the provision of mobility devices in less resourced settings*
<http://www.who.int/disabilities/publications/technology/en/#> Consulté le 10 juin 2016
- Statistique Canada, Technologies : connaissances acquises <http://www5.statcan.gc.ca/olc- cel/olc.action?ObjId=88-003-X20060029245&ObjType=47&lang=fr&limit=0> Consulté le 10 juin 2016

Médiagraphie

- Gosselin, Laurent "Premier vidéo de présentation"
[\[https://www.youtube.com/watch?v=l8tjHc_0bYQ\]](https://www.youtube.com/watch?v=l8tjHc_0bYQ) [Consulté le 25 novembre 2014]
- Gosselin, Laurent "Vidéo de présentation au centre des sciences"
[\[https://www.youtube.com/watch?v=gyTDeDv_rE_s\]](https://www.youtube.com/watch?v=gyTDeDv_rE_s) [Consulté le 17 juillet 2015]
- Gosselin, Laurent "Le carré de sable thérapeutique"
[\[https://www.youtube.com/watch?v=U1nFKg7JRAA\]](https://www.youtube.com/watch?v=U1nFKg7JRAA) [consulté le 28 mai 2016]