



HAL
open science

Le "game design" de jeux thérapeutiques : Modèles et méthodes pour la conception du gameplay

Stéphanie Mader

► **To cite this version:**

Stéphanie Mader. Le "game design" de jeux thérapeutiques : Modèles et méthodes pour la conception du gameplay. Modélisation et simulation. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, 2015. Français. NNT : 2015CNAM1011 . tel-01344418

HAL Id: tel-01344418

<https://theses.hal.science/tel-01344418v1>

Submitted on 11 Jul 2016

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

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

**ÉCOLE DOCTORALE INFORMATIQUE, TÉLÉCOMMUNICATION ET
ÉLECTRONIQUE (PARIS)**

ÉQUIPES MIM / ILJ – LABORATOIRE CEDRIC

THÈSE présentée par :

Stéphanie MADER

soutenue le : **06 novembre 2015**

pour obtenir le grade de : **Docteur du Conservatoire National des Arts et Métiers**

Discipline/ Spécialité : Informatique

**Le game design de jeux thérapeutiques
Modèles et méthodes pour la conception du gameplay**

THÈSE dirigée par :

Monsieur NATKIN Stéphane

Professeur du CNAM, HDR, CNAM

Co-dirigée par :

Monsieur LEVIEUX Guillaume

Maître de Conférences, CNAM

RAPPORTEURS :

Monsieur BRANGIER Eric

Professeur, HDR, Université de Lorraine

Monsieur CHAMPAGNAT Ronan

Maître de Conférences, HDR, IUT de La Rochelle

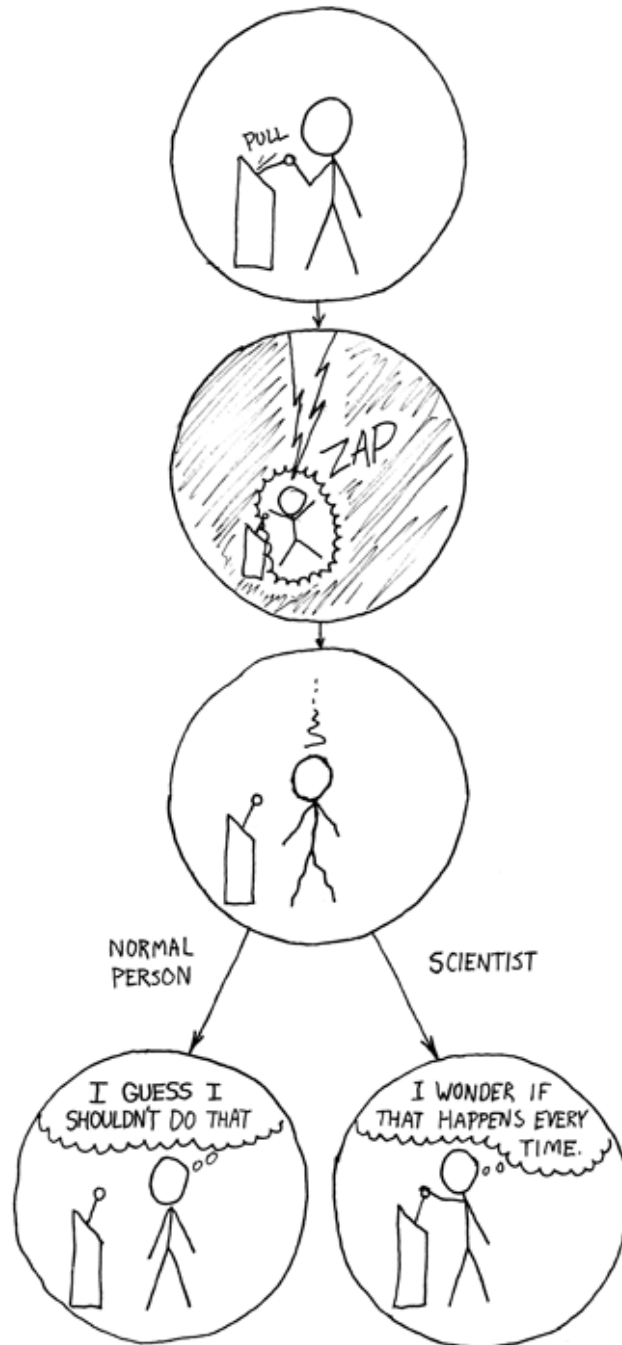
JURY :

[Monsieur ALVAREZ Julian]

Professeur associé, Université de Lille

[Monsieur DESLYS Jean-Philippe]

Directeur de recherche, HDR, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)



The difference - XKCD.com

Remerciements

J'ai toujours eu conscience d'avoir beaucoup de chance dans la vie. L'aboutissement de cette thèse ne fait pas exception. Si je dois ce résultat à mon travail, je le dois aussi à de nombreuses personnes qui, tout au long de ma vie, ont fait de moi qui je suis, m'ont soutenue dans mes projets, m'ont ouvert les portes et les opportunités pour débiter ce travail de thèse, et m'ont accompagnée dans ce travail de recherche en particulier. Ces remerciements sont donc l'expression écrite de ma gratitude envers ces nombreuses personnes, famille, amis, et collègues, de France et de Suisse. J'espère n'avoir oublié personne dans ce désordre chronologique et géographique.

Avant d'arriver à cette thèse, il faut remonter quelques années en arrière, en 2008, lorsque je passais les concours pour intégrer le master de l'ENJMIN en game design.

C'est pendant les examens écrits de ce concours d'admission que j'ai aperçu Stéphane Natkin pour la première fois. Si j'ai pensé qu'il y avait quelque chose de bien particulier dans ce regard, je ne me doutais pas que quelques années plus tard, il serait mon directeur de thèse. Faire une thèse n'était pas prioritaire dans mon plan de carrière, mais cette rencontre avec Stéphane Natkin et ce sujet de thèse qui me posait question étaient trop tentants pour que je passe à côté de cette opportunité.

Ainsi c'est non seulement au titre de directeur de thèse que je remercie Stéphane Natkin, mais aussi en tant que directeur de l'ENJMIN. Je le remercie tout d'abord d'avoir élargi mon horizon de possibles tant d'un point de vue pratique que d'un point de vue intellectuel. Je le remercie ensuite d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse et d'avoir guidé mes travaux de recherche pendant plus de quatre années.

Je remercie aussi mon encadrant Guillaume Levieux, pour son implication dans mon travail, pour ses retours précis, et pour nos longues discussions sur ce qu'est un bon travail de recherche scientifique.

Ensuite, je remercie les rapporteurs de cette thèse : Eric Brangier et Ronan Champagnat, et les examinateurs : Julian Alvarez et Jean-Philippe Deslys.

Merci à toute l'équipe ILJ, les permanents comme les temporaires pour les coups de main et les discussions. Je tiens particulièrement à remercier Axel Buendia, Simon Chauvin, Thomas Constant, Jérôme Dupire, Viviane Gal, Delphine Soriano, Guillaume Tiger, et Alexandre Topol.

Je remercie le Fond National Suisse pour la Recherche Scientifique (FNS) d'avoir financé ma seconde année de thèse au travers d'une bourse.

Pour leurs conseils avisés sur les aspects santé de mes modèles, je remercie le Dr Marie-Françoise Rouxel et Charlène Hiberty. Je remercie aussi les étudiants du master ENJMIN (2013-2015) et de la licence professionnelle GD/LD de l'IUT de Bobigny (2014-2015) pour leur participation dans mes expérimentations.

Tout particulièrement, je tiens à remercier Catherine Rolland pour son soutien dans mes projets et son amitié depuis notre rencontre sur le projet du Village aux Oiseaux.

Mon admission à l'ENJMIN est une étape importante sans laquelle cette thèse n'aurait pu exister. N'ayant pas suivi un parcours d'étude classique, l'ENJMIN a été le moment où j'ai pu reprendre des études grâce au système d'acquis l'expérience professionnelle.

Je remercie donc toute l'équipe pédagogique de l'ENJMIN et notamment ceux qui participaient au jury d'admission : Emmanuel Guardiola, Stéphane Natkin et Armelle Prigent. Je remercie en outre Emmanuel Guardiola de m'avoir recrutée par la suite pour travailler sur le Village aux Oiseaux, ce projet étant à l'origine de ce travail de thèse.

Au travers de l'ENJMIN, de nouvelles amitiés se sont aussi forgées et m'ont ouverts de nouvelles perspectives. Merci à Julie Stuyck, Aymeric Schwartz, Mélanie Ginibre, et Audrey Laurent-André.

Je remercie aussi tous mon entourage actuellement distant de quelques centaines de kilomètres, famille et amis qui ont d'une manière ou d'une autre soutenu ce travail.

Tout d'abord, je remercie mes parents Evelyne et Ernest, ma soeur Isabelle et mon frère Sébastien pour leur indéfectible soutien et amour. Vous avez forgé ma première identité et m'accompagnez depuis toujours dans la vie, merci.

Je tiens à remercier quelques amis suisses de longue date, ils ont aussi participé à la construction de l'individu que je suis présentement et m'ont soutenue dans mes projets malgré la distance : Tanja Lehmann, Carole Mermoud, Guillaume Fort, Kalou, et David Verdon.

Last but not least, je remercie grandement Philou. Sans son soutien et sa patience de tous les jours je n'aurai pu terminer cette thèse. Philou, je te remercie pour tout ce que nous partageons, pour nos discussions passionnées et pour cette quête que nous menons ensemble vers un art de vivre dissident de la normalité, mais heureux et équilibré.

Table des matières

Résumé	21
Introduction	25
I État de l'art	33
1 Jeu, gameplay et motivation	35
1.1 Introduction	35
1.2 La conception d'expériences de jeu	36
1.3 Challenge, Game World, et Interactions sociales	37
1.3.1 Challenge, gameplay et genres de jeu	37
1.3.2 Challenge et incertitude	38
1.3.3 La boucle de gameplay	39
1.3.4 Jeux et jeux vidéo	41
1.3.5 <i>Game World</i> et <i>Play</i>	42
1.3.6 Interactions sociales	43
1.3.7 Synthèse	43
1.4 Motivation et plaisirs de jeu : théories en psychologie	44
1.4.1 Self-Determination Theory	44
1.4.1.1 Travaux associés	45
1.4.1.2 SDT et jeux thérapeutiques	45
1.4.2 La théorie du flow	46
1.4.2.1 La théorie du flow appliquée aux jeux vidéo	47
1.4.2.2 La difficulté des challenges	48
1.4.3 Synthèse	49
1.5 Motivation et plaisirs de jeu : approches en Game Design	50
1.5.1 La boucle de gameplay en tant que structure motivationnelle des jeux	50
1.5.1.1 Trois niveaux de cycle d'interaction	51

1.5.1.2	Les sources de motivation du joueur	52
1.5.1.3	Les expériences de jeu comme source de motivation	53
1.5.1.4	Synthèse	54
1.5.2	Les modèles du joueur	55
1.5.2.1	Les typologies issues de l'étude des joueurs de jeux massive- ment multi-joueurs	55
1.5.2.2	Les typologies générales	56
1.5.2.3	Les typologies de joueurs inspirées de modèles en psychologie	56
1.5.2.4	Les modèles des systèmes de profilage et d'adaptation dyna- mique	56
1.5.2.5	Autres approches de modèle du joueur	57
1.6	Synthèse	57
2	La formalisation du gameplay	61
2.1	Introduction	61
2.2	Formalisations en game design	61
2.3	La boucle de gameplay de Tetris en sciences cognitives	64
2.4	Formalisations en intelligence artificielle	65
2.5	Formalisation en analyse des tâches cognitives	67
2.6	Synthèse	69
3	Du jeu utile au jeu thérapeutique	71
3.1	Introduction	71
3.2	Les jeux utiles	72
3.2.1	Définitions du jeu utile	72
3.2.2	Classifications et taxonomies du jeu utile	75
3.3	Les jeux thérapeutiques dans les jeux santé	75
3.3.1	Les classifications du jeu santé	76
3.3.2	Analyse des classifications : catégories de jeux thérapeutiques	78
3.4	Synthèse	79
4	Conception et développement de jeu : méthodes de game design	81
4.1	Introduction	81
4.2	Méthodes de conception et de développement des jeux de divertissement	82
4.2.1	Les étapes de conception et de développement d'un jeu vidéo	83
4.2.2	Les étapes du prototypage	84
4.2.3	Les playtests	85
4.2.4	Synthèse	86

4.3	Méthode de conception et développement des jeux sérieux	86
4.3.1	Chaîne de production des serious games	86
4.3.2	Framework P-III	87
4.3.3	Les 6 facettes de conception d'un serious game	87
4.3.4	Action research adapté aux jeux thérapeutiques	89
4.3.5	Autres méthodes et recommandations	89
4.4	Synthèse	89
5	Méthodologie de recherche en design	91
5.1	Introduction	91
5.2	Introduction au design et à la recherche en design	92
5.2.1	Le design	92
5.2.2	La recherche en design	93
5.2.3	Terminologie	93
5.2.4	Les types d'artefacts et d'activités scientifiques	94
5.2.5	<i>Design Science vs Design Research</i>	95
5.3	Cadre de rigueur de la recherche en design	96
5.3.1	Faible reproductibilité des résultats du design	96
5.3.2	Critères de qualité des recherches scientifiques en design	98
5.3.2.1	Processus de recherche	98
5.3.2.2	Extensibilité	98
5.3.2.3	<i>Wicked problems</i>	98
5.3.2.4	Pertinence	99
5.3.2.5	Equilibre généralité-spécificité	99
5.3.2.6	Efficacité	100
5.3.2.7	Progrès	100
5.3.2.8	Synthèse	100
5.4	Cadres et méthodes de recherche en design	101
5.4.1	Cadre pour articuler observation, théorie, et itération pour la recherche en IHM	101
5.4.2	Les 6 étapes de la recherche en design	102
5.4.3	Synthèse	103
5.5	Méthode d'évaluation des méthodes de conception	104
5.5.1	Evaluation contrôlée sur le terrain	105
5.5.2	Etude des pratiques de l'industrie	106
5.5.3	Expérimentation en laboratoire avec sujets humains	106
5.5.4	Simulation détaillée des méthodes de design	106
5.5.5	Validité théorique	107

5.5.6	Critères d'évaluation des modèles et méthodes de design	107
5.5.7	Synthèse	108
5.6	Synthèse	109

II Problématique **111**

6 Définir et classifier le jeu thérapeutique **113**

6.1	Introduction	113
6.2	Une définition du jeu thérapeutique	114
6.3	Classification des jeux santé et particularité des jeux thérapeutiques	115
6.4	Proposition de classification des jeux thérapeutiques	117
6.4.1	Jeux thérapeutiques visant l'état psychologique	117
6.4.2	Jeux thérapeutiques visant des fonctions perceptives	118
6.4.3	Jeux thérapeutiques visant des fonctions cognitives	119
6.4.4	Jeux thérapeutiques visant des fonctions motrices	119
6.5	Jeux thérapeutiques : challenge, <i>game world</i> , et interactions sociales	120
6.6	Synthèse	122

7 Identification des problèmes de design spécifiques aux jeux thérapeutiques **125**

7.1	Introduction	125
7.2	Objectifs du game design de jeux thérapeutiques	126
7.3	Postulats de départ du Village aux Oiseaux	127
7.4	Gameplay thérapeutique	128
7.4.1	Attentional Network Test	128
7.4.2	Système de difficulté adaptative	129
7.5	Gestion de la motivation	131
7.5.1	Intérêts des patients	131
7.6	Informations médicales (thérapie et patients)	133
7.6.1	Profil des joueurs	134
7.6.2	Echanges avec les experts santé	134
7.7	Processus et évaluations	136
7.8	Synthèse	137

8 Problématique de recherche **139**

III	Méthodologie de design de gameplay thérapeutique	143
9	Méthode de game design de jeux thérapeutiques	145
9.1	Introduction	145
9.2	Objectifs de la méthode de game design de jeux thérapeutiques	145
9.3	Vue d'ensemble de la méthode	146
9.4	Etape 1 : Modélisation du problème avec un expert santé	148
9.4.1	Modèle de la thérapie	149
9.4.2	Modèle du patient	150
9.4.2.1	Démographie	150
9.4.2.2	Situation de patient	150
9.4.2.3	Intérêts	150
9.4.2.4	Capacités de jeu	151
9.4.3	Modèle de la relation patient - thérapie	153
9.5	Etape 2 : Design itératif du gameplay	154
9.5.1	Modèle du jeu	156
9.5.2	Modèle de la relation patient - jeu	156
9.5.3	Modèle de la relation jeu - thérapie	157
9.5.4	Méthode de formalisation du gameplay	159
9.5.5	PGS-EvalTool	160
9.6	Etape 3 : Design du prototype de pré-production	160
9.6.1	Liste de recommandations pour la gestion de la motivation	162
9.7	Suite de la production	165
9.8	Communication des résultats	165
9.9	Note concernant l'ordre de définition des aspects	165
9.10	Synthèse	166
10	Méthode de formalisation du gameplay	167
10.1	Introduction	167
10.2	Modèle de la boucle de gameplay	169
10.3	Actions explicites et implicites	170
10.4	Objectifs de la formalisation	171
10.5	Les étapes de formalisation	172
10.5.1	Etape 1 : Description textuelle synthétique du gameplay	173
10.5.2	Etape 2 : Division du gameplay en actions principales	173
10.5.3	Etape 3 : Identification et hiérarchisation des actions du joueur	174
10.5.4	Etape 4 : Identification des actions liées au bénéfice thérapeutique	175
10.5.5	Etape 5 : Identification des variables de difficulté	176

10.5.6	Composition d'un gameplay	177
10.6	Ebauche de schématisation du gameplay	178
10.6.1	Introduction	178
10.6.2	Difficultés et propositions de solutions	178
10.6.3	Vue générale du gameplay du Village aux Oiseaux	179
10.6.4	Structuration et hiérarchisation	180
10.6.4.1	Niveaux hiérarchiques	180
10.6.4.2	Structure de la vue d'ensemble	181
10.6.4.3	Structure d'une décomposition d'action	183
10.6.5	Discussion et perspectives	184
10.7	Conclusion	186
11	PGS-EvalTool : Outil d'évaluation des capacités de jeu	187
11.1	Introduction	187
11.2	Vision d'ensemble	188
11.3	Conception du prototype : gameplay des mini-jeux	190
11.3.1	Jeu de balle	190
11.3.2	FPS	191
11.3.2.1	Actions explicites	192
11.3.2.2	Objectif	192
11.3.3	Level Design du FPS	193
11.3.3.1	Niveau 17	194
11.3.3.2	Niveau 20 et 21	194
11.3.3.3	Niveau 28 et 29	194
11.3.4	Architecture et développement	195
11.3.4.1	Gameplay et mécaniques	196
11.3.4.2	Traces	197
11.3.4.3	Paramétrisation de la session	198
11.4	Evaluation du prototype	198
11.4.0.1	Retours des étudiants en ergonomie	199
11.4.0.2	Analyse de traces de joueurs	199
11.5	Améliorations et corrections vers une version deux du prototype	201
11.5.1	Général	201
11.5.2	Jeu de balle	202
11.5.3	FPS	203
11.5.4	Autres outils	203
11.6	Discussion et conclusion	204

12	Processus de construction des modèles	205
12.1	Introduction	205
12.2	Etapes principales du processus de recherche	205
12.2.1	Etude du champ d'application	205
12.2.2	Identification des problèmes	206
12.2.3	Construction des modèles et méthodes	206
12.2.4	Evaluations	208
12.2.5	Conclusion	208
12.3	Etude et organisation des facteurs motivationnels liés aux jeux vidéo	209
12.3.1	Challenge, game world, et interactions sociales	209
12.4	Etude et organisation du domaine de la santé	211
12.4.1	Fonctions perceptives, cognitives, et motrices	211
12.5	Itérations sur le modèle des capacités de jeu	213
12.5.1	Entretiens avec des experts santé	213
12.5.2	Les informations médicales demandées intuitivement par les game designers	214
12.5.2.1	Introduction	214
12.5.2.2	Population 1 - Méthode 1	215
12.5.2.3	Amélioration du protocole pour la deuxième population	215
12.5.2.4	Population 2 - Méthode 2	215
12.5.2.5	Traitement des résultats	216
12.5.2.6	Résultats	217
12.5.2.7	Discussion	218
12.5.3	Impact du modèle sur des étudiants en game design	219
13	Evaluations	221
13.1	Introduction	221
13.2	Modèle des capacités de jeu pour échanger avec un expert santé	221
13.2.1	Support d'échanges directs avec une neuropsychologue	222
13.2.2	Support de préparation des échanges avec l'expert santé	222
13.2.2.1	Méthode	223
13.2.2.2	Résultats	224
13.2.2.3	Discussion	225
13.3	Modèle des capacités et méthode de formalisation du gameplay en game design	226
13.3.1	Exercice en binôme	226
13.3.2	Iron Designer Challenge en groupe	227
13.3.3	Analyse de projets étudiants en cours de conception	228
13.3.4	Méta-analyse	230

13.3.4.1	Méthode	230
13.3.4.2	Discussion et conclusion	232
13.4	Discussion	233
Conclusion et perspectives		235
Glossaire		243
Bibliographie		244
A Annexes		259
A.1	Classification jeux santé	259
A.1.1	Périmètre de classification	259
A.1.2	Le cas des jeux accessibles	260
A.1.3	Critères de classification des jeux santé	260
A.1.3.1	Public joueur et bénéficiaire	260
A.1.3.2	Objectifs génériques	261
A.1.4	Classification du jeu santé	262
A.1.4.1	Jeux pour diagnostiquer	263
A.1.4.2	Jeux pour apprendre à gérer sa condition médicale	263
A.1.4.3	Jeux pour s'adapter à la condition médicale d'un proche	263
A.1.4.4	Jeux pour former les professionnels santé	264
A.1.4.5	Jeux pour faciliter la recherche médicale	265
A.1.4.6	Jeux pour prévenir (prévention santé)	265
A.1.4.7	Jeux pour soigner, jeux thérapeutiques	266
A.2	Schéma gameplay	266
A.3	Modèle capacités de jeu	269
A.3.1	Ecouter / Analyser	269
A.3.2	Réfléchir / Décider	271
A.3.3	Parler / Implémenter	273

Table des figures

1	Le Village aux Oiseaux	25
1.1	Rocket Jump dans Quake (idSoftware, 1996)	36
1.2	Orc Must Die! (Robot Entertainment, 2011)	38
1.3	Interaction jeu-joueur (Djaouti et al. 2008)	39
1.4	Explosion stratégique dans CounterSpy (Dynamighty, 2014)	40
1.5	Borderlands (GearBox Software, 2009), un jeu au <i>game world</i> particulièrement riche	42
1.6	Flow - Etat optimal	46
1.7	Saut dans Super Mario World (Nintendo, 1990)	51
1.8	Affrontement pour des ressources, Starcraft (Blizzard Entertainment, 1998)	53
2.1	Game Grammar (Koster 2005)	62
2.2	Micro-Machination (Rozen et Dormans 2014)	63
2.3	Finite State Machine (Fabricatore 2007)	63
2.4	Modèle classique du traitement de l'information appliqué à Tetris (Kirsh et Maglio 1994)	64
2.5	Actions du joueur de Tetris v1 (Kirsh et Maglio 1994)	65
2.6	Exemple de Behavior Tree	66
2.7	Human Centered Information Processing (Wei et Salvendy 2004)	68
3.1	Le jeu utile, un hybride aux frontières floues	72
3.2	Papers, please (Lukas Pope, 2013)	74
3.3	WiiFit, le célèbre jeu d'exercices physiques de Nintendo (2007)	77
4.1	Cycle itératif pendant les étapes de production (Fullerton, 2008)	82
4.2	Objectifs de game design pendant les étapes de production (Fullerton, 2008)	83
4.3	Chaîne de production des serious games (Marfisi-Schottman et al. 2010)	86
4.4	Workflow conception serious games (Marne et al. 2011)	88

5.1	Séparation entre <i>Design Science</i> et <i>Design Research</i> appliquée aux méthodes de game design	96
5.2	Intégration du design et des deux modèles scientifiques en IHM, (Mackay et al. 1997)	102
6.1	Virtual Irak : jeu pour soigner le stress post-traumatique de soldats revenus de la guerre en Irak	118
6.2	Dig Rush jouer avec lunettes de stéréoscopie pour entraîner l’œil paresseux .	119
6.3	Gabarello : jeu pour rééduquer les membres inférieurs	120
6.4	Brick ’a’ break : jeux pour rééduquer les membres supérieurs après un AVC .	121
6.5	Snow World : un jeu pour gérer la douleur des grands brûlés	122
6.6	Arbre des catégories du jeu santé et des jeux thérapeutiques	123
7.1	Le Village aux Oiseaux	127
7.2	Capture écran de l’ANT	128
9.1	Méthode de game design de jeu thérapeutique	147
9.2	Capture d’écran de l’interface en ligne pour le modèle des capacités de jeu .	153
9.3	Modèle P/G/T	166
10.1	Modèle de la boucle de gameplay	170
10.2	Aide à l’acquisition d’information dans Hearthstone (Blizzard, 2014)	171
10.3	Le Village aux Oiseaux : Observer - niveau 2	174
10.4	Schématisation du gameplay ”photographie” du Village aux Oiseaux	179
10.5	Schéma du gameplay du mode <i>Deathmatch</i> UT3 : Vue d’ensemble	181
10.6	Schéma décomposant l’action esquiver un projectile	184
10.7	Schéma décomposant l’action détecter / identifier	185
11.1	Fonctionnement de l’outil d’évaluation des capacités de jeu	189
11.2	Outil évaluation des capacités de jeu : Jeu de balle	191
11.3	Niveau 17 : Vue dans le jeu et vue du dessus du niveau	194
11.4	Niveau 20 : Vue du dessus du niveau	195
11.5	Niveau 28 et 29 : Vues du dessus (point blanc = position de départ du joueur)	195
11.6	<i>Prefabs</i> pour les niveaux de type FPS	196
11.7	Outil évaluation : Passer au niveau suivant	197
11.8	Délai de capture moyen par utilisateur	200
11.9	Temps de complétion moyen des niveaux au gameplay FPS	201
12.1	Nombre de questions par formulaire selon la population	217

13.1	Drive Another Day (groupe 5) : Vue générale du gameplay	229
13.2	Méthode de game design de jeu thérapeutique	237
A.1	Re-Mission : incarner un nano-robot pour comprendre le traitement du cancer	264
A.2	Bipolife : S'occuper d'un Sims bipolaire pour comprendre	264
A.3	UDock : Docking de protéines	265
A.4	Schématisation du gameplay "photographie" du Village aux Oiseaux	267
A.5	Schématisation du gameplay <i>Deathmatch</i> de UT3	268

Liste des tableaux

5.1	Types de preuves inspirées par la recherche médicale (Frey et Dym 2006) . . .	104
10.1	Esquiver un projectile : exemples de variables de difficulté et aides	184
12.1	Challenge, Game World, et Interactions sociales	210
12.2	Liste des travaux sur les plaisirs de jeu et la motivation	210
12.3	Nombre de facteurs motivationnels par composante	210
12.4	Nombre de questions posées sur les groupes de fonctions par version	218
12.5	Pourcentages de sujets par version n'ayant pas abordé un groupe de fonction	219
12.6	Résultats auto-analyse de la population 1 (IUT)	219
13.1	Critères de qualités selon accès au modèle et à la méthode	231

Résumé de la thèse

Le principe de combiner jeu et thérapie a pour but d'utiliser la faculté des jeux à motiver les joueurs durant de longues heures pour augmenter la régularité de suivi des protocoles thérapeutiques par les patients. En effet, lorsque les activités thérapeutiques sont répétitives, ennuyeuses, et pénibles, les patients se démotivent, suivent irrégulièrement le protocole quand ils ne l'abandonnent pas complètement.

Les jeux thérapeutiques sont donc vus comme une solution prometteuse. Transformer ces exercices en jeu permet de les rendre plus attractifs pour le patient, voir de susciter chez ce dernier une forme de motivation "intrinsèque", c'est à dire liée au plaisir procuré par l'exercice lui-même et non pas uniquement par son bénéfice thérapeutique.

L'objectif de cette thèse est de proposer des méthodes et outils pour le game design de jeux thérapeutiques. Le game designer conçoit le gameplay et les règles du système de jeu. Il réfléchit la motivation du joueur afin que celui-ci ait envie de continuer à jouer, de finir le jeu. Tout au long du développement du jeu, le game designer est la personne en charge de s'assurer que l'expérience de jeu prévue soit effectivement délivrée au joueur.

Les jeux thérapeutiques ont une utilité au-delà du divertissement, ce sont des jeux dits "utiles". Les jeux thérapeutiques ont pour particularité de produire un effet thérapeutique, direct, attendu, et mesurable sur la condition médicale d'un patient.

Le game designer doit donc créer un jeu à la fois motivant et efficace d'un point de vue thérapeutique. La conception et le développement de jeux thérapeutiques présentent ainsi de nombreux défis de conception. Parmi ces problèmes de game design, le plus fondamental et le plus particulier aux jeux thérapeutiques est le design d'un gameplay thérapeutique. Le gameplay regroupe l'ensemble des interactions entre le jeu et le joueur, il peut être décrit sous la forme de challenge et d'actions que le joueur doit exécuter pour atteindre l'objectif correspondant à ce challenge. Dans le cadre d'un jeu thérapeutique, le gameplay est souvent le vecteur de la thérapie. Sa conception est donc contrainte non seulement par les objectifs ludiques et motivationnels, mais aussi par les objectifs thérapeutiques.

Pour parvenir à concevoir un tel gameplay, plusieurs sous-problèmes émergent. Tout d'abord, comme le game designer est rarement un médecin, il est amené à travailler avec des experts santé. Comme l'expert santé est également rarement expert en game design, personne ne sait précisément quelles sont les informations importantes à échanger, notamment au sujet du patient et de la thérapie.

L'importance de cet échange d'information est renforcée par la nécessité d'étudier en

détails la cible d'un jeu thérapeutique. D'une part, le patient présente souvent des capacités perceptives, cognitives, et motrices différentes de celles d'un joueur en bonne santé, et d'autre part, la cible démographique est souvent hors des cibles habituelles et connues du game designer.

Ces connaissances sur le patient servent notamment à intégrer des mécaniques de jeux pour renforcer la motivation du joueur et à effectuer correctement la calibration de la difficulté des challenges. La difficulté des challenges correspond à la difficulté des exercices thérapeutiques et ils doivent donc être bien calibrés pour des raisons d'efficacité thérapeutique et de motivation. Des exercices trop faciles ne seront ni efficaces, ni motivants, tandis que des exercices trop difficiles pourront frustrer le patient, le démotiver, et dans le pire des cas le mener à se blesser.

En dernier lieu, le game designer doit trouver un bon équilibre entre le plaisir de jeu et l'efficacité thérapeutique. Ce mélange entre plaisir et utilité est particulièrement difficile à obtenir dans le domaine des jeux utiles en général et doit faire partie intégrante de leur évaluation. Pour être considéré comme réussi, un jeu thérapeutique doit être évalué en terme d'expérience de jeu et de motivation, mais aussi au travers d'études médicales pour valider son efficacité thérapeutique.

Plus particulièrement, les évaluations préliminaires des qualités ludiques et thérapeutiques ne peuvent être effectuées régulièrement à cause des difficultés, financières, comme administratives, des recrutements de cohortes de patients. Comme le gameplay est habituellement développé par itérations très courtes, incluant des tests auprès de joueurs, ce changement de procédé de conception ajoute une complexité supplémentaire dans la conception des jeux thérapeutiques.

Nous avons donc pu identifier que les problèmes de conception fondamentaux des jeux thérapeutiques étaient : 1. conception d'un gameplay thérapeutique, 2. impossibilité d'effectuer des évaluations thérapeutiques et ludiques régulièrement, 3. échanges de savoirs avec les experts santé.

Pour répondre à ces problèmes, nous avons défini une méthode de game design de jeu thérapeutique se concentrant sur les étapes de concept et de pré-production. Cette méthode itérative est composée de trois phases principales : 1. **modélisation du problème avec un expert santé**, 2. **design itératif du gameplay thérapeutique**, 3. **design et évaluation du prototype de jeu**. Les différentes phases stipulent des objectifs à atteindre pour passer aux suivantes et plusieurs sous-étapes, ainsi que la manière de les aborder, notamment en utilisant le modèle P/G/T et la méthode de formalisation du gameplay.

Le modèle *player / game / therapy* (P/G/T) est utilisé tout au long des trois étapes. Ce modèle est composé d'un modèle du patient, d'un modèle du jeu, et d'un modèle de la thérapie, ainsi que de trois modèles relationnels (jeu-thérapie, jeu-patient, patient-thérapie) pour mettre en évidence les liens entre les trois aspects. Ce modèle guide le travail du game designer, notamment pendant les échanges avec l'expert santé en proposant une liste d'informations importantes à obtenir. Ensuite, le modèle sert à analyser la cohérence du game design grâce aux modèles relationnels. Un des aspects les plus riches du modèle P/G/T est une sous-partie du modèle du patient : le modèle des capacités de jeux. Ce modèle contient

une liste des capacités les plus souvent mobilisées par les jeux vidéo. En ayant une meilleure connaissance de l'état des capacités du patient, le game designer pourra mieux définir quel type de gameplay peut être mis en œuvre selon ce qu'un type de patient donné sera capable ou non d'effectuer.

La première étape de notre méthode de game design de jeu thérapeutique consiste à définir le problème de design en modélisant le patient et la thérapie avec l'expert santé. Durant cette première étape, le modèle P/G/T sert donc à obtenir une première modélisation suffisante pour guider la suite de la conception. Ensuite, lors des étapes suivantes, cette modélisation sera précisée par l'acquisition de données issues de diverses évaluations.

La seconde étape vise le design du gameplay à proprement parler. D'une part, nous proposons une méthode de formalisation du gameplay visant à décrire le gameplay en actions du joueur que ces actions soient *explicites*, c'est-à-dire connues du système de jeu (par exemple : presser un bouton) ou *implicites*, donc non-connues du système de jeu (par exemple : détecter la présence d'une cible ou réfléchir). En décrivant ainsi le gameplay, le game designer peut plus précisément définir quelles actions de son gameplay sont thérapeutiques et quelles sont les capacités du patient mobilisées. Nous proposons aussi un outil d'évaluation des capacités de jeu. Cet outil est composé de mini-jeux à faire jouer à un groupe de patients et à un groupe de joueurs. Les données récoltées permettent de comparer les résultats des deux groupes pour comprendre les différences de capacités effectives des patients. Ces évaluations préliminaires permettent aussi de vérifier que le gameplay est effectivement adapté aux patients et à obtenir des données objectives pour améliorer la modélisation des patients.

La troisième étape est consacrée au développement d'un prototype de pré-production et à l'évaluation médicale et ludique de celui-ci. A cette étape, le game designer est amené à réfléchir la gestion à long-terme de la motivation en incluant des mécaniques de jeu supplémentaire, par exemple une histoire ou un *game world* riche à explorer. Nous proposons pour cette étape une liste de recommandations pour la gestion de la motivation.

La méthode de formalisation du gameplay et le modèle des capacités de jeu ont été évalués lors d'une expérimentation sur des étudiants en jeux vidéo. Si l'ensemble des résultats nous permet de penser que cette méthode et ce modèle sont utilisables et remplissent partiellement leur rôle, des évaluations de plus grandes envergures sont nécessaires pour évaluer de manière plus précise l'ensemble de la méthode.

La suite de ce travail consiste à développer un outil pour guider le game designer dans l'utilisation de la méthode de game design de jeux thérapeutiques. Cet outil intégrerait donc différents modules : module modèle P/G/T, module spécifique pour le modèle des capacités de jeu du modèle patient, module de formalisation du gameplay, module PGS-EvalTool et module tableau de bord.

Outre guider le game designer d'étape en étape et lui permettre d'utiliser facilement nos modèles et méthodes, l'outil pourrait donner des indications supplémentaires en analysant l'ensemble des données du projet. Par exemple, dans le module de formalisation du gameplay, l'outil pourrait afficher sur chaque action à quel niveau de performance l'expert santé a évalué la capacité pour ce patient, ainsi que les résultats de tests effectués avec le PGS-EvalTool.

Après évaluation, cet outil sera mis en ligne en accès libre. L'objectif est de pouvoir analyser les données de tous les projets conçus avec l'outil afin d'alimenter une base de connaissance libre sur le game design de jeux thérapeutiques. En particulier, l'outil pourra transmettre au game designer des données pertinentes provenant d'autres projets similaires, par exemple des résultats de tests effectués avec le PGS-EvalTool sur le même type de patients.

En particulier, cette base de connaissance est une étape vers un changement de paradigme pour la conception de jeu thérapeutique. En effet, avec une meilleure formalisation du gameplay et de leurs effets, il deviendra à terme possible de définir quelle boucle ou ensemble de boucles de gameplay produit quel bénéfice thérapeutique. Ceci faciliterait grandement la conception des jeux thérapeutiques, et ouvrirait la voie vers la génération de gameplay personnalisé.

Introduction

Contexte

Ce travail de thèse est né d'un constat apparu lors de la conception du jeu thérapeutique *Le Village aux Oiseaux* : le manque de méthodes de game design dédiées aux jeux thérapeutiques nous obligeait à définir et inventer nos méthodes en même temps que nous relevions les défis de conception exigeants de ce type de projet.

Le Village aux Oiseaux (figure 1) est un projet porté par un consortium de six partenaires, deux laboratoires de recherche : l'équipe ILJ¹ du laboratoire d'informatique CEDRIC² du CNAM³ de Paris et l'INSERM⁴, et quatre entreprises : Tekneo, Seaside Agency, SpirOps et NeoFactory. Le projet a duré trois ans, de 2009 à 2011 et avait pour but le développement d'un prototype de jeu thérapeutique. *Le Village aux Oiseaux* vise à stimuler les fonctions attentionnelles de seniors souffrant de la maladie d'Alzheimer dans l'objectif de ralentir le déclin cognitif dû à la maladie.



FIGURE 1 – Le Village aux Oiseaux

Dans *Le Village aux Oiseaux*, le joueur prend le rôle d'un photographe arrivant dans un village pour un reportage animalier. Il découvre rapidement que le village sera bientôt

-
1. Interactivité pour Lire et Jouer
 2. Centre d'Etude et De Recherche en Informatique et Communications
 3. Conservatoire National des Arts et Métiers
 4. Institut national de la santé et de la recherche médicale

détruit par un projet immobilier et décide d'aider les habitants à arrêter le projet. Comme cet endroit recèle de nombreuses races d'oiseaux, le joueur doit les photographier pour alimenter une demande de statut de réserve naturelle. Le gameplay de photographie a été choisi pour ce projet car il a été démontré que les jeux de tir en vue à la première personne améliorent différentes fonctions de l'attention de leurs joueurs [Green 03]. *Le Village aux Oiseaux* est donc une adaptation de ce genre de jeux pour un public de seniors souffrant de la maladie d'Alzheimer.

Le projet était très ambitieux et nous avons rencontré de nombreux écueils pour lesquels nous avons mis au point nos propres solutions à défaut de pouvoir nous appuyer sur méthodes et modèles existants.

Ce constat était partagé par tous les partenaires, mais nous y avons été particulièrement confrontés car nous étions Lead Game Designer sur le projet dans le cadre de notre travail avec Seaside Agency. De cette expérience est née une volonté partagée avec Stéphane Natkin, directeur de cette thèse, de commencer un travail de recherche pour créer des outils visant à faciliter la conception et le développement de jeux thérapeutiques.

Les jeux thérapeutiques sont actuellement étudiés par de nombreux chercheurs et industriels pour plusieurs raisons.

Une des raisons principales est la gestion de la motivation du patient. En effet, l'observance du protocole thérapeutique de la part des patients est un problème majeur dans de nombreuses thérapies. Dès lors que les exercices thérapeutiques sont répétitifs, pénibles et ennuyeux, les patients ont tendance à suivre irrégulièrement leur protocole, et parfois abandonnent complètement la thérapie [Burke 09]. Maximiser la motivation du patient est une solution à ce problème. Les jeux sont reconnus pour motiver leurs joueurs, pour leur donner envie de jouer pendant de longues heures et il est possible d'adapter de nombreuses activités pour les transformer en jeu sans en perdre leur objectif initial.

Les jeux thérapeutiques apportent d'autres avantages comme la personnalisation de la thérapie, notamment par l'adaptation dynamique de la difficulté des exercices aux capacités du patient.

Le game design de jeux de divertissement et de jeux utiles est une activité exigeante, pour laquelle de nombreux auteurs proposent des méthodes et modèles pour en faciliter le processus. Les jeux utiles sont très étudiés actuellement et de nombreux projets de recherche visent à comprendre comment les concevoir efficacement. Mais les jeux thérapeutiques ont de nombreuses particularités qui font d'eux des objets difficiles à concevoir.

A titre d'exemple, nous sommes impliqués dans le réseau JamToday⁵, un vaste consortium européen de 25 partenaires (chercheurs et industriels). Ce consortium a pour objectif de mettre au point une méthodologie de conception de jeux sérieux sous forme de game jams⁶. Le thème de l'année 2015 était les jeux santé et la première décision de la réunion d'experts a été d'exclure les jeux thérapeutiques du thème, car ceux-ci sont trop complexes à concevoir.

Cet exemple illustre que la conception de jeux thérapeutiques est estimée comme parti-

5. <http://www.jamtoday.eu>

6. une game jam est un week-end dédié à la conception et au développement de jeux vidéo

culièrement complexe par les experts du domaine. En effet, ce type de jeu s'inscrit dans le domaine de la santé, et le game designer doit donc, au delà de l'aspect ludique, être capable d'appréhender de nombreuses informations médicales, tant du point de vue de la condition du patient que des nombreuses normes liées au développement d'une application médicale.

De ces normes médicales provient un problème de conception fondamental : pour être considéré comme efficace, un jeu thérapeutique doit suivre un processus d'évaluation médicale strict et coûteux similaire à celui des médicaments. Pour des raisons pratiques, mais aussi principalement financières, ces évaluations ne peuvent être effectuées régulièrement lors de la conception et de la production du projet. De plus, au-delà des évaluations effectuées pendant la conception pour affiner le jeu thérapeutique, une évaluation complète du produit final est nécessaire pour déterminer le niveau d'efficacité thérapeutique du jeu. Plus particulièrement, les jeux thérapeutiques sont destinés à des patients, et il est bien plus complexe de recruter une cohorte de patients alzheimer que de jeunes joueurs de jeux d'action, autant du point de vue pratique qu'administratif.

Ce problème est d'autant plus important que la conception de jeux est un processus fondamentalement itératif, l'évaluation du jeu auprès de joueurs faisant partie intégrante du processus de conception et de développement. En effet, malgré les nombreuses recherches menées en théorie du game design et en esthétique du jeu, un jeu vidéo reste un objet interactif complexe, particulièrement difficile à évaluer "à priori" : ce n'est que lorsqu'on peut effectivement interagir avec le système qu'on constate réellement ses propriétés ludiques.

L'obtention des savoirs médicaux est un autre enjeu particulier. Les game designers ayant peu de connaissances médicales, ils doivent en général travailler avec des experts santé. Ces derniers n'étant pas des game designers, les échanges de savoirs peuvent d'être partiels et mener à des erreurs de conception nuisant, par exemple, à l'accessibilité du jeu.

De plus, en n'ayant pas la possibilité de tester le design du jeu régulièrement auprès de patients, ces échanges de savoirs sont d'autant plus critiques. En effet, le gameplay, l'accessibilité, la gestion de la motivation du joueur, tout comme la gestion de la difficulté des challenges seront conçus essentiellement sur la base des informations obtenues auprès des experts santé.

Ces deux problèmes déjà identifiés ont un effet important sur le design du gameplay thérapeutique. Le gameplay est l'ensemble des interactions potentielles entre le joueur et le jeu, et plus particulièrement les objectifs qui sont assignés au joueur et les actions qu'il peut exécuter pour atteindre ces objectifs. Nous appelons ici gameplay thérapeutique tout gameplay qui, en plus de ses qualités ludiques et motivationnelles, a pour objectif de produire un effet thérapeutique. Ceci signifie que certaines actions que le joueur est amené à effectuer pour atteindre les objectifs du jeu, sont des actions qui produisent un effet thérapeutique. Cette tâche de conception est probablement la plus complexe et la plus spécifique au game design de jeux thérapeutiques.

Habituellement conçu par itérations courtes, le gameplay doit ici être davantage formalisé en amont, à la fois pour pallier à cette absence d'évaluation, mais aussi pour inclure les particularités du protocole thérapeutique et des capacités des patients. Le game designer doit pouvoir analyser chaque action de son gameplay pour questionner l'utilité de celle-ci

pour la thérapie, la possibilité pour le patient d'effectuer cette action, et ceci, tout en essayant d'obtenir un gameplay globalement agréable et motivant pour le patient. Les réponses à la plupart de ces questions sont détenues par l'expert santé, il est donc nécessaire que le game designer puisse lui présenter le gameplay en détails.

Malgré toutes ces difficultés particulières de conception des jeux thérapeutiques, nous n'avons pas trouvé de méthode complète, ni de modèle spécifique aux jeux thérapeutiques, alors que nous avons trouvé de nombreuses méthodes de game design généralistes, ou dédiées à des catégories du jeu utile comme les jeux éducatifs. Ce dernier constat nous mène donc directement à notre problématique de recherche.

Problématique

Nous avons identifié plusieurs problèmes de conception nécessitant d'être résolu pour faciliter la conception de jeu thérapeutique, dans l'objectif indirect d'améliorer la qualité finale des jeux produits.

La conception d'un gameplay thérapeutique est une tâche de design particulièrement compliquée et qui cristallise les autres difficultés. En conséquence, nous pouvons formuler notre problématique de recherche générale au travers de la question suivante :

- **Étant donné qu'un jeu thérapeutique ne peut être conçu selon une méthode itérative classique de développement de jeu, c'est-à-dire en testant régulièrement le jeu auprès de patients pour en évaluer l'efficacité thérapeutique et ludique, pouvons-nous proposer une méthode pour guider les étapes de conception et de pré-production pour aboutir à un prototype gameplay permettant de faire de premières évaluations ludiques et thérapeutiques et de valider le passage en production du jeu ?**

Cette problématique générale permet de définir l'objectif final de la méthode à proposer. Mais celle-ci doit aussi permettre de résoudre les autres difficultés de conception identifiées. Nous proposons trois sous-problématiques plus précises pour exprimer nos objectifs.

Tout d'abord, il est important pour le game designer d'avoir toutes les informations médicales nécessaires pour guider l'élaboration du gameplay thérapeutique. La première sous-problématique concerne donc l'obtention de savoirs auprès de l'expert santé :

- **Est-il possible de construire des modèles et/ou des méthodes pour aider le game designer à obtenir auprès d'experts santé les informations médicales nécessaires à la conception d'un jeu thérapeutique ?**

Ensuite, le game designer doit parvenir à concevoir ce gameplay et à le présenter de manière claire à l'expert santé pour obtenir ses retours (validation a priori du design). La seconde sous-problématique concerne donc la mise en forme des savoirs du game designer, en particulier du gameplay :

- **Est-il possible de construire des modèles et/ou des méthodes pour aider le game designer à concevoir le gameplay, notamment en le formalisant pour le présenter à un expert santé ?**

Finalement, étant donné que les évaluations intermédiaires ou préliminaires seront peu nombreuses durant les phases de concept et de pré-production, la dernière sous-problématique concerne l'optimisation de ces évaluations :

- **Est-il possible d'apporter un outil d'évaluation permettant de réduire le nombre d'évaluations préliminaires nécessaires à l'établissement d'un gameplay thérapeutique efficace ?**

Contributions

Notre thèse s'inscrivant dans le domaine de la recherche en design et plus particulièrement l'établissement de modèles, méthodes et outils de conception, nos grandes étapes générales de recherche sont standards à ce domaine : 1. étude du domaine d'application, 2. identification des problèmes spécifiques de conception, 3. constructions des modèles, méthodes et outils, 4. évaluation des méthodes, modèles et outils.

Concernant l'étude du domaine d'application, c'est-à-dire les jeux thérapeutiques, nous avons identifié qu'il n'existait ni définition, ni classification du jeu thérapeutique. Ces éléments théoriques sont pourtant nécessaires pour cerner le domaine d'application, mais aussi pour guider le game designer. En effet, ces outils théoriques servent à la fois à mieux comprendre ce qui doit être conçu, mais aussi à trouver plus facilement des jeux thérapeutiques similaires pour s'en inspirer. La première contribution de cette thèse est donc la construction d'une définition et d'une classification du jeu thérapeutique.

Pour l'étape 2, si nous avons déjà présenté les problèmes de conception fondamentaux dans notre problématique, ceux-ci ont été identifiés au travers de notre état de l'art et par une analyse réflexive de notre expérience sur *Le Village aux Oiseaux*. Nous avons aussi étudiés ces problèmes de conception afin de déterminer s'ils étaient spécifiques aux jeux thérapeutiques, mais aussi s'ils correspondaient à des problèmes généraux à de nombreux jeux thérapeutiques. Finalement, nous avons aussi vérifié qu'il n'existait pas déjà des solutions pour ces problèmes. Nous avons donc pu identifier que les problèmes de conception fondamentaux des jeux thérapeutiques étaient : 1. la conception d'un gameplay thérapeutique, 2. l'impossibilité d'effectuer des évaluations thérapeutiques et ludiques régulièrement, 3. les échanges de savoirs avec les experts santé.

Pour répondre à la problématique générale, nous avons défini une méthode de game design de jeu thérapeutique se concentrant sur les étapes de concept et de pré-production. Cette méthode encapsule les sous-problématiques dans la mesure où les étapes définies, ainsi que les modèles et outils à utiliser sont les contributions que nous amenons pour les différentes sous-problématiques définies.

Cette méthode itérative est composée de trois phases principales : 1. **modélisation du problème avec un expert santé**, 2. **design itératif du gameplay thérapeutique**, 3.

design et évaluation du prototype de jeu. Les différentes phases stipulent des objectifs à atteindre pour passer aux suivantes et plusieurs sous-étapes, ainsi que la manière de les aborder, notamment en utilisant le modèle P/G/T et la méthode de formalisation du gameplay.

Le modèle *player / game / therapy* (P/G/T) est utilisé durant les trois étapes. Ce modèle contient un modèle du patient, un modèle du jeu, et un modèle de la thérapie, ainsi que trois modèles relationnels (jeu-patient, patient-thérapie, thérapie-jeu). Le modèle P/G/T et ses sous-modèles ont pour principaux objectifs : 1. guider les échanges avec l'expert santé, 2. proposer une liste des aspects importants à modéliser concernant le jeu, le patient, et la thérapie, 3. souligner les enjeux et contraintes de conception au travers des modèles de relations thérapie-jeu, thérapie-patient, et patient-jeu. En particulier, les modèles de la thérapie et du patient répondent à la sous-problématique 1 (obtention d'information auprès de l'expert santé), mais aussi à la sous-problématique 2 (aide à la conception) en aidant à cadrer le design du gameplay. Le modèle du jeu et les modèles relationnels par contre adressent essentiellement la sous-problématique 2 (aide à la conception).

Concernant la sous-problématique liés à l'aide à la conception du gameplay, nous avons identifié que la formalisation du gameplay était un aspect critique. Outre l'analyse et l'affinage du design du gameplay par le game designer, ce type de formalisation est nécessaire pour présenter efficacement et en détail le gameplay à un expert santé pour obtenir ses retours. En effet, si l'expert santé peut déterminer si le patient cible est capable de « détecter une cible dans un espace 3D » et si cette action précise peut avoir un effet thérapeutique, il aura plus de difficulté à se projeter dans les détails d'un gameplay de jeu de tir si celui-ci n'est pas décrit dans le détail par le game designer.

Pourtant, nous avons identifié qu'il n'existait aucune méthode visant, pour un gameplay donné, à formaliser le détail de toutes les actions effectuées par un joueur. En conséquence, nous proposons une méthode de formalisation du gameplay visant à décrire toutes les actions que le joueur doit exécuter pour atteindre les objectifs de jeu. Cette décomposition en actions sert à identifier quelles fonctions perceptives, cognitives et motrices sont mobilisées par le gameplay, quelles actions de jeu apportent le bénéfice thérapeutique, ainsi que les différentes variables de difficultés reliées à chaque action.

Afin de répondre à la sous-problématique d'optimisation des évaluations préliminaires, nous présentons un exemple d'outil d'évaluation des capacités de jeu du patient (PGS-EvalTool) basé sur la technique des traces. Cet outil a été conçu en utilisant conjointement le modèle des capacités de jeu du patient et la méthode de formalisation du gameplay afin d'identifier des boucles de gameplay génériques. En effet, à partir de ces connaissances, il est possible de créer des mini-jeux intégrant ces boucles de gameplay pour pouvoir évaluer les performances des patients auxquels le jeu thérapeutique est destiné. L'objectif est d'obtenir des données objectives sur ce que le patient parvient ou non à faire dans un jeu en analysant les traces de sessions de jeu. Ces données objectives permettent d'améliorer la modélisation du patient, notamment en comprenant mieux les difficultés du patient, et de vérifier si un gameplay précis est accessible et agréable pour un groupe de patient.

Nous présentons donc une application de cette technique et une première version d'un

outil facilitant sa mise œuvre. Pour cette thèse, nous nous sommes concentrés sur les boucles de gameplay génériques des jeux de tir en vue subjective. Nous apportons donc une première version de l’outil d’évaluation intégrant plusieurs mini-jeux conçu pour cet objectif.

Plan de la thèse

Notre état de l’art explore différentes questions préliminaires : Qu’est-ce qu’un jeu thérapeutique ? Le game design des jeux thérapeutiques présente-t-il des problèmes spécifiques et complexes ? Existe-t’il déjà des modèles et méthodes adaptés ?

De plus, cet état de l’art vise aussi à obtenir les connaissances nécessaires pour guider la construction de nos méthodes, modèles et outils. En conséquence, notre état de l’art aborde plusieurs domaines en cinq chapitres, organisés de manière thématique.

Durant le chapitre 1, nous étudions les jeux en général afin de mieux définir leurs particularités. Nous y étudions particulièrement la boucle de gameplay, car nous avons identifié que celle-ci joue un rôle fondamental dans de nombreux jeux thérapeutiques.

La seconde partie du chapitre se concentre sur la motivation du joueur, élément central de conception des jeux et d’autant plus important pour les jeux thérapeutiques, car il s’agit d’une des raisons de leur existence. Comme de nombreuses théories et propositions existent à ce sujet, nous les étudions en détails pour pouvoir proposer dans le chapitre 9, une liste de recommandations de gestion de la motivation. Cette liste vise à aider les game designers à adresser cet aspect de la conception en lui fournissant une vue relativement exhaustive des outils à sa disposition pour maximiser la motivation du joueur.

En dernière partie de ce chapitre, nous abordons les modèles du joueur, en tant qu’outil de conception d’un jeu, ainsi que les modèles de joueurs dynamiques permettant de caractériser les joueurs directement au travers de l’analyse des traces des sessions de jeu. Cette dernière partie nous apporte à la fois des connaissances pour établir un modèle du joueur / patient pour notre méthode, mais aussi pour la conception de notre outil d’analyse du joueur (PGS-EvalTool).

Le chapitre 2 aborde en particulier la formalisation de la boucle de gameplay. Comme celle-ci est fondamentale à la fois pour la motivation et pour l’efficacité thérapeutique, cet élément de la conception doit pouvoir être analysé dans le détail, mais aussi présenté à un expert santé pour en évaluer la validité à priori. Nous identifierons dans l’état de l’art qu’aucun format actuel n’est satisfaisant et en retirerons des connaissances importantes pour proposer dans le chapitre 10 une ébauche de format spécifiquement conçu pour les jeux thérapeutiques.

Utiliser les jeux pour atteindre un autre objectif que le divertissement n’est pas réservé aux thérapies, nous explorons le domaine des jeux utiles dans le chapitre 3. Nous y étudions les jeux utiles en général, puis plus particulièrement les jeux santé et les jeux thérapeutiques. Cette exploration a pour but de définir la singularité des jeux thérapeutiques dans l’ensemble des jeux santé et d’étudier les catégories de jeux thérapeutiques déjà existantes. Ces connaissances nous serviront à construire une définition et une classification du jeu thérapeutique

(présentées en chapitre 6).

Dans le chapitre 4, nous présentons les méthodes de game design existantes pour les jeux de divertissement comme pour les jeux utiles. Ce chapitre nous permet de confirmer l'absence de méthodes de conception répondant à nos objectifs, mais aussi de déterminer plusieurs aspects méthodologiques du game design comme la conception centrée joueur et le processus itératif.

Comme cette thèse vise l'apport de solutions à des problèmes de design, elle s'inscrit dans les recherches en design. Nous étudions ce champ de recherche dans le chapitre 5 afin de définir les critères de rigueur de nos recherches et étudier les méthodes d'évaluation que nous pourrions utiliser.

Le chapitre 6 présente notre proposition de définition et de classification du jeu thérapeutique.

Le chapitre 7 propose une analyse réflexive de notre expérience de game designer sur le projet de jeu thérapeutique *Le Village aux Oiseaux* pour en identifier et étudier les principaux problèmes de conception auxquels nous avons été confronté.

Le chapitre 8 expose les premières réponses apportées par l'état de l'art pour la problématique.

Les chapitres 9, 10, et 11 présentent respectivement notre méthode de conception et les modèles qui s'y rattachent, une ébauche de méthode de formalisation du gameplay, et l'outil d'évaluation des capacités de jeu du patient (PGSEvalTool).

La quatrième étape de nos recherches concerne l'évaluation des méthodes, modèles et outils proposés. Évaluer et valider une méthode de conception est un exercice difficile qui nécessite des moyens, notamment temporels et financiers, au-delà du cadre d'une thèse (cf. chapitre 5). Ainsi, nous nous concentrons dans un premier temps sur les fondements théoriques : définition des objectifs de conception, identification des problèmes de conception à résoudre, et processus de construction de la méthode.

C'est pourquoi dans le chapitre 7 nous argumentons et discutons les problèmes de conception que nous avons identifiés. Nous illustrons notamment chaque problème avec des exemples issus d'une analyse réflexive de notre travail de game designer sur *Le Village aux Oiseaux*.

Ensuite, dans le chapitre 12 nous détaillons le processus de construction que nous avons suivi pour proposer cette méthode et ses composants.

Concernant l'évaluation, nous proposons au chapitre 13 une évaluation partielle de deux outils composant notre méthode. Nous avons défini quels effets nous souhaitions produire sur la conception des game designers et évalué auprès d'étudiants en game design dans quelle mesure ces outils produisaient ces effets.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous discutons notre travail de recherche, nos apports et résultats, puis présentons plusieurs perspectives.

Première partie

État de l'art

Chapitre 1

Jeu, gameplay et motivation

1.1 Introduction

Les jeux thérapeutiques sont vus comme une solution prometteuse pour motiver les patients à adhérer à leur protocole thérapeutique. Il est en effet possible de transformer de nombreuses activités thérapeutiques en jeu. Une rééducation est souvent composée d'une série d'exercices, dans l'univers vidéoludique ces exercices sont transformés en challenges et peuvent par leur forme motiver le joueur.

C'est le rôle du game designer de décider ce que sera l'expérience de jeu et de la mettre en oeuvre [Fullerton 08, Salen 03]. Salen et Zimmerman définissent le game design comme étant « *le processus par lequel un game designer conçoit un jeu, qui en interaction avec un joueur, produit une expérience de jeu signifiante ("meaningful play")*¹ » [Salen 03].

Le game designer de jeux thérapeutiques doit atteindre un double objectif. Non seulement il doit concevoir un jeu proposant une expérience intéressante et motivante pour le joueur, mais il doit aussi concevoir un jeu qui produit un effet thérapeutique.

Les challenges sont fondamentaux aux jeux, mais le *game world* et les interactions sociales sont deux autres aspects que le game designer manipule pour créer l'expérience de jeu. Le *game world* et les interactions sociales sont d'autant plus importants qu'ils peuvent ici, au même titre que les challenges, produire des effets thérapeutiques et motiver le joueur.

Avant d'aborder les particularités de la conception de jeux thérapeutiques, nous étudions les bases nécessaires à la conception d'une expérience de jeu intéressante et motivante.

Nous commençons donc par expliquer la conception des expériences de jeu, puis étudions le challenge, le *game world* et les interactions sociales. Ensuite, nous abordons la question de la motivation et du plaisir de jeu au travers de travaux de psychologie, puis d'approches en game design.

1. Traduction de l'auteur

1.2 La conception d'expériences de jeu

L'expérience de jeu n'existe que lorsque le joueur interagit avec le jeu. Le modèle MDA (mécaniques, dynamique, esthétique) explique cette relation particulière entre game designer, jeu et joueur [Hunicke 04b]. Les *mécaniques* sont les règles formelles du jeu, elles sont définies par le game designer. La *dynamique* est le résultat des *mécaniques* en interaction avec le joueur, soit le système de jeu. Finalement, l'*esthétique* est l'effet produit par la *dynamique* sur le joueur, soit l'expérience de jeu.

Lorsque le game designer conçoit un jeu, il doit donc imaginer comment les règles qu'il a conçues vont interagir avec le joueur et si celles-ci permettent la mise en oeuvre de l'expérience de jeu voulue [Fullerton 08]. Le résultat de l'interaction entre le joueur et les règles sont assez imprédictibles et c'est pour cette raison que le game design est un processus itératif avec *playtests* [Hunicke 04b, Fullerton 08].



FIGURE 1.1 – Rocket Jump dans Quake (idSoftware, 1996)

Par exemple, dans le jeu de tir en vue subjective Quake, les joueurs sont parvenus à exploiter les règles de fonctionnement du lance-roquette. Ils tirent sur les pieds de leur avatar et l'explosion projette l'avatar du joueur plus haut que s'il sautait normalement (figure 1.1). Cette exploitation des règles du jeu permet au joueur de contourner certains obstacles du jeu et même parfois d'atteindre la fin du niveau en seulement quelques secondes.

Le joueur aborde le jeu principalement au travers de ce qu'il ressent (esthétique du jeu), puis peut déconstruire le fonctionnement de celui-ci pour comprendre le système de jeu jusqu'à finalement en comprendre les règles. A l'inverse, le game designer aborde le jeu aux travers des *mécaniques*. Il conçoit des règles dans l'objectif de mettre en oeuvre indirectement certaines *dynamique* et *esthétiques*. En conséquence, des *playtests* sont nécessaires pour vérifier la qualité de l'expérience de jeu émergeant des règles. A la suite des tests, les règles sont améliorées, puis de nouveaux *playtests* sont conduits. Le game design est donc un processus de conception itératif (concept, test, améliorations).

1.3 Challenge, Game World, et Interactions sociales

1.3.1 Challenge, gameplay et genres de jeu

Comme expliqué en introduction, le game designer définit les règles du jeu. Les règles du jeu régissent les conflits dans lequel le joueur est engagé au travers d'objectifs et de moyens d'action [Juul 03].

Le type de challenge et les actions nécessaires pour le résoudre sont le gameplay d'un jeu [Guardiola 05, Adams 09]. Guardiola et Natkin proposent cette définition du gameplay : « *Toutes les actions (cognitive ou physique, performances et stratégies) effectuées par le joueur, influençant positivement ou négativement le résultat de la situation de jeu incertaine dans laquelle il se trouve* » [Guardiola 05].

Le gameplay est fondamental au jeu, central au point d'en être la composante principale lorsqu'il s'agit de définir les genres de jeu : « *Les genres de jeux vidéo sont déterminés par le gameplay : quels challenges le joueur doit relever et quelles actions il entreprend pour dépasser ces challenges.* »²[Adams 09].

Les quatre genres principaux sont : *action, aventure, stratégie et puzzle* [Rollings 03, Natkin 04, Rogers 10]. Ceux-ci permettent de préciser de manière assez générale ce qui sera important dans le jeu. Rollings et Adams résument les genres principaux ainsi :

- Action : beaucoup de pressions frénétiques de boutons
- Aventure : l'histoire est importante
- Stratégie : choix non-triviaux
- Puzzle : pensée analytique

Chaque genre contient plusieurs sous-genres, dont certains ont une importance et une popularité suffisante pour être devenu à leur tour un genre à part entière, comme par exemple les jeux de tir (*shooter*), les simulations ou les jeux de stratégie. Les sous-genres sont nécessaires pour comprendre l'espace des possibles. Par exemple, les jeux de stratégie en temps réel, dans lesquels la vitesse du joueur a une importance, tandis que dans les jeux de stratégie en tour par tour, seules les décisions sont importantes puisqu'un tour de jeu dure le même temps pour tous les joueurs.

Certains sous-genres sont très précis. Par exemple, dans les *tower defense*, le joueur construit uniquement des défenses face à des vagues d'ennemis.

Malgré les particularités de chaque sous-genre, tous les jeux de stratégies partagent un point commun, celui de nécessiter des prises de décision complexes et stratégiques.

Certains jeux sont multi-genres. Par exemple, *Orc Must Die* (figure 1.2) mélange un gameplay de type *tower defense* avec des éléments de jeu de tir en vue à la troisième personne.

Les challenges sont de type différents parce qu'ils nécessitent la mise en œuvre d'actions non-triviales de type différent pour être résolus. Dans son travail sur la difficulté des jeux vidéo, Levieux propose différentes catégories de difficulté des challenges : sensorielle, logique,

2. *Video game genres are determined by gameplay : what challenges face the player and what actions he takes to overcome those challenges.*



FIGURE 1.2 – Orc Must Die! (Robot Entertainment, 2011)

et motrice [Levieux 11].

Dans le cadre de notre travail, nous préférons les appellations : perceptive, cognitive, et motrice, qui recouvrent le même type de challenges tout en étant plus proche des classifications santé. Levieux explique que pour un même genre de jeu vidéo ce sont les mêmes types de difficultés qui sont plus ou moins élevées. Si les jeux de stratégies sont d'une difficulté cognitive élevée, les jeux d'actions quand à eux sont orientés vers des challenges perceptifs et moteurs [Levieux 11].

1.3.2 Challenge et incertitude

L'incertitude de résolution du conflit, donc le fait que le joueur ne soit jamais certain de parvenir à réussir, signifie la présence d'un challenge ayant un certain niveau de difficulté [Malone 80].

Sans incertitude, il n'y a pas de challenge et donc pas de jeu comme l'explique Caillois : « *Un déroulement connu d'avance, sans possibilité d'erreur ou de surprise, conduisant clairement à un résultat inéluctable, est incompatible avec la nature du jeu. Il faut un renouvellement constant et imprévisible de la situation [...]. Le jeu consiste dans la nécessité de trouver, d'inventer immédiatement une réponse qui est libre dans les limites des règles. Cette latitude du joueur, cette marge accordée à son action est essentielle au jeu et explique en partie le plaisir qu'il suscite.* » [Caillois 58]. C'est pour que le jeu devienne intéressant que le joueur accepte de se plier à ses règles.

Le challenge est créé notamment par le choix des moyens mis à la disposition du joueur pour atteindre l'objectif, ceux-ci ne sont pas les plus efficaces et forcent le joueur à utiliser des compétences, à effectuer des actions non-triviales [Fullerton 08, Adams 09]

Par exemple, dans le golf, c'est l'obligation d'utiliser des clubs qui crée les obstacles et rend le résultat incertain. Dans le cas contraire, le joueur pourrait prendre la balle dans sa main et la déposer dans le trou.

Les règles sont donc la composante essentielle d'un jeu, elles sont le résultat du travail de conception du game designer et visent à légiférer les objectifs, les obstacles et les moyens

de résolutions mis à la disposition du joueur [Hunicke 04b, Juul 03, McGonigal 11]. Lorsque les règles du jeu sont en interaction avec le joueur, ce dernier confronte ses capacités aux challenges générés par les règles pour atteindre les objectifs du jeu.

Le rapport constant entre le jeu et le joueur est décrit par la boucle de gameplay.

1.3.3 La boucle de gameplay

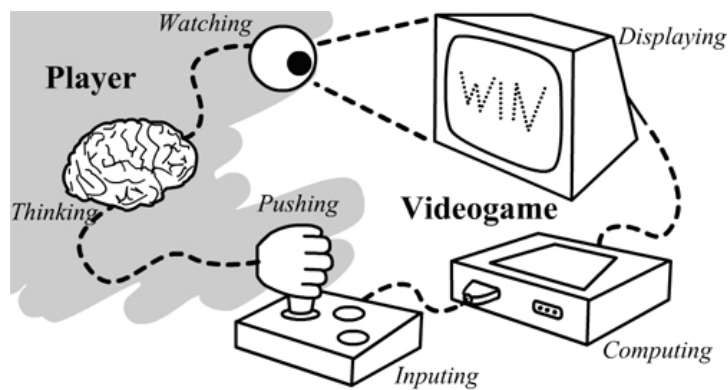


FIGURE 1.3 – Interaction jeu-joueur (Djaouti et al. 2008)

La boucle de gameplay est l'élément d'interaction central d'un jeu. En 2003, Chris Crawford propose la définition suivante de l'interaction joueur-jeu : « *Un processus cyclique dans lequel deux agents actifs alternativement (et métaphoriquement) écoutent, pensent et parlent.* »³ [Crawford 03].

De manière similaire, Djaouti et al. schématisent la définition de Crawford [Djaouti 08] : d'un côté le jeu vidéo affiche des informations, écoute la manette de jeu et calcule le nouvel état de jeu selon les entrées du joueur (manette), et de l'autre le joueur regarde, réfléchit et appuie sur les boutons de la manette (voir figure 1.3).

Le modèle circulaire du gameplay de Tom Heaton [Heaton 06] reprend les mêmes éléments que le processus décrit par Crawford et détaille ce qu'il se passe chez le joueur. Face aux informations du jeu, le joueur analyse, décide, puis utilise le système d'entrée du jeu pour lui communiquer sa décision. A partir de ces informations, le jeu peut calculer son nouvel état le transmet au joueur par son système de sortie.

Cook estime qu'un jeu peut être découpé en atomes de compétences, dont l'apprentissage s'effectue au travers d'un cycle répété de 4 étapes [Cook 07] :

1. Action du joueur (entendue au sein du système de jeu)
2. Simulation (utilisation des règles et changement d'état de jeu)
3. Feedback (lorsque le jeu communique des changements critiques d'état au joueur)

3. *A cyclic process in which two active agents alternately (and metaphorically) listen, think and speak.*

4. Synthèse et filtrage (effectué par le joueur pour trier les informations par utilité, mais aussi comprendre l'acquisition de nouveaux outils qui lui ouvrent de nouvelles actions possibles).

Le cercle heuristique du gameplay décrit le gameplay de la façon suivante [Perron 06]. Tout d'abord, les images et les sons du jeu sont perçus par les joueurs. Grâce à ces informations, le joueur se crée des schémas mentaux de la situation de jeu qui vont diriger ses actions et réactions sensori-motrices.

Par sa pratique du jeu ou de jeux du même genre, le joueur a acquis des connaissances de plus haut niveau qui modifient son analyse de la situation de jeu en cours. Le joueur sait notamment quelles peuvent être les situations de jeux suivantes. Par exemple, dans un jeu d'horreur, le joueur s'attend à être surpris par l'arrivée d'un monstre.



FIGURE 1.4 – Explosion stratégique dans CounterSpy (Dynamighty, 2014)

Le joueur acquiert aussi des connaissances stratégiques. Par exemple, dans de nombreux jeux, des bidons d'essence ou autres objets explosifs sont disposés dans les niveaux pour aider les joueurs à se débarrasser de plusieurs ennemis en même temps (figure 1.4). Quand le joueur a utilisé cette stratégie avec succès, il la mémorise. Par la suite, dans une situation difficile, le joueur analyse l'état de jeu à la recherche d'un bidon d'essence.

Le joueur progresse aussi dans ses capacités sensori-motrices, ce qui lui permet d'être plus précis, plus rapide, ou d'effectuer des actions plus complexes, par exemple, être capable de tirer sur un monstre en se déplaçant. Donc le joueur utilise ses capacités analytiques pour formuler des heuristiques sur le jeu et ces capacités sensori-motrices lui permettent de mettre en oeuvre ses stratégies de jeu.

Ainsi, le gameplay d'un jeu regroupe l'ensemble des actions que le joueur effectue pour réussir les challenges du jeu. La boucle de gameplay décrit le cycle par lequel le joueur prend connaissance du challenge et agit pour sa résolution, soit à la fois la manière dont le challenge

est présenté au joueur, mais aussi les moyens qui permettent au joueur de communiquer ses décisions dans l'espace de jeu.

Les modèles étudiés de la boucle de gameplay proposent le même cycle général. Lorsque le joueur agit sur le système de jeu, le système de jeu analyse les actions du joueur et propose un nouvel état de jeu. Ensuite, le joueur analyse ce nouvel état de jeu, prend une décision, puis l'exécute par le biais des entrées qui sont à sa disposition.

Néanmoins, que les auteurs l'appellent boucle de gameplay ou boucle d'interaction, ce cycle régit toutes les interactions entre le joueur et le jeu que celles-ci soient reliées ou non à l'accomplissement d'un challenge explicite du jeu. Cette boucle est donc centrale dans la pratique vidéo-ludique.

Concernant le joueur, tous les modèles proposent un cycle général en trois étapes : voir - analyser / décider - agir. Certains modèles, dont notamment le cercle heuristique du gameplay, décrivent davantage les capacités du joueur qui sont mobilisées par ce cycle.

Plusieurs capacités du joueur sont automatiquement mobilisées par la pratique d'un jeu. Les capacités perceptives, analytiques, et sensori-motrices font directement écho au cycle général (voir - analyser / décider - agir), tandis que d'autres, comme la mémorisation des stratégies sont plus transversales.

Comprendre le fonctionnement de cette boucle est essentiel pour la conception d'un jeu thérapeutique, notamment pour l'accessibilité, mais aussi pour déterminer ce qui, dans la boucle de gameplay, peut mobiliser une capacité dans le but de la rééduquer..

Dans cette section, nous nous sommes concentrés sur les travaux qui explicitent l'interaction entre le joueur et le jeu. D'autres approches de la boucle de gameplay existent, mais elles sont dédiées à la gestion de la motivation du joueur. Par exemple la boucle OCR (Objective - Challenge - Reward) décrit un système de fonctionnement interne du jeu dans lequel l'interaction avec le joueur n'est pas explicite. Ces approches motivationnelles de la boucle de gameplay seront décrites dans la section sur la motivation.

1.3.4 Jeux et jeux vidéo

La boucle de gameplay révèle aussi la différence fondamentale entre les jeux et les jeux vidéo. La particularité des jeux vidéo réside dans le fait que les décisions et les actualisations de l'état de jeu selon les règles sont effectuées par un système informatique, alors que dans les autres types de jeux, ces actions sont accomplies par le joueur, un maître du jeu ou un arbitre.

Cette démarcation permet d'exclure, par exemple, un jeu de plateau comme *Atmosfear* dont le seul emploi de technologie est la présence d'un maître du jeu par le biais d'une vidéo. De la même manière, *Magic, the Gathering* est un jeu de cartes, tandis que son adaptation sur PC et console, est bien un jeu vidéo.

Dans le cadre de ce travail, nous définissons le jeu vidéo ainsi : « *Un jeu vidéo est un jeu qui utilise un système informatique pour automatiser la mise à jour de son état en appliquant les règles de jeu.* »

1.3.5 Game World et Play

L'espace virtuel, que nous appelons *game world* dans le cadre de cette thèse, est l'espace de jeu dans lequel les activités de jeu et les histoires se déroulent [Adams 09].

Une partie des éléments du *game world* permettent au joueur de se confronter à des challenges. Cependant, le *game world* est plus large que le gameplay qu'il supporte : il décrit l'ensemble des représentations et interactions auxquelles le joueur peut avoir accès.

Il s'agit de la représentation visuelle, sonore et parfois haptique du jeu. Celui-ci peut être abstrait comme dans le *Go* ou *Tetris* ou plus figuratif comme dans *Grand Theft Auto* ou *Borderlands* (figure 1.5). Le *game world* peut être directement représenté à l'écran ou communiqué de manière plus indirecte, sous forme textuelle par exemple.



FIGURE 1.5 – Borderlands (GearBox Software, 2009), un jeu au *game world* particulièrement riche

Le *game world* peut être plus ou moins riche et complexe selon son détail de conception et l'expérience de jeu recherchée par le game designer. Certains *game world* ne sont que des territoires, tandis que d'autres sont des pays peuplés de légendes et d'habitants à rencontrer. Le *game world* étant un monde simulé, il peut être soumis à des règles de fonctionnement, notamment lois de la physique ou d'interactions sociales [Fullerton 08].

Grâce au *game world*, d'autres activités que les challenges peuvent exister. Ces activités sont définies comme étant du *Play*, du jeu non-formel en opposition au *Game*, le jeu régi par des règles et des objectifs explicites [Fullerton 08]. Ces activités *Play* émergent de l'espace de liberté laissé dans les règles formelles du jeu [Salen 03]. Cet espace permet au joueur d'interagir avec le *game world* en dehors des challenges. A la différence du *Game*, le *Play* ne sert pas la résolution d'un conflit de jeu, mais l'amusement du joueur dans cet espace de possibles du jeu.

Vivre une *fantasy*, l'exploration, la découverte, la collection, l'expression de soi, la construc-

tion et la destruction sont des activités *Play* qui ne peuvent exister sans un *game world* [Fullerton 08].

1.3.6 Interactions sociales

Le nombre de joueurs et la nature de leur relation au sein du jeu sont le dernier aspect très important des jeux que nous avons identifié. Il s'agit même d'un autre critère de classification des jeux [Natkin 04, Fullerton 08].

De nombreux jeux sont multi-joueurs selon différentes modalités de compétition ou de coopération. Certains jeux doivent être joués dans le même espace spatial et temporel, tandis que d'autres peuvent être partagés à distance, voir de manière asynchrone.

Certains jeux permettent aussi d'établir des relations sociales dans le temps, par exemple, dans *World of Warcraft*, des guildes se créent pour jouer ensemble et réussir des donjons qui nécessitent la coordination de groupes de 25 à 40 joueurs.

Dans les jeux compétitifs en équipe, par exemple *Counter Strike*, des clans se forment, devisent des stratégies et s'entraînent ensemble pour ensuite affronter d'autres équipes.

Au même titre que les challenges et le *game world*, les interactions sociales constituent un facteur important du plaisir de jeu pour de nombreux joueurs.

1.3.7 Synthèse

Dans cette section, nous avons exploré l'importance des challenges, du *game world* et des interactions sociales en tant qu'aspects primordiaux des jeux. Nous continuons cette exploration dans le chapitre 12 pour démontrer que ces trois aspects sont fondamentaux.

Les challenges, le *game world* et les interactions sociales sont conçus et manipulés par le game designer pour permettre la mise en oeuvre de l'expérience de jeu qu'il souhaite délivrer au joueur. Outre cette expérience, le game designer doit gérer la motivation du joueur. En effet, la motivation du joueur est le facteur qui détermine le temps que le joueur accordera au jeu et s'il le terminera [Ghozland 07].

Gérer la motivation du patient est un enjeu crucial de conception des jeux thérapeutiques. Cette capacité des jeux à motiver leurs joueurs est la raison pour laquelle la transformation d'activités thérapeutiques en jeux est vue comme une solution prometteuse [Burke 09].

En effet, ce n'est pas un accident si les jeux sont motivants et agréables, ils sont conçus par les game designers pour l'être. Les game designers s'appuient à la fois sur des théories de psychologie de la motivation et sur les nombreux travaux en game design sur les plaisirs de jeu et les modèles du joueur.

En conséquence, les game designers de jeux thérapeutiques peuvent mettre en oeuvre de nombreux mécanismes pour maintenir et alimenter la motivation des joueurs. Comme il n'existe pas de méthode de game design unifiée contenant l'entier de ces mécanismes, nous étudions différents travaux dans la section suivante pour déterminer lesquels sont intéressants pour la conception de jeux thérapeutiques.

1.4 Motivation et plaisirs de jeu : théories en psychologie

Toute méthode de game design doit s'intéresser à la gestion de la motivation. Les théories et modèles de la motivation en psychologie et en game design sont nombreux, une revue de littérature est nécessaire pour en extraire les connaissances importantes.

Ainsi, dans cette section, nous décrivons tout d'abord deux théories de psychologie qui apportent des éclairages sur le fonctionnement de la motivation (Self Determination Theory et théorie du flow), accompagnés de certains travaux se basant sur ces théories pour les appliquer au jeu vidéo. Ensuite nous étudierons les différentes approches en Game Design sur la motivation et les plaisirs de jeu, pour conclure sur une synthèse et une vue d'ensemble que nous avons construite à partir de ces nombreux travaux.

1.4.1 Self-Determination Theory

La Self-Determination Theory (SDT) de Ryan et Deci explique les principes de motivation qui mènent un individu à entreprendre une activité. La SDT distingue trois qualités de motivation : amotivation, motivation extrinsèque, et motivation intrinsèque [Ryan 00].

L'*amotivation* est l'absence complète de motivation pour une activité [Ryan 00]. La motivation est *extrinsèque* lorsqu'une activité est entreprise pour une récompense séparable de l'activité elle-même ou pour le produit de l'activité [Ryan 00]. Par exemple, un enfant qui fait ses devoirs pour être félicité par ses parents ou ne pas être puni. Enfin, la motivation est *intrinsèque* quand l'activité est entreprise pour le plaisir de l'activité elle-même, indépendamment de récompenses ou de produits extérieurs à celle-ci [Ryan 00]. Par exemple, un enfant qui lit un livre sur les dinosaures, car il est passionné par ce domaine.

Pour qu'une activité puisse générer de la motivation intrinsèque chez un individu, l'activité doit satisfaire les trois besoins psychologiques innés de *compétence*, d'*autonomie* et d'*appartenance* [Ryan 00]. Une activité ne génère par de motivation intrinsèque en soit, il s'agit d'une rencontre entre une personne et une activité.

Cependant, toutes les activités ne sont pas égales dans la motivation qu'elles peuvent générer [Ryan 00]. Ainsi, certaines activités comme l'escalade, la chirurgie ou les jeux vidéo, ont des propriétés qui optimisent leur probabilité de devenir une activité entreprise par motivation intrinsèque [Csikszentmihalyi 91, Ryan 00].

Lorsqu'un individu entreprend une activité pour une récompense séparable de l'activité elle-même, sa motivation est *extrinsèque*. La différence fondamentale avec une motivation *intrinsèque* est que l'individu instrumentalise l'activité, sa motivation est une construction.

En effet, pour Ryan et Deci, la motivation *extrinsèque* est différente selon ce qui motive exactement l'individu, plus celui-ci est autonome et valorise l'activité, plus il sera motivé [Ryan 00]. Ryan et Deci définissent six qualités principales de motivation [Ryan 00] :

1. Amotivation : Absence de motivation
2. Motivation extrinsèque, régulation externe : Récompense ou la punition associée à l'activité

3. Motivation extrinsèque, introjection : Implication de l'ego, approbation de soi ou des autres
4. Motivation extrinsèque, identification : Valorisation consciente de l'activité, auto-approbation des objectifs
5. Motivation extrinsèque, intégration : Synthèse hiérarchique des objectifs et congruence
6. Motivation intrinsèque : Activité entreprise pour le plaisir inhérent à la pratique de l'activité

Lorsqu'un individu est motivé parce qu'il a intégré l'importance de l'activité pour l'atteinte d'autres objectifs (intégration), sa motivation peut être comparable à une motivation intrinsèque et satisfaire les trois besoins psychologiques innés [Ryan 00].

Ces six qualités de motivation sont un processus d'internalisation, ainsi une motivation extrinsèque peut se renforcer jusqu'à devenir intrinsèque [Ryan 00]. De la même manière, la motivation peut régresser jusqu'à disparaître (amotivation). Particulièrement, l'usage de récompense et de punition peut amoindrir la qualité de la motivation [Ryan 00]. Ainsi, le contexte de pratique de l'activité est crucial dans la modification de la qualité de la motivation.

1.4.1.1 Travaux associés

De nombreuses recommandations en game design font référence à la motivation intrinsèque. McGonigal identifie quatre récompenses intrinsèques de la pratique du jeu : travail satisfaisant (être immergé dans une activité dont l'impact de nos efforts est visible), l'expérience ou l'espoir de réussir, les connections sociales et la signification (impression d'appartenir à quelque chose de plus grand que soi) [McGonigal 11].

Malone propose une taxonomie des composantes de motivation intrinsèque des jeux vidéo [Malone 80] [Malone 81]. Il propose de la classer en trois groupes : Challenge (l'incertitude d'atteindre un objectif), Fantasy (tous les contenus non-abstraites du jeu), et Curiosity (la variabilité des challenges et de la fantasy) [Malone 80, Malone 81]. Par la suite, Malone et Lepper définissent que ces composantes sont des motivations individuelles, ils y ajoutent une nouvelle composante : Control (la sensation d'être à l'origine de ses actions) [Malone 87]. Les auteurs proposent ensuite l'ajout des motivations interpersonnelles que sont la compétition, la coopération et la reconnaissance. Pour chaque catégorie, ils proposent des recommandations plus ou moins détaillées.

Rigby et Ryan proposent la théorie PENS (Player Experience of Need Satisfaction), une application de la SDT au domaine des jeux vidéo [Rigby 07]. Les auteurs y transposent les trois besoins en expliquant à quoi ils correspondent au sein d'un jeu vidéo. Le besoin de compétence est satisfait par les challenges, le besoin d'autonomie par la liberté et celui d'appartenance par les relations entre joueurs.

1.4.1.2 SDT et jeux thérapeutiques

La Self-Determination Theory permet d'une part de comprendre pour quelles raisons une activité est choisie, et d'autre part de comprendre les mécanismes psychologiques qui sous-tendent ce choix et donc par quels moyens la qualité de la motivation peut être améliorée.

Ces aspects sont cruciaux pour les jeux thérapeutiques, ceux-ci, au contraire d'un jeu de divertissement, ne sont pas une activité librement choisie, mais prescrite.

De plus, les jeux thérapeutiques sont pratiqués dans un objectif extrinsèque : améliorer sa condition de santé. Augmenter la probabilité que la motivation extrinsèque du patient se renforce par internalisation, voir même que le jeu thérapeutique devienne une activité autotélique est un enjeu majeur de conception des jeux thérapeutiques. Favoriser la pratique autonome permet d'améliorer l'observance du patient et par conséquent, l'efficacité du protocole thérapeutique.

Une bonne intégration des composantes liées au plaisir du joueur dans les jeux thérapeutiques permet donc d'optimiser la motivation du patient. Parmi elles, les notions de challenge et de difficulté adaptée sont identifiées comme étant fondamentales, accompagnée de l'autonomie et des relations sociales.

Si la SDT décrit les besoins innés qui sont satisfaits par les activités autotéliques et comment nous déterminons quelles activités nous pratiquons, la théorie du Flow de Csikszentmihalyi étudie le ressenti provenant de la pratique d'une activité autotélique et est particulièrement adaptée pour expliquer, tout d'abord, ce qu'est un niveau idéal de difficulté, et ensuite l'importance de la difficulté comme facteur d'appréciation d'une activité en général.

1.4.2 La théorie du flow

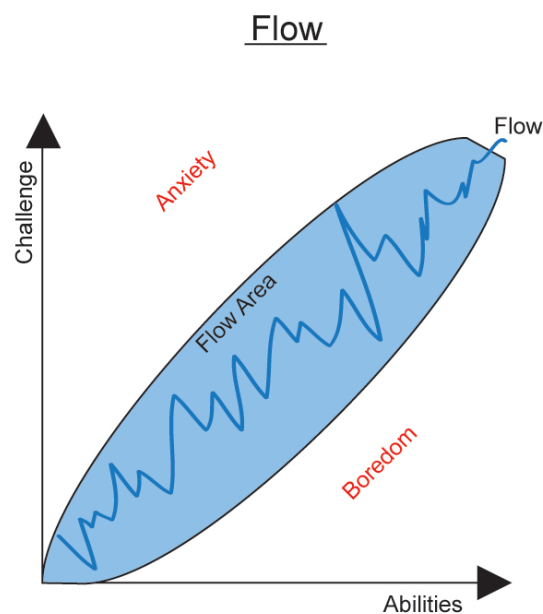


FIGURE 1.6 – Flow - Etat optimal

L'état de flow (figure 1.6) est décrit comme étant l'expérience optimale se produisant lorsqu'une tâche n'est ni trop facile (menant à l'ennui), ni trop difficile (menant à l'anxiété)

[Csikszentmihalyi 91]. Outre le difficulté d'une tâche, Csikszentmihalyi décrit d'autres facteurs de l'expérience optimale : « *L'état optimal de l'expérience intérieure est celui dans lequel la conscience est ordonnée. Ceci se produit lorsque l'énergie psychique - ou attention - est investie dans des objectifs réalistes, et quand les compétences correspondent aux opportunités d'agir. La poursuite d'un objectif permet d'ordonner la conscience, car on doit concentrer son attention sur la tâche en question et momentanément oublier tout le reste. Ces périodes de lutte pour surpasser un challenge sont ce que les gens rapportent être les instants les plus agréables de leur vie.* »⁴[Csikszentmihalyi 91].

L'auteur définit qu'une expérience optimale est autotélique⁵, donc que l'activité est intrinsèquement enrichissante pour la personne qui la pratique. L'auteur a trouvé que ces expériences optimales avaient de nombreuses caractéristiques en commun : sensation que ses compétences sont adéquates pour gérer le challenge, un système d'action basé sur des règles et dirigé vers des objectifs, des indications claires quand au degré de réussite. En conséquences, la concentration de la personne est si intense qu'elle n'a plus d'attention disponible pour penser à quoique ce soit de non pertinent pour la tâche, elle ne s'inquiète plus de problème et sa perception du temps est distordue.

L'auteur a découvert que certaines activités, comme la chirurgie, l'escalade et les jeux vidéo, sont plus fréquemment intrinsèquement enrichissantes que d'autres et permettent particulièrement d'atteindre l'état de flow. Csikszentmihalyi explique que d'une certaine manière ces activités ont été conçues pour permettre l'atteinte de l'expérience optimale : ces activités ont des objectifs et des règles qui nécessitent de maîtriser des compétences, produisent des feedbacks permettant à la personne d'évaluer sa progression vers cet objectif, permettent le contrôle et facilitent la concentration en se différenciant clairement de la réalité.

Tous ces aspects sont présents dans les jeux vidéo, faisant de ceux-ci une activité permettant facilement d'atteindre un état de flow.

1.4.2.1 La théorie du flow appliquée aux jeux vidéo

Sweetser et Wyeth traduisent les sept facteurs du flow pour les jeux vidéo et y ajoutent un élément d'interaction sociale [Sweetser 05] :

1. Concentration : Le jeu nécessite de la concentration et le joueur est capable de se concentrer sur le jeu
2. Challenge : Le jeu est suffisamment exigeant et correspond au niveau de compétence du joueur
3. Compétence du joueur : Le jeu doit soutenir le joueur dans l'amélioration et la maîtrise de ses compétences
4. Contrôle : Le joueur doit ressentir une impression de contrôle sur ses actions dans le jeu
5. Objectifs clairs : Le jeu fournit au joueur des objectifs clairs à intervalles appropriés
6. Feedback : Le joueur reçoit des feedbacks appropriés aux moments opportuns

4. Traduction de l'auteur

5. Du Grec, autos (soi-même) et telos (buts)

7. Immersion : Le joueur doit ressentir une implication profonde, mais sans effort dans le jeu
8. Interaction sociale : Le jeu devrait soutenir et créer des opportunités d'interaction sociale

En suivant ces recommandations, un game designer peut concevoir un jeu optimisé pour aider le joueur à atteindre l'état de flow. Par exemple, veiller à ce que la latence entre la pression d'un bouton et les actions de l'avatar soit faible permet de renforcer la sensation de contrôle. D'autres facteurs, comme la difficulté des challenges, nécessitent des aménagements plus complexes. Le niveau de difficulté idéal est dépendant à la fois du niveau de difficulté du challenge et du niveau de compétence du joueur. La calibration de la courbe de difficulté d'un jeu est un enjeu bien particulier du game design des jeux, nous l'étudions dans la section suivante.

1.4.2.2 La difficulté des challenges

Un niveau de difficulté adapté est un élément essentiel du plaisir de jeu et est une condition pour atteindre un état de flow. Ainsi les game designers essaient de créer une courbe de progression de la difficulté proche de la courbe de progression des compétences du joueur pour que celui-ci soit toujours confronté à des challenges intéressants.

Levieux définit le niveau de difficulté d'un challenge comme étant la probabilité qu'un joueur a de le réussir selon son niveau de compétence [Levieux 11, Aponte 11]. Il propose de distinguer trois types de difficultés : motrice, sensitive (ou perceptive), logique (ou cognitive). Par exemple, la difficulté d'un jeu de tir en vue subjective est principalement motrice, alors que la difficulté du sudoku est principalement logique.

Levieux explique aussi que s'il est possible de définir une courbe de difficulté statique dans les jeux de progression (c.-à-d. quand les niveaux de jeux sont principalement linéaires et ont un ordre prédéfini), ce n'est pas possible pour les jeux ayant un gameplay émergent (par exemple, le go et les jeux de stratégies).

Une courbe de difficulté statique est définie pour le joueur moyen qui s'améliore à une vitesse inférée. La calibration d'une courbe de difficulté statique nécessite de nombreux play-tests, mais ne sera jamais idéale pour tous les joueurs, ceux-ci n'ayant pas tous le même niveau de départ, ni la même vitesse d'apprentissage.

En conséquence, Levieux propose un outil pour analyser les différents challenges proposés par un jeu ainsi que le niveau de compétence du joueur dans l'objectif de proposer un système d'adaptation dynamique de la difficulté. La démarche de proposer une difficulté auto-adaptative n'est pas nouvelle et de nombreux travaux s'inscrivent dans cet objectif [Andrade 05, Yun 10, Yannakakis 07, Hunicke 04a, Hunicke 05, Spronck 06]. Nous avons aussi constaté que la majorité des jeux thérapeutiques proposant une réhabilitation contenaient un système adaptatif de la difficulté (voir [Gouaich 12] ou [Burke 09] pour exemples).

Ces outils contiennent habituellement un modèle du joueur pour aider le système à prendre des décisions d'adaptation. Ces modèles du joueur sont aussi largement utilisés en game design dès le début de la conception, ils font l'objet d'une étude détaillée en section 1.5.2.

1.4.3 Synthèse

Ces deux théories de psychologie abordent les différentes qualités de motivation, les facteurs généraux de la motivation, les raisons pour lesquelles on choisit une activité plutôt qu'une autre et ce qu'on ressent lorsqu'on est immergé dans une activité autotélique.

La Self-Determination Theory définit que les trois besoins psychologiques innés sont la compétence, l'autonomie et l'appartenance [Ryan 00]. Les trois peuvent être satisfaits dans les jeux vidéo, le besoin de compétence grâce aux challenges, celui d'autonomie par la liberté laissée au joueur (résultant à la fois du gameplay et du fonctionnement du *game world*), et celui d'appartenance au travers des relations entre joueurs [Rigby 07]. Lorsque les trois besoins sont satisfaits par une activité, celle-ci peut générer de la motivation intrinsèque. Dans ce cas, la personne entreprend l'activité sans motivation extérieure à l'activité elle-même. Différents facteurs permettent de concevoir une activité qui renforce la motivation intrinsèque et ceux spécifiques aux jeux vidéo ont été particulièrement étudiés [Malone 80, Malone 81, Malone 87].

La théorie du flow décrit l'état optimal atteint par une personne lorsqu'elle est complètement concentrée sur l'activité entreprise. Pour que cet état soit atteignable, elle doit répondre à différents critères. Ceux-ci peuvent être appliqués aux jeux vidéo pour concevoir des challenges motivants et facilitant l'état de flow chez le joueur [Sweetser 05].

En résumé, le jeu doit soutenir le joueur dans l'amélioration et la maîtrise de ses compétences, notamment en lui communiquant les informations importantes. Les objectifs du joueur doivent être communiqués de manière claire et à des intervalles appropriés. Les feedbacks sur ses performances et sa progression doivent être clairs et communiqués aux moments opportuns. Les feedbacks permettent aussi d'aider le joueur à ressentir une impression de contrôle, c'est-à-dire sa capacité d'affecter le jeu par ses actions. Le jeu doit aussi permettre au joueur de ressentir une implication profonde et soutenir les opportunités d'interactions sociales.

Le niveau de difficulté est un facteur particulièrement important. La difficulté des challenges doit être adaptée au niveau de compétences du joueur. Cet enjeu est particulièrement crucial dans les jeux thérapeutiques puisqu'une activité trop facile ne permettra pas d'améliorer les fonctions du patient et une activité trop difficile pourrait, dans le pire des cas, le blesser. De plus, la difficulté des challenges est un facteur important de la motivation. Une difficulté non-adaptée peut mener à de l'ennui ou à de la frustration. Ainsi, la gestion de la courbe de difficulté constitue une étape importante dans la conception des jeux thérapeutiques, à la fois pour l'efficacité thérapeutique, et pour la gestion de la motivation du patient.

Toutes ces notions sont importantes pour le game design de jeux de divertissement, et le sont d'autant plus lorsqu'il s'agit de jeux thérapeutiques. Les jeux thérapeutiques accompagnent souvent les patients dans des moments difficiles de leur vie et les rééducations sont des activités pénibles et répétitives [Burke 09]. Le patient ne choisit pas l'activité thérapeutique, elle lui est prescrite et il effectue les exercices non pas par plaisir, mais pour améliorer sa condition médicale. De plus, l'intensité et la régularité avec laquelle le patient effectue ses exercices sont des facteurs d'efficacité très importants pour de nombreuses thérapies. Permettre au patient d'atteindre l'état de flow et renforcer un maxi-

leur sa motivation sont donc des objectifs de conception importants pour le game designer de jeux thérapeutiques. En conséquence, une méthodologie de game design pour les jeux thérapeutiques doit particulièrement intégrer des connaissances sur ces aspects motivationnelles pour guider la conception du game designer.

Outre les théories de psychologies et travaux associés présentés dans cette section, le game designer de jeux thérapeutiques peut s'appuyer sur les nombreux travaux de théorisation du game design qui abordent ces notions. Ceux-ci sont l'objet de la section suivante.

1.5 Motivation et plaisirs de jeu : approches en Game Design

Comprendre la motivation du joueur est un concept clé des théories de game design, car sans motivation, un joueur cesserait simplement de jouer [Ghozland 07].

Les jeux vidéo peuvent satisfaire les besoins innés de compétence, d'autonomie et d'appartenance, et permettre au joueur d'atteindre l'état de flow. Cependant, les game designers n'étudient pas toujours la motivation du joueur au travers de ces modèles de psychologie. Les game designers ont souvent une approche plus expérimentale et intuitive, ils analysent ce que les joueurs apprécient lorsqu'ils jouent et décrivent les différents plaisirs de jeu, émotions, et facteurs de motivation.

Nous commençons par étudier la boucle de gameplay en tant que structure motivationnelle des jeux et ce qui procure du plaisir et de la motivation au joueur dans cette dynamique. Puis nous étudions les modèles du joueur, dont l'approche principale est de définir des types de joueur au travers de leurs préférences de jeu.

1.5.1 La boucle de gameplay en tant que structure motivationnelle des jeux

Si la boucle de gameplay permet d'analyser l'interaction entre le joueur et le jeu, la boucle de gameplay réfère aussi à une structure motivationnelle des jeux. Il s'agit de la boucle OCR (Objective - Challenge - Reward). Cette boucle définit un objectif fixé au joueur, qu'il ne peut accomplir qu'en réussissant un challenge, pour lequel il obtient une récompense. Cette boucle OCR est une structure qui peut être appliquée à différents niveaux de lecture du gameplay et les récompenses peuvent être de différentes natures.

Cette boucle OCR peut se situer au niveau du cycle d'interaction, l'objectif étant pour le joueur de parvenir à effectuer une certaine action, par exemple sauter, le défi d'utiliser le bon bouton, et la récompense de voir son avatar effectuer l'action, accompagnée d'effets visuels et sonores (figure 1.7).

A un niveau supérieur, l'objectif peut être de tuer un monstre pour récupérer de l'or, dans ce cas, la boucle contient plusieurs cycles d'entrées/sorties [Klimmt 03, Ghozland 07].

Habituellement, trois horizons de motivation sont analysés : le court-terme (motivation



FIGURE 1.7 – Saut dans Super Mario World (Nintendo, 1990)

immédiate), le moyen-terme (motivation à terminer le niveau en cours), le long-terme (motivation à terminer le jeu ou rejouer). Cependant la granularité ou temporalité des horizons de motivation dépendent fortement du genre jeu. Dans les jeux de stratégie au tour par tour, une seule boucle peut durer plusieurs dizaines minutes le temps que le joueur analyse la situation et prenne une décision, tandis que dans un jeu de tir, la boucle durera quelques secondes lorsque le joueur doit réagir face à une menace.

1.5.1.1 Trois niveaux de cycle d'interaction

Klimmt, dans son étude sur les dimensions du plaisir de jeu, propose un modèle à trois niveaux similaires aux trois horizons de motivations [Klimmt 03].

Niveau unitaire, cycle d'entrées/sorties Le cycle d'interaction unitaire avec le système de jeu est le cycle d'entrées/sorties : le joueur presse une touche, le système lui répond [Klimmt 03]. La réciprocité entre les entrées du joueur et les réponses du système est le facteur le plus important.

Klimmt explique que ce cycle capture l'attention du joueur, le motive et produit directement une sensation de plaisir. Les jeux produisent des feedbacks immédiats et clairs selon les entrées du joueur, donc il peut évaluer sa propre efficacité. De plus, les jeux peuvent produire une réponse très amplifiée pour chaque action du joueur : la pression d'un bouton peut provoquer une explosion d'effets visuels et sonores. Klimmt explique que ceci est l'expérience de l'effectance : voir que l'on produit un effet sur un objet. C'est un facteur de motivation important, facile à produire dans les jeux vidéo, alors que cette expérience est souvent beaucoup moins claire dans d'autres conditions. Ce premier niveau est le cycle unitaire, puisque que chaque entrée du joueur est le début d'une boucle.

Second niveau, épisodes avec ou sans menace Klimmt propose un deuxième niveau de cycle qui est une séquence d'épisodes, conflits ou obstacles interconnectés. Un épisode nécessite plusieurs cycles input-output pour être résolu. Les épisodes donnent au joueur la nécessité d'agir, d'effectuer une ou plusieurs des actions disponibles pour résoudre la situation de jeu. Les actions du joueur produisent un résultat qui s'étend au prochain épisode, par exemple, l'état de santé de l'avatar peut être faible au début d'un épisode si le joueur a mal négocié l'affrontement précédent. Selon Klimmt, un épisode contient au minimum : des possibilités d'agir, une nécessité d'agir, une action du joueur, un résultat qui connecte l'épisode au suivant.

L'auteur postule deux types d'épisodes différents selon s'ils contiennent ou non une menace. Dans les épisodes contenant une menace, le joueur est dans la nécessité d'agir pour résoudre l'obstacle ou la menace. C'est l'incertitude concernant le résultat et la distance entre son espoir de résultat positif et la situation actuelle qui crée le sentiment de suspense. En cas de résultat positif, le suspense se transfère vers un état euphorique de bonheur. Comme le joueur s'investit personnellement en utilisant ses propres capacités, ce sentiment de soulagement est d'autant plus fort puisqu'il se perçoit comme l'instigateur de sa propre réussite. Il peut vivre l'expérience de la maîtrise, ce qui peut augmenter son estime de soi. À l'inverse, en cas d'échec, ce sont des sentiments de frustrations qui peuvent émerger.

L'autre type d'épisode ne contient pas de menace, le joueur n'a pas de nécessité d'agir immédiatement. Ces épisodes peuvent directement succéder à la résolution d'un épisode contenant une menace pour créer un rythme. Dans ces épisodes, l'exploration intéresse le joueur, motivé par la curiosité et une certaine excitation plaisante provenant de l'acquisition d'une compréhension du monde du jeu, par exemple découvrir le fonctionnement d'un objet en particulier.

Troisième niveau, l'entier du jeu Le troisième niveau contient l'entier des sessions de jeu. Le joueur a un rôle dans le game world et participe à l'histoire. Les actions effectuées dans les épisodes prennent du sens plus global et le jeu devient une réalité alternative, un game world rempli de personnages, d'aventures, de technologies et de règles sociales. Le facteur principal de motivation est l'appel de l'illusion d'entrer dans le *game world* (similaire à l'évasion de Yee) pour y vivre sans risques ni conséquences de nouvelles expériences particulièrement celle qui sont inaccessibles ou risquées dans la réalité.

1.5.1.2 Les sources de motivation du joueur

Ghozland détaille les différentes sources de motivation de la boucle OCR : la boucle de motivation P.N.R.C. (*Player state, Needs, Reward, Challenge*).

La boucle commence avec l'état initial du joueur (et celui de son avatar), le joueur ressent le besoin d'obtenir une certaine récompense (par exemple, du matériel pour son personnage) ce qui devient son objectif. Ainsi, le joueur va tenter de réussir le challenge qui lui permet d'obtenir cette récompense. Cette récompense va améliorer son état de joueur (ou d'avatar) et la boucle peut recommencer. Ghozland souligne que la récompense doit être utile dans le



FIGURE 1.8 – Affrontement pour des ressources, Starcraft (Blizzard Entertainment, 1998)

jeu et que sa valeur doit être dépendante de la difficulté du challenge.

Selon les types de jeu, la motivation du joueur est plus orientée sur les besoins, les challenges, ou les récompenses. Par exemple, dans les jeux de stratégie, le besoin guide le joueur, puisqu'il s'agit avant tout d'acquérir des ressources (figure 1.8). Dans un jeu de combat, l'amélioration de ses propres compétences de joueur est la motivation centrale, car en étant plus performant, le joueur optimise ses chances de gagner.

1.5.1.3 Les expériences de jeu comme source de motivation

Schoenau-Fog propose une boucle d'engagement du joueur : *objectif, activité, accomplissement, émotion*. La boucle de Schoenau-Fog est une boucle OCR explicitant l'importance des émotions générées chez le joueur pour sa motivation à continuer le jeu.

En effet, l'objectif du game designer est de produire une certaine expérience de jeu pour le joueur. Cette expérience de jeu émerge de l'interaction entre le joueur et le jeu et concerne ce qui se produit chez le joueur par cette interaction. Les joueurs jouent parce que l'expérience jeu les satisfait et tous les joueurs n'apprécient pas les mêmes expériences de jeu.

Ainsi, de nombreux travaux sont à la frontière entre l'analyse des expériences que le jeu peut produire et les modèles du joueur. Par exemple, Lazzaro identifie sept émotions générées par le jeu vidéo et catégorise ensuite les joueurs en quatre types selon leur préférence d'expérience de jeu [Lazzaro 04]. Nous présenterons ce type de travaux dans la section dédiée aux modèles du joueur.

Dans cette section, nous présentons les auteurs qui étudient quelles émotions, sensations et expériences esthétiques peuvent émerger de la pratique du jeu.

Niedenthal explique que les expériences esthétiques des jeux peuvent être analysés selon trois axes, dont deux sont spécifiques aux jeux vidéo : les phénomènes sensoriels que rencontrent le joueur et l'expression de l'expérience de jeu comme plaisir, émotion, socialisation [Niedenthal 09]. Les phénomènes sensoriels réfèrent à la manière dont le jeu est

perçu visuellement, auditivement, et haptiquement par le joueur, ils émergent donc particulièrement du *game world*, tandis que l'expression de l'expérience de jeu peut provenir à la fois du challenge, du *game world*, et des interactions sociales.

La plupart des auteurs ne font pas cette distinction entre phénomène sensoriels et expression de l'expérience de jeu, mais propose des listes de tout type d'expérience esthétique.

Lundgren et al. identifient 16 propriétés des gameplay pertinentes pour l'esthétique (p. ex. : l'équilibre, la simplicité, et les choix significatifs) [Lundgren 09]. A partir de ces propriétés, ils proposent huit esthétiques idéales de jeu comme l'émergence, la reconstitution ou la méditation.

Hunicke et al. identifient huit types d'esthétiques du jeu vidéo [Hunicke 04a]. Par exemple la découverte dans les jeux qui sont des territoires à explorer.

Garneau propose une liste de 14 formes de fun [Garneau 01], dont la beauté (définie par Garneau comme étant ce qui fait plaisir au sens) ou la création (faire exister quelque chose qui n'existait pas).

Ces différentes listes et classifications des esthétiques, expériences de jeu, expériences sensorielles, ou émotions, soulignent la richesse des expériences vidéo-ludiques. Le game designer peut puiser dans différents registres pour proposer une expérience engageant émotionnellement le joueur. Le choix de l'expérience de jeu dépend fondamentalement de l'audience visée, les modèles du joueur présentés dans la section 1.5.2 en sont l'outil de réflexion principal.

1.5.1.4 Synthèse

La boucle OCR permet de rationaliser la structure motivationnelle des challenges d'un jeu : le jeu donne un objectif au joueur, l'atteinte de cet objectif nécessite de réussir un challenge et le joueur obtient une récompense pour avoir atteint l'objectif. La motivation du joueur peut provenir de son envie ou besoin d'obtenir la récompense, de son envie de se confronter au challenge ou d'atteindre cet objectif.

La boucle OCR définit des récompenses de différents types : effets visuels et sonores, objet utile en jeu, fun, émotions. Certaines de ces récompenses sont une partie de l'expérience de jeu.

En effet, les effets visuels et sonores, tout comme les émotions, sont des éléments de l'expérience de jeu. L'expérience de jeu englobe tout ce qui se produit chez le joueur lorsqu'il est en interaction avec le jeu. L'expérience de jeu n'est donc pas limitée à ce que le joueur ressent lorsqu'il réussit un challenge, elle concerne aussi, par exemple, son intérêt pour l'histoire ou le plaisir qu'il ressent à regarder le *game world*.

Si l'expérience de jeu est la raison fondamentale pour laquelle les joueurs jouent, tous les joueurs n'apprécient pas les mêmes expériences de jeu. Ainsi, d'autres auteurs proposent des modèles du joueur pour aider à définir quelle expérience de jeu est appréciée par quelle audience.

1.5.2 Les modèles du joueur

Un jeu vidéo est conçu pour plaire à une certaine audience ou type de joueur. Comme il existe de nombreuses expériences de jeu, les joueurs ont des préférences de contenu et d'expérience. Certains jeux et aspects de jeu plairont à certains types de joueur et en laisseront d'autres indifférents, voir les rebuteront. Une bonne connaissance du joueur est primordiale à la fois pour lui proposer une expérience de jeu qui l'intéresse et pour lui proposer des challenges d'un niveau adapté à ses compétences.

En conséquence, modéliser le comportement du joueur, ainsi que ses émotions, performances et motivations est un enjeu clé en game design. Les modèles du joueur proposent un cadre pour analyser les préférences du joueur, ses performances, ou encore son profil psychologique. Ils sont utilisés en conception pour mieux comprendre l'audience et concevoir un jeu adapté. Certains modèles du joueur sont aussi utilisés par des systèmes adaptatifs qui récoltent des données pour caractériser le joueur en train de jouer et adaptent le jeu à leur niveau de compétences ou à leurs préférences. En particulier, les jeux thérapeutiques contiennent souvent un système de ce type pour donner des informations supplémentaires au thérapeute et pour s'assurer que l'activité thérapeutique soit d'un niveau de difficulté adapté au patient [Burke 09].

1.5.2.1 Les typologies issues de l'étude des joueurs de jeux massivement multi-joueurs

La typologie des joueurs de Multi User Dungeon (MUD) de Bartle est le plus ancien modèle de joueur [Bartle 96]. Bartle identifie 4 types des joueurs (*Achiever*, *Killer*, *Explorer*, *Socializer*) au travers de 2 axes : type d'action : "agir sur - interagir avec" et cible de l'action : "monde - joueur". Par exemple, les Killers aiment agir sur d'autres joueurs souvent par le biais d'actions agressives, tandis que les Socializers aiment interagir avec les autres joueurs au travers de discussions ou d'entraide. Les joueurs peuvent évoluer d'un type de joueur à l'autre au fur et à mesure de leur pratique [Bartle 05].

Le modèle de Bartle souligne que les joueurs ont des préférences de jeu et donc qu'il faut proposer une certaine diversité de contenu pour satisfaire les différents types de joueur. Bien que conçu pour caractériser les joueurs de MUD, ce modèle est souvent utilisé sur tout type de jeux pour réfléchir les contenus à proposer.

Nick Yee étudie les motivations des joueurs des Massively Multiplayer Online Role Playing Game (MMORPG) au travers de questionnaires, il parvient à établir trois composantes principales contenant chacune plusieurs sous-notions [Yee 06] :

- **Accomplissement** : Avancement, mécaniques, compétition
- **Social** : Socialiser, relations, facteur humain (people factor)
- **Immersion** : Découverte, jeu de rôle, customisation, évasion (escapism)

Si Bartle et Yee soulignent différents facteurs de motivation, leurs études sont concentrées sur les joueurs de jeux en ligne massivement multi-joueurs. D'autres chercheurs proposent des facteurs généraux à tout type de jeux.

1.5.2.2 Les typologies générales

Nicole Lazzaro propose quatre clés pour concevoir des jeux vidéo procurant plus d'émotions [Lazzaro 04] : *Hard Fun*, *Easy Fun*, *Altered States*, *People Factor*. Sa typologie peut être vue comme une classification des contenus proposés par les jeux ou comme une typologie de joueur, ceux-ci étant caractérisés par leurs préférences pour ces différents contenus.

Dans le *Easy Fun*, l'immersion dans le jeu est primordiale, les challenges sont peu difficiles, tandis que le *Hard Fun* nécessite de surpasser des épreuves particulièrement difficiles. *Altered States* concerne les émotions et sensations qui sont générées au travers de la pratique du jeu. Le *People Factor* est tout le plaisir découlant des relations à d'autres joueurs.

Koster s'inspire des clés de Lazzaro pour proposer quatre types de plaisir de jeu : fun, réactions viscérales, manœuvres de statut social, appréciation esthétique [Koster 05b].

1.5.2.3 Les typologies de joueurs inspirées de modèles en psychologie

Le *Five Domains of Play* est un modèle du joueur inspiré de la théorie des *Big Five*, aussi appelée *OCEAN* [VandenBerghe 12, VandenBerghe 13]. Le modèle propose de corrélérer des contenus de jeux avec les différents traits de personnalités identifiés dans les *Big Five*.

Le modèle des *Big Five* permet d'analyser les personnalités au travers de 5 traits principaux : ouverture à l'expérience, conscienciosité, extraversion, agréabilité, neuroticisme. Chacun des traits est évalué à l'aide de deux critères, qui sont en fait les axes de deux continuums. Par exemple, compassion et politesse sont les axes permettant d'évaluer le trait agréabilité.

VandenBerghe explique qu'il faut comprendre les différents joueurs pour créer des jeux les satisfaisant. Comme il comprend instinctivement seulement les joueurs qui lui ressemblent, ce modèle l'aide à développer son empathie pour les autres.

Une autre approche est proposée par le modèle typologique Brainhex [Nacke 11, Nacke 14]. Ce modèle a été construit à partir de plusieurs travaux précédents comme ceux de Malone, Yee, Bartle et Lazzaro, ainsi que les modèles DG1 et DG2 (des mêmes auteurs) qui établissent quatre styles de jeu à partir de la typologie de personnalité Myers-Briggs. Le modèle BrainHex propose des archétypes d'expériences joueurs, ce ne sont donc pas des types psychométriques et chaque joueur est de plusieurs archétypes. Les sept archétypes décrivent des expériences de jeu comme être un *survivant* ou un *mastermind*.

1.5.2.4 Les modèles des systèmes de profilage et d'adaptation dynamique

Certains modèles du joueur sont utilisés par des systèmes de profilage et d'adaptation dynamique [Andrade 05, Yun 10, Yannakakis 07, Hunicke 04a, Hunicke 05, Spronck 06, Levieux 11]. Ces modèles évaluent les performances du joueur, son niveau de compétence, et parfois ses préférences. En écho à la théorie du Flow, les systèmes adaptatifs modifient dynamiquement la difficulté du jeu en adéquation avec les compétences du joueur.

Parfois le système adaptatif vise un autre objectif. Dans *Silent Hill : Shattered Memories*, le système évalue le joueur selon les Big Five et modifie des contenus de jeu pour personnaliser

l'expérience de jeu. De la même manière, les moteurs de narration interactive intègrent parfois des modèles du joueur, comme le moteur IDTension de Szilas [Szilas 03].

Récolter des données sur le joueur pour le modéliser peut être l'objectif d'un jeu sérieux. Jeu Serai est un jeu d'aide à l'orientation professionnelle dans lequel le comportement du joueur est analysé selon la typologie d'intérêt professionnel de Holland [Guardiola 12]. L'objectif du jeu est d'obtenir cette donnée pour qu'un professionnel de l'orientation puisse ensuite aider le joueur à réfléchir sa carrière.

Dans les jeux thérapeutiques, les systèmes visent à la fois à donner des informations au thérapeute sur les performances du patient et à adapter automatiquement le niveau de difficulté des activités thérapeutiques (voir [Burke 09] ou [Hocine 11] pour exemples). Pour *Le Village aux Oiseaux*, notre équipe a travaillé sur un module permettant d'obtenir une approximation du niveau attentionnel du patient afin d'adapter le difficulté des challenges [Osman 15].

Tout ces outils se basent sur la technique des traces, ils enregistrent de nombreuses informations sur la session de jeu et les analysent en temps réel ou non pour caractériser le joueur. Cette technique est particulièrement intéressante pour les jeux thérapeutiques car elle permet d'obtenir des informations objectives sur le patient, dont notamment sur ces capacités.

1.5.2.5 Autres approches de modèle du joueur

Certains modèles du joueur sont très précis, car dédié à un seul jeu. Ces modèles sont rarement publiés. Nous avons trouvé en exemple les modèles de joueur pour le jeu de carte *Magic : the Gathering* (Wizards of the Coast). Mark Rosewater explique qu'ils ont défini trois groupes de joueur selon ce qu'ils préfèrent dans le jeu. A chaque édition, des cartes et combinaisons de cartes sont conçues spécialement pour chaque groupe, en sachant que les autres ne les utiliseront pas ou peu [Rosewater 06].

Si les game designers se servent des modèles du joueur afin de proposer différents types de contenu plaisant pour différents types de joueur au sein d'un même jeu, les modèles du joueur peuvent viser d'autres objectifs. Par exemple, Orji et al. mettent en corrélation l'efficacité de différentes stratégies de motivation avec la typologie Brainhex pour proposer des recommandations lors de la création de jeux motivant le joueur à changer de comportement [Orji 14]. Cette étude identifie des stratégies qui peuvent être utilisées pour tous, tandis que d'autres sont à traiter avec soin car si elles permettent de motiver certains types de joueurs, elles ont tendance à être perçues négativement par d'autres.

1.6 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons introduit les notions de jeu et de jeu vidéo et étudié les différentes sources de motivation et de plaisirs propres aux jeux vidéo au travers de théories de psychologie et de game design.

Nous définissons le jeu vidéo comme étant « *un jeu qui utilise un système informatique pour automatiser la mise à jour de son état en appliquant les règles de jeu* ».

Un jeu est composé de *mécaniques* (règles du jeu), qui, en interaction avec un joueur, permettent à une *dynamique* d'émerger, cette dynamique va ensuite susciter chez le joueur un certain sentiment *esthétique*.

Les règles sont la composante essentielle du jeu, elles sont le résultat du travail de conception du game designer. Les règles définissent les objectifs, les obstacles et les moyens d'actions mis à la disposition du joueur pour résoudre la situation.

Le joueur se confronte aux situations de jeu produites par les règles du jeu. Il n'est pas certain de sa réussite ou de son échec et utilise ses capacités pour tenter de résoudre le conflit. Cette notion de challenge est fondamentale, le type de challenge et les actions du joueur nécessaires pour les dépasser sont le gameplay d'un jeu.

Cependant, le gameplay n'est pas limité aux challenges, le joueur peut faire de nombreuses autres activités de jeu, souvent décrites comme du *Play*. Ce qui est important est le fait que le joueur interagisse avec le jeu, la boucle de gameplay est une manière de rationaliser cette interaction. Selon Crawford, la boucle d'interaction entre le joueur et le jeu peut être résumée à deux systèmes qui alternativement s'écoutent, réfléchissent et parlent [Crawford 03]. L'un des systèmes étant le joueur et l'autre le système de jeu (incluant son support).

De cette interaction émerge l'expérience de jeu. En effet, l'expérience de jeu est composée de tout ce qui est produit chez le joueur par son interaction avec le jeu. Ces expériences peuvent provenir des trois composantes fondamentales des jeux : les challenges, le *game world*, ou les interactions sociales.

Si l'expérience de jeu est la raison fondamentale pour laquelle les joueurs jouent, tous les joueurs n'apprécient pas les mêmes expériences de jeu. Ainsi, définir quelle expérience mettre en oeuvre pour quel joueur est un aspect très important du game design.

Trois aspects abordés dans ce chapitre sont particulièrement importants pour les jeux thérapeutiques et devront être traités dans notre méthodologie.

Tout d'abord, les modèles du joueur sont un outil fondamental de la conception. Ils permettent au game designer d'étudier leur cible et de réfléchir une expérience de jeu agréable et accessible pour ces joueurs. De plus, de nombreux outils explorent comment mieux cerner le joueur en analysant des données provenant des sessions de jeu. Ces deux approches sont nécessaires pour les jeux thérapeutiques, d'abord pour cerner théoriquement le patient en début de conception, puis pour affiner le modèle en analysant des sessions de jeu de patients. Ceci peut mener à l'élaboration de jeux thérapeutiques adaptés à leur cible dans leur conception initiale, mais aussi capables de s'adapter à un patient donné en cours de partie. Nous avons poursuivi ces approches en proposant dans le chapitre 9 un modèle du patient / joueur, et dans le chapitre 11 un outil d'analyse des capacités de jeu du patient basé sur les techniques de traces décrites ici.

Ensuite, la gestion de la motivation est fondamentale pour motiver le patient à être régulier dans son suivi du protocole thérapeutique, d'autant plus que ces protocoles peuvent être particulièrement longs. Comme il n'existe pas de modèle unifié contenant tous les facteurs

motivacionnels liés aux jeux vidéo, nous expliquons dans le chapitre 12 comment nous avons analysé l'existant pour en extraire les connaissances à intégrer dans notre méthodologie.

Finalement, nous identifions que le gameplay peut avoir un rôle central dans l'activité thérapeutique. Par la nature de l'interaction entre le joueur et le jeu, la boucle de gameplay mobilise automatiquement plusieurs groupes de capacités du joueur (perception, analyse et décision, réactions sensori-motrices).

Selon les genres de jeux vidéo, et donc les différents types de gameplay, ces différents groupes de capacités sont plus ou moins mobilisés. Ainsi, chaque gameplay peut être analysé selon son niveau de difficulté perceptive, cognitive et motrice.

En conséquence, le gameplay peut être conçu de telle manière à ce que les actions que le joueur doit effectuer pour compléter les challenges mobilisent certaines capacités en particulier. Cette possibilité est particulièrement intéressante pour les jeux thérapeutiques et le game designer doit donc réfléchir les challenges et actions de jeu, donc le gameplay, selon l'objectif thérapeutique.

Les travaux sur la boucle de gameplay étudiés dans ce chapitre présentent une vue générale du cycle d'interaction entre le joueur et le jeu et identifient les groupes de capacités mobilisés par cette interaction. Dans le chapitre suivant, nous étudions comment un gameplay peut être formalisé pour que le game designer puisse analyser les actions du joueur en fonction de l'objectif thérapeutique.

Chapitre 2

La formalisation du gameplay

2.1 Introduction

A différentes étapes de la production du jeu vidéo, il est attendu que le game designer crée des documents pour formaliser la conception. La plupart des auteurs industriels parlent du *game design document* [Fullerton 08, Schell 08, Rogers 10].

Outre créer une mémoire du projet, la formalisation est un outil de réflexion pour le game designer. Cette étape lui permet de réfléchir dans le détail différents aspects de sa conception. Certaines formalisations, principalement les schématisations, servent aussi de support pour la communication avec le reste de l'équipe.

Pour les jeux thérapeutiques, ce qui nous intéresse en particulier est la formalisation de la boucle de gameplay. En effet, dans de nombreux jeux thérapeutiques, le gameplay produit l'effet thérapeutique. Ainsi, la conception du gameplay est beaucoup plus contrainte et complexe que dans le cadre d'un jeu de divertissement. Le gameplay d'un jeu est composé de challenges et d'actions permettant de résoudre ces challenges [Adams 09]. Dans un jeu thérapeutique, les actions du joueur sont fondamentales, puisque certaines d'entre elles sont l'exercice thérapeutique.

Dans ce chapitre, nous étudions différents formats de schématisation. Nous cherchons en particulier des formalisations adaptées pour représenter les différentes actions du joueur. Comme les formalisations en game design se concentrent surtout sur le système de jeu et ne permettent pas de représenter les actions et capacité du joueur, nous avons étendu nos recherches à d'autres domaines : sciences cognitives, intelligence artificielle et analyse des tâches cognitives.

2.2 Formalisations en game design

Game Grammar Koster propose une Game Grammar [Koster 05a]. Koster commence par découper les différentes actions gameplay. Il décompose par exemple "tuer un ennemi" en 5 actions : courir, sauter, l'avoir dans sa visée, tirer dans sa tête, et profiter du résultat.

Il explique qu'ensuite chaque action peut être encore décomposée, par exemple pour courir il faut déterminer une direction dans l'espace 3D, pointer et appliquer un vecteur de force. Pour viser, il faut déterminer une position dans l'espace 2D, puis pointer. Koster explique que chaque action requiert une ou plusieurs capacités du joueur et que le résultat de cette action produit différents résultats. Cette démarche est très proche de la notion de challenge unitaire proposée par Levieux [Levieux 11]. Cependant, si cette première approche nous intéresse particulièrement pour les jeux thérapeutiques, Koster propose finalement un système de notation complexe (2.1) qui décrit uniquement le système au travers des actions explicites du joueur.

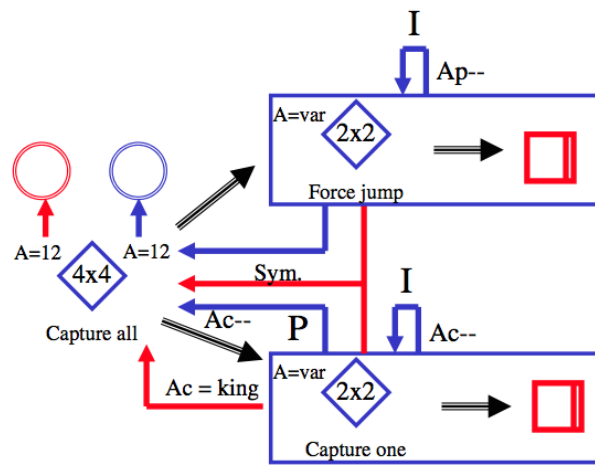


FIGURE 2.1 – Game Grammar (Koster 2005)

Briques de gameplay D'autres game designers travaillent en parallèle sur cette idée d'atome de gameplay. Par exemple, Djaouti et al. proposent des briques de jeu de type play et game [Djaouti 07]. Ils trouvent sept briques play : avoir de la chance, écrire, sélectionner, bouger, gérer, tirer, créer. Ainsi que quatre briques game qui représentent l'objectif : détruire, assortir (ou atteindre), éviter, et bloquer. Un gameplay serait l'association d'une brique play et d'une brique game. Si le principe est intéressant et élégant, les actions du joueur ne sont ici pas assez précises pour nos besoins.

Systèmes de jeux De nombreuses autres formalisations existent pour représenter le système. Micro-Machination [Van Rozen 14] (2.2) est un format de notation spécifique aux systèmes de jeu.

De nombreux autres travaux sont basés sur des notations provenant de l'ingénierie informatique, notamment les réseaux de Petri [Natkin 03, Araújo 09] et les *finite state machine* [Fabricatore 07] (figure 2.3).

Outre le système de jeu, d'autres auteurs cherchent à représenter la narration interactive des jeux. Par exemple Champagnat et al. proposent une schématisation d'une version inter-

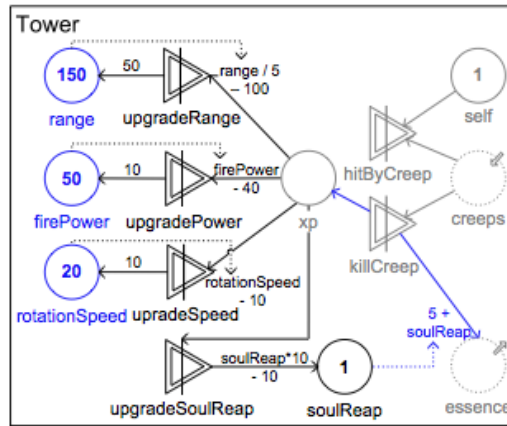


FIGURE 2.2 – Micro-Machination (Rozen et Dormans 2014)

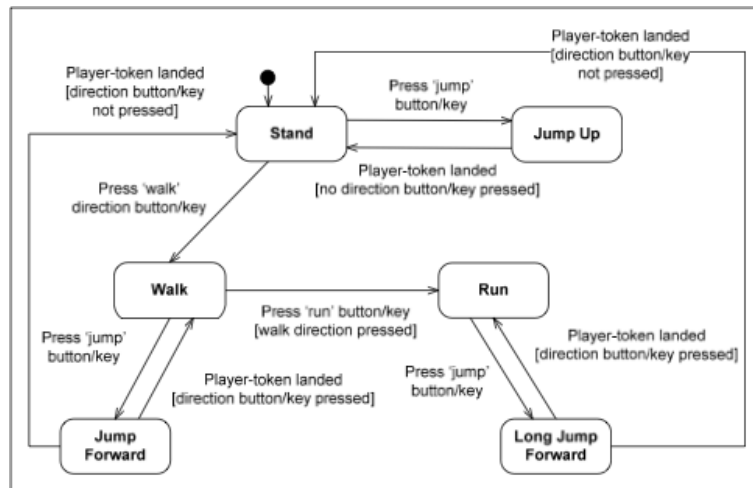


FIGURE 2.3 – Finite State Machine (Fabricatore 2007)

active du *Voyage du Héros* de Campbell [Champagnat 08]. Ce type de représentation sert à montrer comment la narration s’adapte en rapport aux actions du joueur, mais comme les systèmes de jeu, cette représentation est focalisée sur le système et non sur ce que le joueur y fait.

Tous ces travaux décrivent le système de jeu. A l’exception de certaines actions explicites, les actions du joueur y sont rarement représentées. Pourtant l’exemple de décomposition de gameplay proposé par Koster au début de la *Game Grammar* montre que pour un challenge simple et courant du jeu vidéo, un grand nombre d’actions explicites et implicites sont accomplies par le joueur et celles-ci mobilisent différentes capacités du joueur. C’est ce type de décomposition du gameplay qui nous semble pertinente pour le game designer de jeux thérapeutiques. De plus, les formats spécifiques aux game design sont complexes, ils nécessitent un réel apprentissage pour être utilisés et compris.

En conséquence, nous étudions des formalisations d'autres domaines pour déterminer s'ils sont utilisables pour représenter la décomposition d'un gameplay.

2.3 La boucle de gameplay de Tetris en sciences cognitives

Parmi les formats que nous avons étudiés, la schématisation détaillant le plus les actions du joueur provient d'une étude en science cognitive datant de 1994. Kirsh et Maglio s'appuient sur le jeu Tetris pour démontrer l'existence d'actions épistémiques. Une action épistémique, en opposition aux actions pragmatiques, ne permet pas à une personne d'avancer vers son objectif, mais d'acquérir des informations supplémentaires facilitant l'atteinte de cet objectif, même si cette action l'éloigne pragmatiquement du but à atteindre. L'une des

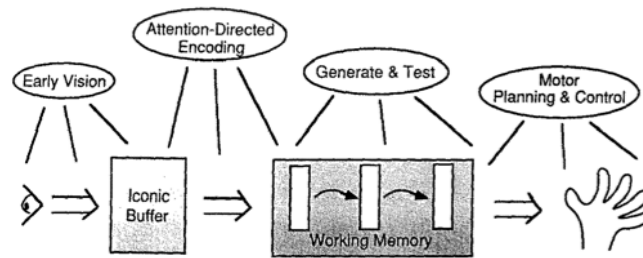


FIGURE 2.4 – Modèle classique du traitement de l'information appliqué à Tetris (Kirsh et Maglio 1994)

étapes de la démonstration de Kirsh et Maglio est une décomposition des actions des joueurs de Tetris [Kirsh 94] : vision, mémoire sensorielle visuelle, planification et motricité (fig. 2.4)

Selon les auteurs, le gameplay de Tetris est composé de quatre étapes principales :

1. Créer une représentation d'éléments sélectionnés de la situation
2. Encoder cette représentation de manière plus compacte et symbolique
3. Trouver le meilleur emplacement pour le tetromino
4. Calculer la trajectoire permettant d'atteindre cet objectif de placement.

Cependant, les auteurs observent que ce modèle n'est pas représentatif de la manière dont les joueurs jouent. En effet, ceux-ci font faire plus de rotations au tetromino que nécessaire pour les placer. Ceci est le fondement de leur démonstration de l'existence des actions épistémiques. Faire faire une rotation à un tetromino est, à priori, une perte de temps et éloigne potentiellement le joueur de son objectif si la rotation n'amène pas la pièce dans la bonne orientation pour le placement final.

Les chercheurs postulent donc qu'effectuer des rotations constitue une optimisation des joueurs pour soulager la charge cognitive que représente la rotation mentale. Effectuer des rotations très tôt permet de reconnaître certains tetromino plus rapidement. Par la suite, les

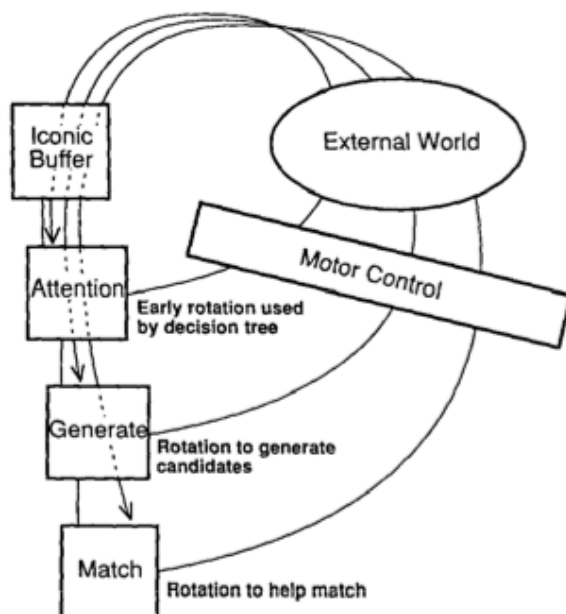


FIGURE 2.5 – Actions du joueur de Tetris v1 (Kirsh et Maglio 1994)

rotations permettent d'utiliser des fonctions perceptives pour trouver le bon emplacement plutôt que des traitements cognitifs plus lents et coûteux de rotation mentale. À partir de ce constat, les chercheurs proposent une vue circulaire des actions de jeu (fig. 2.5). Dans ce modèle, l'action motrice d'effectuer une rotation peut provenir directement des différentes fonctions perceptives et cognitives.

En conséquence, Kirsh et Maglio proposent ensuite un modèle encore plus détaillé incluant un arbitre moteur qui se charge de prioriser les demandes des autres fonctions.

Si ce modèle présente l'intérêt de proposer des informations détaillées sur les capacités mobilisées par un joueur de Tetris, il a pour principal défaut de mélanger des éléments qui sont des fonctions cognitives ou motrices générales, des capacités plus complexes et des actions de jeux. Si ce modèle n'est pas aisément généralisable, il nous permet d'identifier que certaines actions du joueur sont explicites pour le système de jeu (p. ex. bouger le tetromino en pressant un bouton), tandis que d'autres sont implicites, le système de jeu n'en a jamais connaissance (p. ex. planifier la trajectoire pour faire atteindre l'emplacement idéal au tetromino). Ces actions implicites ont tout autant d'importance dans la résolution du challenge en cours et peuvent aussi être l'activité thérapeutique.

2.4 Formalisations en intelligence artificielle

Une partie du domaine de l'intelligence artificielle, particulièrement celle consacrée aux agents intelligents, s'inspire du fonctionnement humain ou tente de le simuler, notamment

dans les jeux vidéo. Par exemple, on peut considérer qu'un agent intelligent est composé de capteurs lui permettant de percevoir l'environnement, d'une capacité de décision, et d'effecteurs pouvant agir sur l'environnement.

Plusieurs formalisations du game design sont inspirées des formalisations en intelligence artificielle, nous présentons les diagrammes d'état dont l'usage n'est pas limité au domaine de l'intelligence artificielle, puis deux modèles et formats spécifiques : les *Behavior Tree* et les *BDI Agent*.

Diagramme d'états Les diagrammes d'état sont parfois utilisés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Les diagrammes d'état peuvent être utilisés pour représenter des Finite State Machine (FSM), un modèle mathématique de calcul pour concevoir des systèmes informatiques composés d'un nombre fini d'états.

Les diagrammes d'état sont des formalisations permettant de représenter les différents états du système et les événements qui mènent à des transitions. Le format est très simple, il contient peu d'éléments, principalement des boîtes d'états et des flèches représentant les transitions et les événements associés.

Dans sa version HFSM (Hierarchical Finite State Machine), il est possible de créer des états de différents niveaux, par exemple des super-états en englobant plusieurs autres. Cette notion de super-état existe aussi dans le standard de formalisation UML concernant les diagrammes d'état. La simplicité du format le rend très efficace et facilite sa lecture au même titre que le principe de hiérarchie.

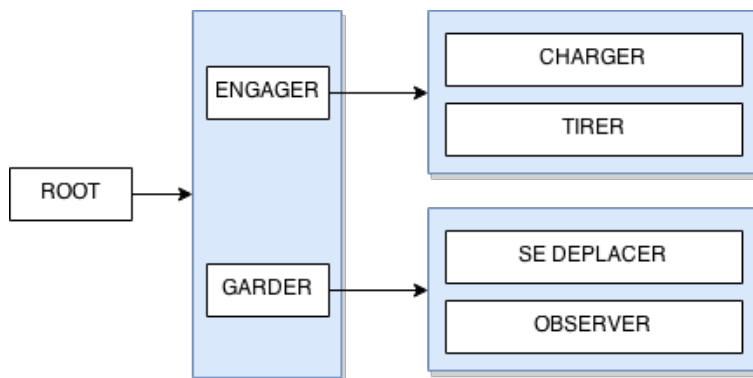


FIGURE 2.6 – Exemple de Behavior Tree

Behavior Tree Les *Behavior Trees* (BT) sont un modèle de plan d'exécution. A la différence des FSM qui décrivent des changements d'états, les BT décrivent des changements de tâches. Ce modèle est très utilisé pour la programmation d'agents intelligents pour le jeu vidéo. Les BT définissent les différentes tâches d'un agent sous la forme d'un arbre et les actions les plus générales sont décrites sous forme de séquences d'actions plus précises. Par exemple, lorsque l'agent décide d'engager le combat, il peut décider de lancer une grenade ou de charger par

exemple. De la même manière, certaines sous-actions peuvent mener à d'autres actions (figure 2.6). Ce principe peut permettre de décrire efficacement les différentes actions du joueur de manière hiérarchique, une action générale peut être en cours, mais celle-ci doit être décrite ensuite par des sous-actions plus précises dont l'exécution dépend du choix du joueur.

BDI Agent Une architecture BDI (de l'anglais, belief, desire, intentions) est un modèle de rationalité d'un agent intelligent. En BDI, l'agent est composé de différents modules : gestion des informations que l'agent possède sur l'environnement et les autres agents, sélection d'objectif, planification, exécution. La communication entre ses modules permet à l'agent de fonctionner correctement.

Ce découpage peut être utilisé pour rationaliser le fonctionnement du joueur. Le joueur est forcément dirigé par différents objectifs lorsqu'il joue. Que ceux-ci lui soient propres ou en ligne avec les objectifs du jeu. Lors de la formalisation du gameplay, il est donc important de tenir compte des différents sous-objectifs que le joueur peut s'attribuer.

2.5 Formalisation en analyse des tâches cognitives

Un champ de recherche est dédié à l'analyse des tâches humaines, en règle générale pour la conception de poste de travail [Wei 04]. Ce type de recherche a traversé différentes évolutions, si celles-ci étaient d'abord centrées sur le travail manuel, elles se sont ensuite orientées vers les compétences, puis vers l'analyse des tâches cognitives [Wei 04]. L'objectif général de l'analyse de tâches cognitives est de proposer des outils et aménagements pour améliorer les performances au travail.

Ainsi, différentes techniques et méthodes ont été proposées pour analyser les processus mentaux et les compétences nécessaires pour réaliser une tâche à un haut niveau de maîtrise, ainsi que les changements de structures et processus de connaissances qui s'opèrent avec l'amélioration des compétences [Ryder 93].

Le modèle *Human Centered Information Processing* de Wei et Salvendy [Wei 04] en est un exemple. La visualisation proposée de la cognition humaine est très complète, mais probablement trop complexe pour un game designer (figure 2.7).

Une autre technique de formalisation en analyse de tâche cognitive est l'*operator function model* (OFM) [Anastasi 00]. Celle-ci est utilisée pour la conception de système de supervision automatique et sert à documenter le rôle de l'humain dans ce système. La schématisation ressemble aux *Behaviors Tree*. La technique en elle-même est itérative, avec quatre étapes :

1. Collecter les informations existantes sur le domaine
2. Observer des opérateurs effectuer les tâches
3. Interviewer des opérateurs et des superviseurs
4. Valider les données et les représentations avec des experts du sujet

Potter et al. proposent un cadre pour intégrer l'analyse des tâches cognitives dans le processus de développement. Ils abordent l'importance de la nature itérative de l'analyse

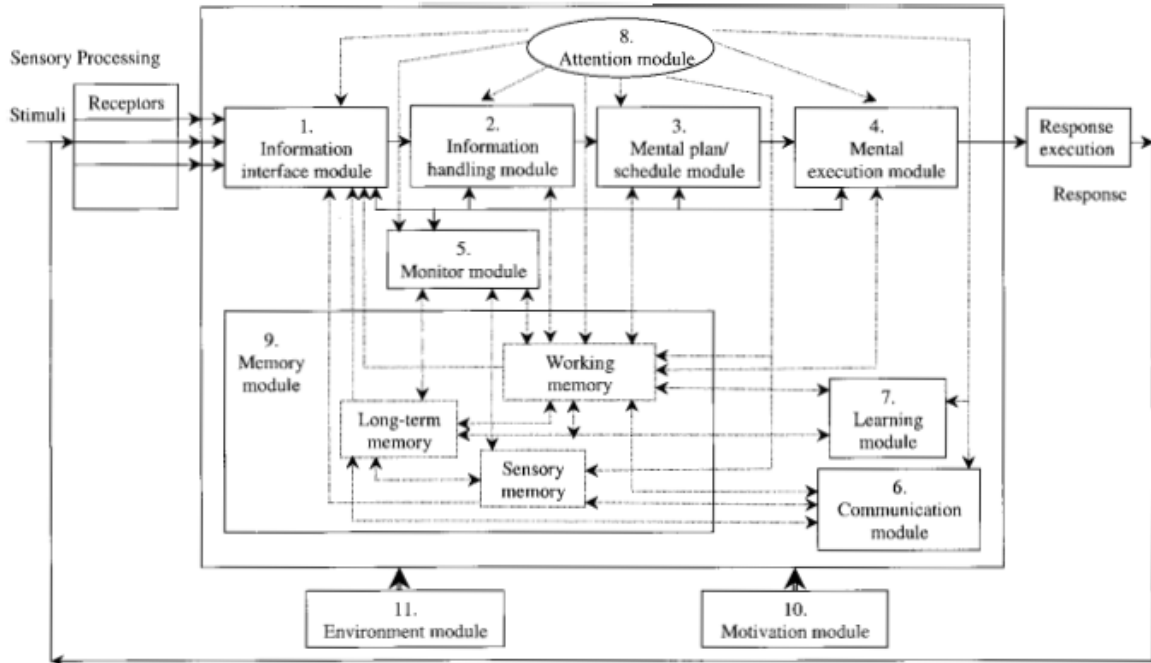


FIGURE 2.7 – Human Centered Information Processing (Wei et Salvendy 2004)

de tâche cognitive et soulignent certains problèmes que l'itération et l'intégration dans le processus de développement permet de solutionner [Potter 98].

Premièrement, Potter et al. expliquent qu'aucune technique ne peut capturer à elle seule la richesse nécessaire à l'analyse des tâches cognitives, il faut utiliser plusieurs approches [Potter 98]. Deuxièmement, ils expliquent qu'il est nécessaire d'améliorer et valider les modèles analytiques au fur et à mesure. Troisièmement, les auteurs proposent que l'analyse des tâches cognitives fasse partie du processus de développement pour aider à la résolution des points de conception critique. En effet, Potter et al. expliquent qu'il faut éviter de voir l'analyse des tâches cognitives comme une analyse indépendante, celle-ci sert à la conception de prototype et les prototypes permettent de l'améliorer.

Pour les auteurs, une analyse des tâches cognitives contient différents aspects. La première partie consiste à explorer le monde existant pour comprendre à la fois le fonctionnement du monde et celui des gens qui opèrent dans ce monde. La seconde partie consiste à explorer le monde tel qu'il pourrait être et donc de découvrir des outils pour aider le fonctionnement futur des opérateurs de ce monde imaginé.

La première étape permet de construire la base de la représentation de l'analyse des tâches cognitives. Le résultat de cette analyse informe la création d'un prototype. Ensuite, ce prototype est itéré dans la seconde étape. Ces itérations permettent aussi d'améliorer l'analyse des tâches cognitives.

De l'analyse des tâches cognitives nous soulignons qu'il s'agit d'un processus itératif. Le

but est d'obtenir au fur et à mesure une formalisation du fonctionnement humain pour une tâche en particulier. Cette analyse n'est pas une fin en elle-même, l'objectif est pragmatique et sert une autre pratique. En effet, l'analyse sert à réfléchir comment optimiser la tâche analysée, notamment en proposant des outils adaptés. Il en est donc de même pour la formalisation du gameplay, celle-ci sert au travail de conception et peut servir lors d'analyse de jeu existant, mais ne constitue pas un objectif en soi.

2.6 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons étudié plusieurs formats de schématisation provenant du game design et d'autres domaines.

Tout d'abord, nous soulignons que si certains formats sont très complexes et spécifiques, d'autres sont au contraire simples et clairs. Un nombre d'éléments réduit et la possibilité de représenter plusieurs niveaux de hiérarchies nous semblent être deux critères essentiels pour faciliter la lecture et l'apprentissage d'un format.

Nous n'avons pas trouvé de méthode de game design permettant de formaliser les actions gameplay de manière suffisamment détaillée pour un jeu thérapeutique, la plupart des formalisations se concentrent sur le système de jeu.

En effet, décrire toutes les actions du joueur est nécessaire dans le cadre des jeux thérapeutiques, puisque c'est souvent le gameplay qui produit l'effet thérapeutique. De plus, les patients ont souvent plusieurs capacités touchées par leur condition médicale. Décrire toutes les actions de jeu est nécessaire pour vérifier avec un expert santé que les patients sont effectivement capables d'exécuter les actions de jeu. La conception du gameplay est donc d'autant plus contrainte et complexe. Une formalisation du système de jeu est insuffisante pour les jeux thérapeutiques parce que les actions importantes pour la thérapie peuvent être implicites pour le système de jeu (par exemple, la planification et les décisions du joueur) et ne sont par conséquent pas décrites dans ces formalisations.

Nous avons donc étudié des modèles et formats provenant des sciences cognitives, de l'intelligence artificielle et de l'analyse des tâches cognitives.

En sciences cognitives, nous avons trouvé une schématisation très détaillée des actions du joueur de Tetris, y compris des actions implicites. S'il s'agit d'un bon exemple du niveau de détails qui nous semble opportun pour la conception de gameplay thérapeutique, le format n'est pas standardisé et présente plusieurs défauts comme le fait de mélanger des actions précises de jeux avec des fonctions plus générales de la cognition sans que le format ne permette particulièrement de les distinguer.

Certains modèles et formats de l'intelligence artificielle permettent de rationaliser le fonctionnement humain pour concevoir des agents crédibles. Plus particulièrement, les *Behaviour Trees* semblent adaptés dans leur forme pour décrire le joueur et ses actions.

Enfin, le domaine de l'analyse des tâches cognitives nous a apporté plusieurs éclairages importants concernant le contenu d'une formalisation du gameplay, ainsi que le processus à suivre.

En effet, l'analyse des tâches cognitives est un processus itératif. Si l'analyse permet d'informer la conception d'un prototype, celui-ci permet ensuite d'améliorer l'analyse. Ceci est dû à la nature utilitaire de l'analyse des tâches cognitives, elle n'a pas pour but de découvrir une vérité absolue sur une tâche cognitive, mais de fournir une approximation au travers d'un modèle qui soit suffisamment précise pour prendre des décisions de conception. Dans cette approche pragmatique, le modèle de la tâche cognitive et la conception se basant sur ce modèle sont améliorés à chaque itération jusqu'à ce que les résultats de la conception satisfassent les besoins initiaux.

Parmi les modèles étudiés, le modèle *Human Centered Information Processing* nous a particulièrement intéressé par le niveau de détails qu'il propose. Si nous pensons qu'un tel niveau de détails est impraticable pour un game designer qui n'est pas expert en cognition, nous pensons qu'il est important de fournir au game designer un modèle simplifié de la cognition sur lequel il pourra baser ses réflexions. Ce modèle devrait donc contenir les modules principaux de la cognition nécessaires au traitement par le joueur de la boucle de gameplay, mais aussi les modules perceptifs et moteurs.

L'étude de cet existant nous sert de base pour différents aspects de notre méthodologie, dont notamment une méthode de formalisation de la boucle de gameplay adaptées aux jeux thérapeutiques.

Chapitre 3

Du jeu utile au jeu thérapeutique

3.1 Introduction

L'objectif général de ce travail de doctorat est l'établissement de méthodes de game design pour les jeux thérapeutiques, c'est-à-dire des jeux qui sont joués par le patient et ayant un effet thérapeutique direct sur le patient.

Les jeux thérapeutiques sont vus comme une solution intéressante, car la motivation fournie par les jeux vidéo est particulièrement utile pour les thérapies. En effet, de nombreux patients ne suivent pas régulièrement leur protocole, tandis que d'autres abandonnent complètement le traitement [Kato 08, Burke 09, Gouaich 12].

Lors de la transformation d'une thérapie en jeu, c'est-à-dire la conception d'un jeu thérapeutique, l'objectif du game designer est de créer un gameplay thérapeutique afin de maximiser la motivation du patient, tout en lui fournissant l'activité nécessaire à l'amélioration de sa santé. Ceci présente à la fois l'avantage de rendre la thérapie moins pénible pour le patient, mais aussi plus efficace puisque le suivi régulier du protocole thérapeutique est un facteur important de l'efficacité d'une thérapie [Burke 09]. Les autres avantages potentiels du jeu thérapeutique sont l'établissement d'un profil du patient, la personnalisation de la thérapie et la pratique à domicile [Burke 09, Loreto 10].

Par leur utilité autre que le divertissement, les jeux thérapeutiques appartiennent à un ensemble de jeux appelés jeux utiles ou jeux sérieux. En effet, il est possible de transformer de nombreuses activités en jeux sans en perdre leur objectif initial et cette possibilité est explorée pour de nombreux domaines dont les thérapies et l'éducation. Parmi ces jeux utiles, les jeux thérapeutiques appartiennent aux jeux dédiés à la santé.

Ce chapitre présente l'existant du général au particulier, nous étudions les jeux utiles, puis les jeux dédiés à la santé, notamment les classifications et taxonomies existantes.

Cette étude permet de souligner la singularité des jeux thérapeutiques parmi les jeux santé et d'identifier différents types de jeux thérapeutiques. En fin de chapitre, nous expliquerons pourquoi les constructions existantes ne sont pas optimales pour un game designer et sur quelles bases nous proposerons de nouvelles constructions, principalement une définition et

une classification du jeu santé intégrant le jeu thérapeutique et sa propre classification.

3.2 Les jeux utiles

Afin d'étudier les jeux thérapeutiques, il est tout d'abord nécessaire d'aborder la question des jeux utiles dont les jeux thérapeutiques font partie.

Le principe qui consiste à développer des jeux ayant une utilité au-delà du divertissement existe depuis les débuts du jeu vidéo [Djaouti 11a]. Ces jeux portent des appellations selon leur objectif comme *game-based learning* ou *edutainment* pour les jeux éducatifs, *Games for Health* pour les jeux santé.

Cette tendance s'est cristallisée au début des années 2000 avec l'apparition du terme "Serious Game" et d'une industrie ayant pour but le développement de tels jeux [Sawyer 08, Djaouti 11b]. Comme Djaouti et al. l'expliquent, le terme "Serious Game" a aussi pour objectif d'être le label d'une industrie qui se distancie du jeu de divertissement et de la mauvaise réputation qu'elle a, notamment au sujet des jeux vidéo violents [Djaouti 11b].

Depuis les appellations spécifiques sont toujours utilisées et plusieurs nouvelles appellations apparaissent pour nommer l'ensemble de ces jeux : serious games, jeux sérieux, jeux à vocation utilitaires, ou encore jeux utiles.

3.2.1 Définitions du jeu utile

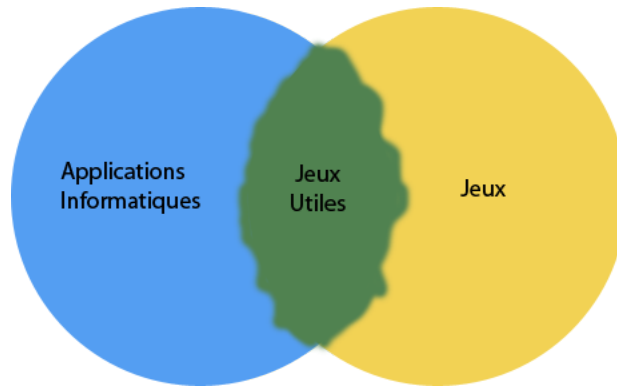


FIGURE 3.1 – Le jeu utile, un hybride aux frontières floues

Un jeu utile est un hybride entre une application visant un objectif utilitaire et un jeu, mais ces frontières sont floues (voir figure 3.1) et les auteurs ne s'accordent pas sur leur définition [Alvarez 08]. Alvarez et Djaouti trouvent trois écoles de pensées principales. Deux d'entre elles s'opposent sur la frontière entre un jeu utile et une application. La première stipule qu'un jeu utile doit être un jeu, tandis que l'autre définit que l'emploi de technologies ou méthodes en provenance de l'industrie du jeu de divertissement est suffisant. La dernière école, quand à elle, affirme que l'appellation est avant tout marketing [Alvarez 08].

Pour la première école, un jeu utile est le mélange d'un scénario ludique et d'un scénario utilitaire [Alvarez 08]. Si toutes les définitions ne concordent pas sur tous les points, deux aspects sont très récurrents :

- un jeu utile est un jeu ayant une utilité au-delà du divertissement [Zyda 05, Djaouti 07, Alvarez 08, Rego 10, Guardiola 12].
- l'objectif d'une telle combinaison est d'améliorer la motivation de l'utilisateur, soit d'utiliser les formes attractives du jeu pour lui fournir le contenu utile [Prensky 03, Denis 05, Zyda 05, Djaouti 07, Greitzer 07, Alvarez 08, Benveniste 09].

Pour résumer la position de la première école, nous pouvons citer Buday et al. « *Le fun est le résultat d'un jeu de divertissement, mais l'utilité d'un serious game est délivré au travers du fun* »¹ [Buday 12].

A ce titre, la définition du jeu utile proposée par Guardiola et al. apporte un éclairage supplémentaire et révèle l'importance du game designer dans la démarche. Leur définition du jeu utile est bâtie sur la définition classique du jeu de Juul [Guardiola 12]. Si la définition de Juul stipule qu'un jeu a des effets négociables, et donc optionnels sur la *vie réelle*, la définition du jeu utile explique que « *le jeu utile est associé à un objectif défini de la vie réelle* » [Juul 03, Guardiola 12]. Ainsi, la seule différence entre un jeu utile et un jeu de divertissement est qu'un jeu utile a pour but d'avoir un effet sur la *vie réelle* [Guardiola 12]. Cet effet sur la *vie réelle*, donc la présence du scénario utilitaire est voulue par le concepteur du jeu utile [Alvarez 08, Guardiola 12]. En conséquences, lorsqu'un jeu conçu pour le divertissement est détourné à des fins utiles, il ne s'agit pas d'un jeu utile. Ce type de détournement est appelé *serious gaming* [Alvarez 08].

Le seconde école propose que l'emploi de technologies du jeu permet de différencier un jeu utile d'une application. Cependant, l'usage de technologies n'est ni suffisant pour motiver l'utilisateur, ni suffisant pour délimiter les frontières du jeu utile [Guardiola 12]. En effet l'usage de technologie ne signifie pas la présence d'un scénario ludique et c'est celui-ci qui permet de motiver l'utilisateur [Guardiola 12]. Comme cette définition ne précise pas quelles technologies, de nombreuses applications purement utilitaires pourraient être incluses dans les jeux utiles parce qu'elles nécessitent une carte graphique performante ou un moteur 3D [Guardiola 12].

En ce qui concerne la troisième école, bien qu'on puisse considérer que les jeux utiles ne sont qu'une appellation marketing, ceci ne permet pas de les définir intrinsèquement. Cependant, de nombreux jeux portent un objectif au-delà du divertissement sans pour autant être estampillés jeu utile. C'est par exemple le cas des premiers jeux vidéo qui servaient avant tout de démonstrateurs technologiques [Djaouti 11a].

Certains jeux indépendants contiennent des messages. Par exemple *Papers, please* (Lukas Pope, 2013) propose au joueur d'incarner un garde-frontière d'un état totalitaire. L'état édite ses règlementations d'autorisation de séjour de manière arbitraire et changeante, tandis que le joueur est confronté directement aux immigrants (figure 3.2). *Papers, please* place le joueur dans une position compliquée, car il ne peut se soustraire aux règles du système injuste s'il

1. Fun is an entertainment game's payload, but a serious game payload is delivered through fun



FIGURE 3.2 – Papers, please (Lukas Pope, 2013)

veut faire survivre sa famille. Le message politique est présent, mais sans que le jeu ne soit pour autant rattaché au courant des news games comme le sont les jeux de Molleindustria ou de Gonzalo Frasca.

De la même manière, *Soldats inconnus : Mémoires de la Grande Guerre* (Ubisoft, 2014) retrace les grands événements de la première guerre mondiale du point de vue de plusieurs personnages. Si le jeu a été pensé pour permettre au joueur d'en apprendre davantage sur cette partie de l'histoire, le jeu n'est jamais estampillé jeu utile ou jeu pour l'apprentissage.

Outre l'appellation, ce qui semble différencier un jeu comme *Papers, please!* d'un jeu utile est le fait que le divertissement reste la priorité. À l'inverse dans l'industrie du jeu utile, le divertissement est malheureusement souvent sacrifié au profit de l'utilité [Buday 12].

Ainsi, l'appellation jeu utile est aussi une étiquette que les concepteurs posent sur leur produit pour les différencier des jeux de divertissement. Il s'agit donc aussi d'un modèle économique qui a pour but de produire des jeux ayant un objectif utile et dont cet objectif prime sur le contenu divertissant [Djaouti 11a, Buday 12]. Ceci a une incidence sur la manière dont les jeux utiles sont conçus et produits, nous aborderons cet aspect dans le chapitre 4.

En conclusion, nous définissons un jeu utile comme étant :

- un jeu ayant une utilité au-delà du divertissement et dont l'utilité est voulue par le concepteur.

L'objectif habituel du scénario ludique est de motiver l'utilisateur, mais nous verrons par la suite que le jeu peut apporter davantage que de la motivation. Ce mélange entre scénario ludique et utilitaire est reconnu comme un enjeu général de conception des jeux utiles [Djaouti 11a]. Il s'agit d'un défi de conception important que notre méthodologie devra adresser.

Si la présence de cette utilité permet de définir les jeux utiles, la nature de cette utilité est le critère différenciant les jeux utiles les uns des autres.

3.2.2 Classifications et taxonomies du jeu utile

Plusieurs auteurs ont travaillé sur des classifications et taxonomies pour cartographier l'espace des possibles du jeu utile [Susi 07, Sawyer 08, Alvarez 08, Djaouti 11a, Guardiola 12].

Susi et al. classifient les jeux utiles selon un seul critère, celui-ci étant le marché auquel le jeu est dédié, par exemple la santé ou l'éducation [Susi 07]. Plus récemment, Guardiola et al. proposent aussi une classification à un seul critère [Guardiola 05]. Leur critère est un verbe pour représenter l'effet que le jeu doit produire sur le joueur, par exemple : jeu pour apprendre ou jeu pour soigner.

Sawyer et Smith proposent une taxonomie générale à deux critères [Sawyer 08]. Le *marché* visé par le jeu sérieux, p. ex. défense, santé, et sa *finalité*, p. ex. jeu santé (*Games for Health*) ou jeu publicitaire.

Sur la base de la taxonomie de Sawyer et Smith, Alvarez et Djaouti proposent le modèle *Gameplay / Purpose / Scope* (GPS) [Alvarez 08, Djaouti 11a].

Le critère *gameplay* permet d'évaluer, en référence aux travaux de Roger Caillois et Gonzalo Frasca, si un jeu utile est un jeu (*Ludus*) ou un jouet (*Paida*) selon la présence ou non d'objectifs explicites.

Les auteurs dénombrent trois objectifs utilitaires (*purpose*) non exclusifs : diffuser un message, dispenser un entraînement, favoriser l'échange de donnée. Des sous-catégories permettent de préciser la nature du message (éducatif, informatif, persuasif, subjectif) et de l'entraînement (physique, cognitif).

Enfin, le critère *scope* contient deux critères : le *marché* auquel est dédié le jeu utile, par exemple la santé ou le gouvernement, et le *public* à qui le jeu utile est destiné : grand public, professionnel, étudiant.

L'intérêt de ce dernier modèle réside dans la volonté des auteurs de proposer des critères suffisants pour cartographier l'ensemble des possibilités du jeu utile. Ces critères ne devraient pas évoluer avec le temps et garantissent la stabilité de leur classification générale. Dans ces deux taxonomies, les jeux thérapeutiques font partie de la grande catégorie des jeux santé. Nous les abordons dans la section suivante.

3.3 Les jeux thérapeutiques dans les jeux santé

Utiliser des jeux pour la santé n'est pas une idée nouvelle, certains travaux datent de la fin des années 1980 [Griffiths 97] et depuis une quinzaine d'année, ces jeux intéressent de plus en plus les chercheurs [Dieterle 09, Kharrazi 12].

Nous n'avons pas trouvé de système de classification destiné aux jeux thérapeutiques. Cependant, des catégories de jeux thérapeutiques sont parfois définies dans les classifications plus générales des jeux santé.

La santé peut à la fois être un objectif ou représenter un marché, l'appellation jeux santé réfère, selon les auteurs, aux jeux pour la santé (*Games for Health*) [Sawyer 08], ou aux jeux dédiés au marché de la santé [Alvarez 08]. Par exemple, un jeu publicitaire pour un dispositif

médical est un jeu dédié au marché de la santé, mais n'est pas un jeu pour la santé.

Dans le cadre de ce travail de thèse, lorsque nous référons aux jeux santé, il s'agit des jeux ayant un impact direct ou indirect sur la santé d'un patient et non les jeux dédiés au marché de la santé.

Dans les deux sections suivantes, nous présentons brièvement cinq classifications du jeu santé, puis les analysons pour extraire les différentes catégories de jeux thérapeutiques qu'elles proposent.

3.3.1 Les classifications du jeu santé

Les deux premiers travaux que nous présentons sont des taxonomies qui ont pour objectif de définir des critères qui permettent de classer tous les jeux santé de manière stable. Nous proposons une analyse comparative de ces deux travaux, car ils sont très proches.

Concernant les jeux pour la santé (*Games for Health*), Sawyer et Smith proposent une taxonomie de deux paramètres : la *fonction* (prévention, thérapeutique, évaluation / diagnostic, éducation, informatique (ou traitement d'information), et le *public* auquel le jeu est destiné (grand public, praticiens, recherche/académie, santé publique) [Sawyer 08].

Sur cette base, Alvarez et Djaouti proposent leur taxonomie des jeux dédiés au marché de la santé, celle-ci possède les critères *Gameplay* et *Purpose* de leur taxonomie générale auxquels s'ajoutent la *Fonction* et le *Public* [Alvarez 08].

Dans *fonction*, ils proposent une liste d'éléments similaire à Sawyer et Smith, à laquelle ils ajoutent un élément *publicité* et *soin*. *Soin* regroupe les fonctions *thérapeutique*, *diagnostique* et *traitement de l'information* proposés par Sawyer et Smith.

Les auteurs ne travaillent pas avec les mêmes délimitations générales du jeu santé. En effet, Alvarez et Djaouti étudient les jeux dédiés au marché de la santé, ce qui explique la présence de la fonction *Publicité*. Cet élément est absent de la taxonomie de Sawyer et Smith puisqu'ils étudient les *Games for Health*. Malgré cette différence de délimitation, les deux taxonomies restent très similaires.

Ces deux travaux mettent en évidence que le travail de taxonomie des jeux santé est très avancé. Ces taxonomies permettent de préciser que les jeux thérapeutiques appartiennent aux jeux santé et ont une utilité thérapeutique. Cependant, si chez Sawyer et Smith, thérapeutique est une fonction en elle-même, chez Alvarez et Djaouti, elle est incluse dans une fonction plus large appelée soins.

De plus, dans les deux taxonomies étudiées, un jeu thérapeutique n'est pas réservé à l'usage du patient, il peut, par exemple, être dédié aux professionnels santé ou à la recherche. Cette approche du jeu thérapeutique est différente de la nôtre puisque nous nous concentrons sur les jeux dont le patient est le joueur.

Enfin, à l'exception des critères *entraînement cognitif* et *entraînement moteur*, aucun des critères proposés ne permettent à priori de différencier un jeu thérapeutique d'un autre. Ceci signifie que le travail d'établissement de critères permettant de différencier et classer les jeux thérapeutiques existants reste à proposer.

Les trois autres classifications étudiées proviennent de revues de la littérature. Leur principal avantage est de proposer uniquement des catégories dans lesquelles au moins un jeu existe pour la représenter. Cependant, cela signifie aussi que les catégories proposées dépendent directement de la liste des jeux analysés.

Gamberini et al. divisent les jeux santé en deux catégories principales qu'ils divisent ensuite en plusieurs sous-catégories [Gamberini 08].

Ils proposent quatre catégories de jeux de prévention : jeu pour la prévention et la réduction des risques (principalement addiction), jeux d'entraînement (pour le sport, les situations d'urgence, les soldats et les professionnels santé), jeux d'exercices et de fitness (*exergames*) et les jeux de dialectiques sociales (pour les intimidations à l'école comme pour la promotion du dialogue intergénérationnel).



FIGURE 3.3 – WiiFit, le célèbre jeu d'exercices physiques de Nintendo (2007)

Leur seconde catégorie appelée jeux de soutien à la santé (*Games for Health support*) est divisée en quatre sous-catégories : les jeux pour l'adhérence et le monitoring clinique, les jeux pour les thérapies psychologiques (hyperactivité, traitement des phobie, gestion de la douleur, schizophrénie), les jeux pour l'entraînement moteur et cognitif (réhabilitation après attaque cérébrale, spatiale cognition, hyperactivité) et les *Games for special needs* qui sont tous les jeux destinés aux personnes dont l'accès à l'informatique et aux jeux est plus difficile.

Rahmani et Boren identifient cinq types d'améliorations santé que les jeux peuvent apporter au patient : réduction de la douleur et du stress, changement de comportement, réhabilitation, outil de diagnostic, capacités cognitives [Rahmani 12]. Pour le changement de comportement, ils proposent deux sous-catégories : les exergames et les jeux éducatifs. Il est à noter que leur catégorie réhabilitation est exclusivement réservée aux jeux de réhabilitation motrice.

L'étude de ces classifications nous permis d'extraire plusieurs catégories de jeux thérapeutiques, nous les analysons dans la section suivante.

3.3.2 Analyse des classifications : catégories de jeux thérapeutiques

Par l'analyse de ces classifications, nous avons trouvé différentes organisations des jeux santé, cependant il n'existe pas une unique catégorie réunissant tous les jeux thérapeutiques. Ceux-ci sont répartis dans plusieurs catégories et sont classés différemment selon les organisations. Aussi, certains types de jeux thérapeutiques existent dans certaines classifications et pas dans d'autres. Cette analyse souligne l'importance de proposer une définition précise du jeu thérapeutique. En effet, les classifications actuelles ne permettent pas de définir la singularité des jeux thérapeutiques parmi les jeux santé.

Cette multiplicité de catégories suggère qu'il existe différents types de jeux thérapeutiques et qu'une classification est nécessaire. Néanmoins, dans les taxonomies, peu de critères permettent de différencier un jeu thérapeutique d'un autre. Le seul critère est *la nature de la fonction utile* de la taxonomie d'Alvarez et Djaouti [Alvarez 08], dont deux éléments s'appliquent aux jeux thérapeutiques : dispenser un entraînement physique et dispenser un entraînement cognitif.

Cette distinction entre cognitif et moteur est aussi présente chez Rahmani et Boren [Rahmani 12]. Cependant, bien qu'ils proposent une différenciation entre les jeux de réhabilitation motrice et les jeux d'entraînement physique (*exergames*), les jeux d'entraînement cognitifs ne sont pas séparés selon s'ils ont pour objectif d'améliorer des fonctions saines ou de réparer des fonctions abîmées.

A l'inverse, chez Gamberini et al. une seule catégorie regroupe les entraînements moteurs et cognitifs, mais ils proposent une catégorie thérapie psychologique [Gamberini 08]. Cependant, les auteurs proposent des jeux pour l'hyperactivité dans ces deux catégories, ce qui peut signifier que les frontières entre ces catégories sont poreuses ou que le critère de classification est le moyen thérapeutique (psychologique ou moteur) et non le type de fonction à soigner.

Les jeux de gestion de la douleur sont traités différemment selon les auteurs. Chez Sawyer et Smith tout comme chez Alvarez et Djaouti, ils ont une fonction thérapeutique (ou de soin), mais le public concerné est les professionnels santé [Sawyer 08, Alvarez 08]. Ce qui nous permet de souligner que dans ces deux taxonomies, le public auquel le jeu est dédié, n'est pas forcément celui qui y joue. De plus, chez Alvarez et Djaouti, aucune nature de fonction ne permet de décrire les jeux de gestion de la douleur. Chez Rahmani et Boren, une catégorie est dédiée aux jeux pour gérer la douleur et le stress [Rahmani 12], tandis que chez Gamberini et al. ils sont inclus dans les jeux pour les thérapies psychologiques [Gamberini 08].

L'analyse de ces travaux nous permet d'établir qu'il existe différents types de jeux thérapeutiques, mais que les classifications actuelles ne s'accordent pas sur la délimitation de ces catégories.

- En les comparant, nous avons identifié quatre objectifs thérapeutiques différents :
- entraînement moteur [Alvarez 08, Gamberini 08, Rahmani 12]
 - entraînement cognitif [Alvarez 08, Gamberini 08, Rahmani 12]
 - thérapies psychologiques [Gamberini 08]

— réduction de la douleur et du stress [Rahmani 12]

Pour le game designer, le facteur le plus important est l'utilité que le jeu doit atteindre. En effet, puisque la différence entre un jeu et jeu utile est le fait que le concepteur tente de contrôler les effets du jeu sur la *vie réelle* [Guardiola 12], l'élément le plus important pour la conception d'un jeu utile est la nature de cet effet. De cette utilité découle de nombreuses contraintes de conception : l'audience, le contexte de pratique du jeu (en classe, chez le thérapeute, à domicile) ainsi que le type d'experts à inclure dans la conception. De plus, le gameplay doit forcément être conçu en fonction de cette utilité.

Les taxonomies et classifications que nous avons étudiées ne permettent pas toujours de définir des catégories qui détaillent suffisamment cet aspect pour informer le game designer. En conséquence, l'une des premières étapes de notre travail est de proposer une définition et une classification du jeu thérapeutique afin de pouvoir mieux cerner notre champ de recherche, mais aussi la portée précises de nos méthodes.

La classification du jeu thérapeutique sera présentée dans le chapitre 6. Nous y présenterons aussi de nombreux autres exemples de jeux thérapeutiques afin d'illustrer la classification d'exemples concrets.

3.4 Synthèse

Notre objectif général de recherche est l'établissement de méthodes de game design pour les jeux thérapeutiques, c'est-à-dire des jeux qui sont joués par le patient et ayant un effet thérapeutique direct sur le patient.

Par leur utilité, les jeux thérapeutiques appartiennent à la grande famille des jeux sérieux. Nous avons commencé par analyser l'existant du général au particulier, les définitions et classifications du jeu utile, puis les classifications du jeu santé pour en extraire les catégories de jeux thérapeutiques.

Si de nombreuses définitions du jeu utile existent, toutes s'accordent sur deux points : un jeu utile a un objectif au-delà du divertissement et les aspects ludiques ont pour but de motiver l'utilisateur. De plus, la différence fondamentale entre un jeu et jeu utile est le fait que le concepteur tente de contrôler les effets du jeu sur la *vie réelle* [Guardiola 12], l'élément le plus important pour la conception d'un jeu utile est donc la nature de cet effet. Nous définissons donc le jeu utile ainsi :

- **un jeu ayant une utilité au-delà du divertissement et dont cette utilité est voulue par le concepteur.**

En effet, nous modérons la portée de l'objectif motivationnel. Même s'il s'agit d'une des forces du jeu utile, ce n'est pas l'unique raison ou le seul apport du jeu. Par exemple, le fait qu'un jeu absorbe la concentration d'un joueur est un apport quand l'utilité visée est de soulager la douleur. Dans ce cas, la motivation générée par le jeu est un apport secondaire.

D'autres jeux peuvent apporter des bénéfices réels sans pour autant être estampillés jeu utile. Ainsi, le terme sert aussi d'étiquette pour représenter une industrie et un modèle

économique qui a pour but le développement de tels jeux. Ainsi, il existe aussi des méthodes de conception définies par cette industrie. Nous les étudions dans le chapitre 4.

Les jeux thérapeutiques appartiennent aux jeux santé. Nous avons étudiées les classifications existantes et avons trouvé plusieurs types de jeux thérapeutiques, par exemple des jeux de rééducation motrice et des jeux ayant pour but de soulager la douleur. Néanmoins les classifications actuelles ne s'accordent pas sur la définition de ces catégories.

En conséquence, l'une des étapes de notre travail consiste en l'élaboration d'une définition et d'une classification des jeux thérapeutiques. Il est important d'établir la singularité des jeux thérapeutiques dans l'ensemble des jeux santé : ce sont les seuls jeux santé dont la pratique améliore directement l'état de santé du patient. Établir comment nous délimitons à la fois les jeux santé et les possibilités des jeux thérapeutiques est crucial pour définir à quels jeux précisément nos méthodes s'adressent.

Dans le chapitre 6, nous proposons une définition du jeu thérapeutique et une classification des jeux thérapeutiques selon leur objectif thérapeutique. En annexe A.1, nous proposons une nouvelle classification des jeux santé dans laquelle les jeux thérapeutiques ont une place précise. Au travers de ce travail de classification, nous décrirons de nombreux jeux santé et thérapeutiques.

Chapitre 4

Conception et développement de jeu : méthodes de game design

4.1 Introduction

Selon Salen et Zimmerman, « *le game design est le processus par lequel un game designer conçoit un jeu, qui en interaction avec un joueur, produit une expérience de jeu significative ("meaningful play")* »¹ [Salen 03].

Si le game designer élabore les mécaniques ou règles de jeu, celles-ci créent l'expérience de jeu lorsqu'elles sont en interaction avec le joueur [Hunicke 04b]. De nombreux auteurs spécifient que le game design est un processus centré joueur : le game designer doit commencer par la définition de l'expérience de jeu et de l'audience, puis son rôle étant ensuite de faire en sorte que le jeu délivre cette expérience de jeu [Fullerton 08, Hunicke 04b, Lundgren 09, Rogers 10, Brathwaite 09, Schell 08, Adams 09].

Le game designer est l'avocat du joueur, la personne qui tout au long de la production, prend le parti du joueur et défend ses intérêts, c'est-à-dire la création d'une expérience de jeu satisfaisante [Fullerton 08, Adams 09]. Dans le cadre des jeux thérapeutiques, cette expérience doit à la fois être motivante et produire un effet thérapeutique. La présence d'un double objectif est un enjeu central que la conception de jeux thérapeutiques partage avec la conception des jeux sérieux en général.

Dans ce chapitre, nous étudions les méthodes de conception et production des jeux de divertissement et des jeux sérieux.

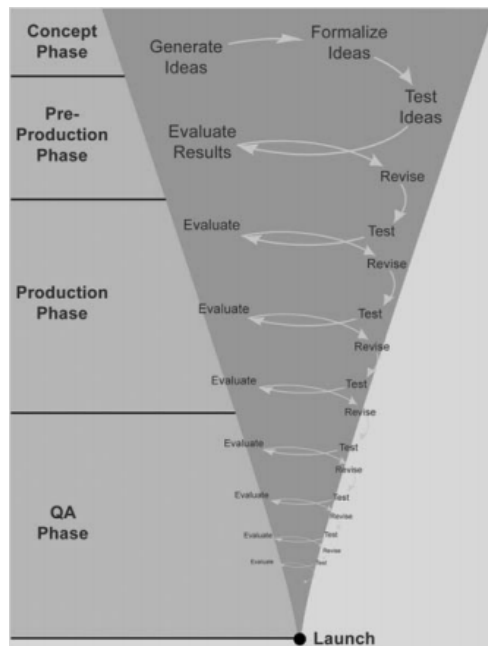


FIGURE 4.1 – Cycle itératif pendant les étapes de production (Fullerton, 2008)

4.2 Méthodes de conception et de développement des jeux de divertissement

S'il n'existe pas de consensus sur les étapes de la conception ou sur les méthodes de game design [Djaouti 11a], la conception centrée joueur est le paradigme principal comme l'atteste l'existence de nombreux modèles du joueur, ainsi que l'importance reconnue des playtests pour vérifier au fur et à mesure si le jeu produit bien l'expérience voulue. Comme le game designer définit les règles et que l'expérience de jeu émerge de l'interaction du joueur avec le système de jeu défini par les règles, le résultat de la conception n'est pas entièrement prédictible [Salen 03]. Rollings et Adams expliquent qu'aucun game design n'est parfait dès le départ et que de nombreuses itérations sont nécessaires pour atteindre un résultat satisfaisant [Rollings 03].

C'est la raison fondamentale pour laquelle le game design est un cycle itératif en trois étapes : prototype, playtest, révision [Salen 03, Rollings 03, Brathwaite 09, Fullerton 08]. Tester constamment le jeu avec des joueurs permet d'évaluer l'expérience de jeu, puis de décider comment modifier les règles de jeu pour l'améliorer. Les jeux sont des systèmes fragiles et chaque règle de jeu influe sur plusieurs dynamiques à la fois, il est donc difficile de prévoir comment un changement de règles va influencer sur les différentes dynamiques [Fullerton 08].

En début de production, les cycles itératifs sont très courts et peuvent mener à de grandes

1. Game design is the process which a game designer creates a game, to be encountered by a player, from which meaningful play emerges

modifications de la conception. Pendant la production, la marge de modification de conception se réduit au fur et à mesure que le jeu est développé [Fullerton 08]. Ce cycle itératif est le processus général du game design, il est continu tout au long de la production (figure 4.1).

4.2.1 Les étapes de conception et de développement d'un jeu vidéo

La production de jeu vidéo est composée de quatre étapes : concept, pré-production, production, évaluation finale, et suivi [Fullerton 08]. Chez certains auteurs, l'étape d'évaluation finale est implicite à l'étape de production. Formuler explicitement l'étape d'évaluation finale permet d'en souligner l'importance pour les jeux thérapeutiques. Leur évaluation médicale ne peut avoir lieu que lorsque ceux-ci sont complètement développés et celle-ci est nécessaire pour valider leur utilité.

Le processus de game design reste itératif tout au long de la production, mais vise des objectifs différents à chaque étape (figure 4.2). En parallèle de ces cinq étapes générales, Fullerton définit les quatre étapes du processus de prototypage. Nous expliquons tout d'abord les cinq étapes de production, puis expliquons les étapes spécifiques de prototypage.

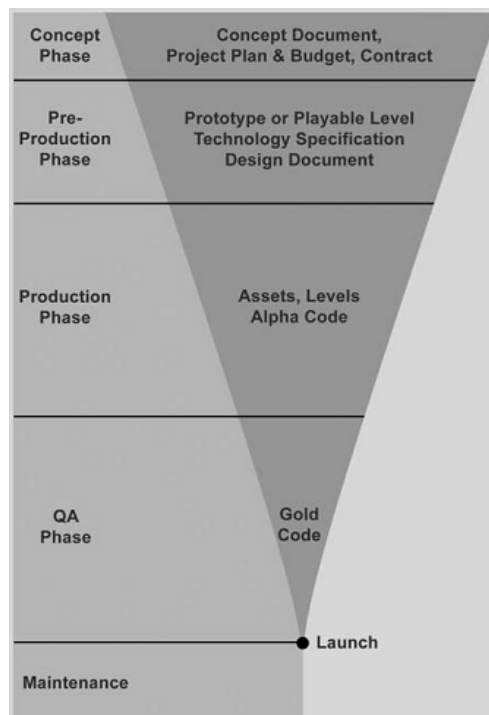


FIGURE 4.2 – Objectifs de game design pendant les étapes de production (Fullerton, 2008)

Concept La phase de concept sert à poser les grandes lignes du projet et, en général, à trouver un éditeur [Fullerton 08]. Les trois aspects importants de cette phase sont : l'équipe

prévue, le plan financier du projet (avec budget et planning), et l'idée sous forme de document de concept [Fullerton 08].

Pré-production Durant la phase de pré-production, effectuée habituellement en petite équipe, l'objectif est de créer un niveau de jeu fonctionnel et de qualité finale [Fullerton 08]. Le but est de démontrer l'intérêt du jeu et de lever les risques techniques. C'est le dernier moment pour créer des prototypes gameplay, expérimenter, et playtester pour s'assurer de la solidité du concept et pour corriger les problèmes les plus flagrants. Un autre objectif de cette étape est la production de la documentation détaillée, en terme de design (structure, contenu du jeu) et de production (planning). Le but est d'avoir un maximum de spécifications pour pouvoir planifier le mieux possible la production. Rogers propose à ce sujet un "beat chart", un document qui définit précisément chaque niveau de jeu, entre autre son nom, sa durée, son environnement, les différents ennemis et objets présents et son histoire [Rogers 10].

Production La production est l'étape la plus longue et la plus coûteuse, l'équipe exécute du mieux possible la vision et le plan prévus aux étapes précédentes [Fullerton 08]. Au fur et à mesure que la production avance, le champ des possibles se réduit et les changements qui peuvent être faits sont de plus en plus petits. Par exemple, il est possible d'améliorer le comportement d'un ennemi, mais pas d'ajouter de nouveaux ennemis. Ainsi, le cycle itératif du game design devient plus long, le jeu est playtesté moins souvent.

Evaluation finale Quand toutes les fonctionnalités sont développées, le jeu entre en évaluation finale. Le jeu est testé pour trouver les bugs et évaluer l'expérience de jeu sur le public cible. Durant cette étape, le game designer est concentré sur les calibrations et l'équilibrage du gameplay.

Suivi Le suivi concerne tout ce qui est fait après le lancement, par exemple un patch pour corriger des bugs ou du contenu additionnel [Fullerton 08]. Les ajouts de contenus sont développés au travers du même processus de développement en quatre étapes.

4.2.2 Les étapes du prototypage

Fullerton définit les quatre étapes du processus de prototypage : fondation, structure, détails formels et ajustements [Fullerton 08].

Fondation L'objectif est de s'assurer que l'idée principale du jeu est fun². Un prototype de la mécanique centrale (sans habillage graphique ou sonore) est développé pour vérifier si cette base est bonne pour le jeu. Les playtests sont effectués par le game designer uniquement, le but est de confirmer si son intuition est une bonne fondation pour le jeu.

2. Fun est un terme très général utilisé par les game designers pour décrire le plaisir de jeu.

Structure Il s'agit de rendre le prototype suffisamment fonctionnel pour permettre à des amis et des collègues de le tester. L'étape est nommée ainsi car il s'agit principalement d'ajouter de la structure au prototype, pour vérifier si les éléments de base du jeu fonctionnent ensemble. Si le jeu est fonctionnel, quelqu'un qui ne connaît pas le jeu est capable d'y jouer sans aide du game designer pour une session entière. Les playtests se concentrent sur le fun et l'utilisabilité.

Détails formels Si le prototype fonctionne, l'étape suivante se consacre aux détails formels. L'objectif est d'évaluer l'entier du système de jeu prévu. L'ensemble des mécaniques de jeux sont intégrées afin que celui-ci soit complet. Ceci signifie que l'entier des mécaniques de jeux ont été définies dans le détail auparavant. Ensuite, l'ensemble du système de jeu est amélioré jusqu'à devenir fonctionnel et équilibré. Les playtests permettent de cerner des problèmes de conception qui doivent être corrigés. Par exemple, des espaces de jeu dans lesquels les joueurs se perdent ou des stratégies dominantes qui lui permettent de gagner trop facilement. Durant cette étape, le game designer s'assure que le jeu délivre l'expérience de jeu prévue et que la courbe de difficulté est calibrée sur le joueur moyen au travers des playtests.

Affinage Durant cette dernière étape, de nombreux playtests sont effectués avec des joueurs pour vérifier et améliorer l'accessibilité et la qualité de l'expérience.

4.2.3 Les playtests

De nombreux auteurs mettent l'accent sur l'importance des playtests. Fullerton explique que c'est l'activité la plus importante du game design et que les effectuer trop tard est une mauvaise idée qui résulte en une perte d'argent, de temps et de qualité du jeu [Fullerton 08]. Les game designers pensent souvent que le joueur aime les mêmes choses que lui et que s'il aime le jeu alors l'audience l'aimera aussi, or ce n'est pas vrai [Rollings 03].

Les playtests doivent être effectués sur des joueurs, justement parce que l'audience est différente du game designer. D'une part, le game designer est trop proche de son travail, il risque de perdre les perspectives et d'oublier la vision globale du jeu lorsqu'il s'affaire à corriger des détails [Fullerton 08] et d'autre part, le game designer devient un joueur expert de son jeu a besoin d'un niveau de difficulté élevé pour que le jeu reste challengeant [Rogers 10].

Aussi, les game designers ne peuvent comprendre naturellement qu'une petite partie de l'audience potentielle des jeux vidéo [VandenBerghe 13]. Ceci est l'une des raisons pour lesquelles les modèles de joueur sont construits. Par exemple, le modèle 5 domains of play cherche spécifiquement à répondre à cette problématique [VandenBerghe 13].

4.2.4 Synthèse

Dans la conception de jeu thérapeutique, toutes ces étapes de développement comme de prototypage doivent être adaptées pour inclure aussi les questionnements et la conception de l'aspect thérapeutique du jeu, notamment l'évaluation de son efficacité thérapeutique.

4.3 Méthode de conception et développement des jeux sérieux

Dans sa thèse, Djaouti analyse onze méthodes de conception pour les jeux sérieux. Il postule que la différence principale dans le processus de conception des jeux sérieux provient d'une première étape de définition du projet [Djaouti 11a]. Cette étape se place avant le cycle itératif du game design et contient une définition de base du projet qui ne pourra être modifiée par la suite. Cette étape peut exister aussi dans les jeux vidéo de divertissement, dès lors que des contraintes de conception sont posées, comme proposer une suite ou créer un jeu pour une propriété intellectuelle [Rogers 10].

Le modèle D.I.C.E (définir, imaginer, concevoir, et évaluer) est suffisamment générique pour que des équivalents de ces quatre étapes existent dans les onze méthodes analysées par Djaouti. Mais la plupart de ces méthodes de conception de jeux sérieux reposent sur des bases différentes de celles du game design de jeu vidéo de divertissement.

Nous commençons par brièvement exposer quatre méthodes, puis discutons dans la synthèse de ce chapitre de l'applicabilité des méthodes existantes pour les jeux thérapeutiques.

4.3.1 Chaîne de production des serious games

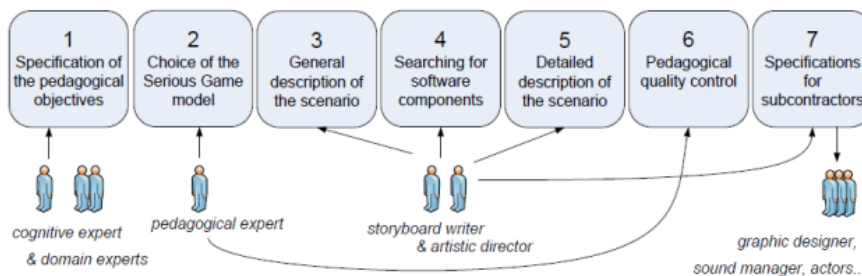


FIGURE 4.3 – Chaîne de production des serious games (Marfisi-Schottman et al. 2010)

Marfisi-Schottman et al. proposent un processus industriel pour articuler à la fois les méthodes, les expertises humaines, les outils informatique et les matériaux [Marfisi-Schottman 09, Marfisi-Schottman 10]. Il s'agit d'une chaîne de production, basée sur un cycle itératif. Les auteurs proposent aussi un processus simplifié en 7 étapes : spécification des objectifs pédagogiques, choix du modèle de serious game, description générale du scénario, re-

cherche de composants logiciel, description détaillée du scénario, contrôle qualité du contenu pédagogique, spécifications pour les sous-traitants (figure 4.3).

Il est cependant notable que ce processus n'inclue pas de game designers dans les experts. Ce constat est identique concernant le processus industriel de l'entreprise Paraschool [Djaouti 11a]. A l'inverse, la plupart des autres processus incluent le game design parmi les savoirs à articuler.

4.3.2 Framework P-III

Le framework P-III est une méthode reposant sur quatre piliers [Abeelee 12] : conception centrée joueur, développement itératif, équipe interdisciplinaire, et intégration entre apprentissage et jeu. Les trois étapes principales sont le Concept Design, le Game Design, et le Game Development. Chaque étape contient trois sous-étapes qui se concluent par une étape de consultation avec des experts externes.

Dans l'étape de Concept Design, il faut analyser l'utilisateur et les tâches, effectuer une conception participative et définir le game concept. Cette étape se termine avec une discussion avec des experts externes.

Dans l'étape Game Design, les étapes sont : storyboard & focus groups, prototypes papiers & playtests, et document de game design. Ici, les experts externes ont un rôle de vérification.

Enfin, l'étape de Game Development vise le développement d'un prototype final, d'abord de faible qualité graphique jusqu'à sa pleine qualité au fur et à mesure du développement logiciel et graphique. Ce prototype est régulièrement playtesté par des joueurs et des experts externes.

4.3.3 Les 6 facettes de conception d'un serious game

Marne et al. proposent les 6 facettes de conception d'un serious game : Simulation du domaine, objectifs pédagogiques, interactions avec la simulation, conditions d'utilisation, décorum, problèmes et progression [Marne 11]. Pour chaque facette, les auteurs définissent qui de l'expert pédagogique ou du game designer est responsable. Ils proposent aussi un ordre de réalisation des facettes (figure 4.4).

Les conditions d'utilisations et les objectifs pédagogiques sont les contraintes de développement, elles sont définies en début de projet par l'expert en pédagogie. Les conditions d'utilisation définissent le contexte de pratique incluant la supervision (p.ex. enseignant, parent).

Ensuite, l'expert en pédagogie définit comment le domaine est simulé dans jeu, tandis que le game designer réfléchit les interactions avec cette simulation, ainsi qu'un décorum pour renforcer l'attractivité du jeu. Enfin, le game designer et l'expert pédagogique définissent ensemble les problèmes auxquels le joueur sera confronté, ainsi que sa progression, notamment l'ordre des apprentissages. Par la suite, Marne étend ces travaux dans sa thèse pour proposer un outil de scénarisation pédagogique particulièrement dédiés à cette dernière facette [Marne 14].

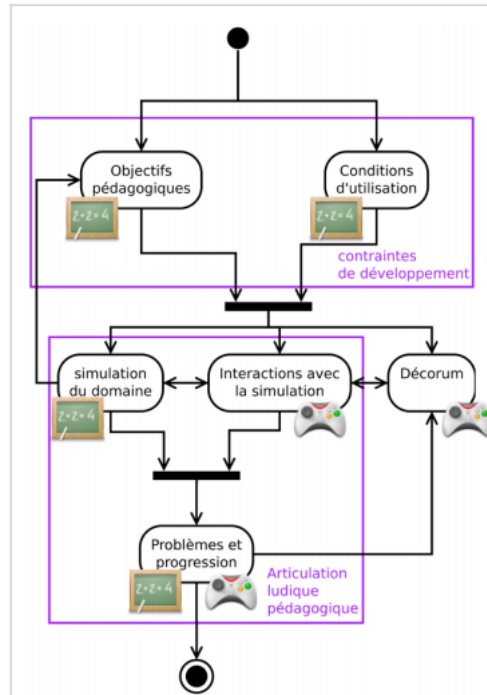


FIGURE 4.4 – Workflow conception serious games (Marne et al. 2011)

Dans son travail de thèse, Marne propose aussi des *design patterns*. Un *design pattern* permet de formaliser des solutions déjà connues à des problèmes récurrents [Huynh-Kim-Bang 10]. Il s'agit donc d'un langage qui permet aux designers de formaliser et communiquer leurs savoirs.

Ainsi, les travaux de Marne proposent un modèle et une méthode pour articuler les contenus et les expertises, ainsi qu'une bibliothèque de *design patterns* [Marne 14].

Cette articulation entre contenus pédagogiques et ludiques est l'objet de nombreux autres travaux. Ceux-ci proposent des modèles d'articulation des contenus. Par exemple, Winn propose un modèle construit au-dessus de la MDA pour articuler l'apprentissage, la narration, le gameplay, et l'expérience utilisateur [Winn 08]. Dans la même approche, Amory propose le *Game Object Model* [Amory 07], et Arnab et al. proposent le *Learning Mechanics - Game Mechanics Model*. Ces modèles servent à réfléchir l'articulation entre objectifs pédagogiques et ludiques.

Ces méthodes, modèles et *design patterns* sont conçus spécifiquement pour les jeux éducatifs, ils permettent d'articuler apprentissage et ludique. Ils présentent donc peu d'intérêt pour les jeux thérapeutiques, hors soulever une fois encore l'importance d'articuler convenablement les contenus.

4.3.4 Action research adapté aux jeux thérapeutiques

Pour les jeux thérapeutiques, Benveniste s'inspire de l'Action Research et propose de développer le prototype en interaction constante avec les patients, au travers de focus groups et de playtests réguliers [Benveniste 10a]. Nommé Incremental Design, ce processus consiste à 1. après discussion avec les experts, développer dès que possible un prototype simple et robuste, et 2. tester le prototype durant une bonne période de temps en effectuant de petites itérations (incrémentations) du prototype selon les feedbacks récoltés. Benveniste précise qu'il est important d'évaluer l'aspect thérapeutique seulement après s'être assuré que le jeu est fun.

Malheureusement les conditions nécessaires à son application, notamment l'accès constant et direct à des groupes de patients, ne peuvent pas toujours être remplies. L'auteur propose aussi des recommandations générales de game design pour les jeux thérapeutiques. Nous en retenons deux en particulier et les inclurons dans nos méthodes :

- Etude préalable approfondie du patient, de son environnement, des différentes pathologies et difficultés
- Inclusion d'au minimum un expert de la condition médicale cible dans le projet

4.3.5 Autres méthodes et recommandations

De nombreuses autres méthodes sont moins génériques et se concentrent sur un aspect de conception pour un type précis de jeu. Par exemple, Osorio et al. traitent de la motivation dans les exergames [Osorio 12], et Rizzo et al. de la conception centrée utilisateur pour les réhabilitations en réalité virtuelle [Rizzo 10]. Denis et Jouvelot proposent cinq recommandations de conception pour plus de motivation dans les jeux éducatifs [Denis 05]. De plus, certaines recommandations pour les jeux de divertissement peuvent s'appliquer aux jeux sérieux. Par exemple, recommandations pour les jeux avec geste (movement-based game) [Mueller 14].

Ces différentes méthodes et recommandations de conception sont très spécifiques et ne s'appliquent pas à tout type de jeux thérapeutiques. Selon les projets, c'est au game designer d'effectuer une recherche bibliographique pour guider son travail de conception. En effet, ces méthodes et recommandations sont tellement nombreuses que nous ne pouvons en faire ici une description exhaustive.

4.4 Synthèse

Le game design est un processus menant à la création d'un jeu qui en interaction avec un joueur crée une expérience jeu significative [Salen 03]. Le game designer est la personne qui entreprend ce processus en gardant toujours le joueur en tête, dont il en est en quelque sorte l'avocat [Salen 03, Fullerton 08]. En effet, un jeu est conçu pour délivrer une certaine expérience de jeu au joueur et c'est le game designer qui, tout au long de la production, a la responsabilité de garder ce cap.

Dans ce chapitre, nous avons étudié la conception et le développement des jeux de divertissement et des jeux sérieux. De cette analyse, nous retenons trois aspects méthodologiques du game design sur lesquels construire nos méthodes : 1. la conception centrée joueur, 2. le fonctionnement itératif du game design, 3. les étapes primordiales du prototypage et de la production, ainsi que les objectifs associés.

La plupart des auteurs proposent une conception centrée joueur, et de nombreux modèles du joueur (présentés dans le chapitre 1) existent afin d'informer les décisions du game designer. Cependant, les modèles de joueurs existants ne sont pas directement transférables à la conception de jeu thérapeutique, car ils ne permettent pas de modéliser l'état particulier des capacités des patients.

La conception centrée joueur se traduit particulièrement dans le cycle itératif en trois étapes du game design : prototype, playtest, révision [Salen 03, Rollings 03, Brathwaite 09, Fullerton 08]. Ce cycle itératif rapide permet de constamment vérifier les intuitions du game designer en évaluant si le jeu remplit ses objectifs de conception.

Il n'est cependant pas possible de mettre en oeuvre un cycle aussi rapide pour évaluer l'efficacité thérapeutique qui nécessite la mise en oeuvre de validations beaucoup plus longues et coûteuses.

Ceci signifie que de longs mois de productions peuvent se dérouler sans pouvoir évaluer cette efficacité. Il s'agit donc d'effectuer des tests médicaux aux bons moments, mais aussi de réfléchir la conception en amont. Nos méthodes visent principalement à donner des outils au game designer pour informer ses décisions et augmenter la probabilité de justesse de ses intuitions.

En conséquence, le processus actuel de production de jeu vidéo nécessite des aménagements afin d'inclure les objectifs thérapeutiques, notamment pour définir quels sont les moments opportuns de validation médicale, mais aussi à quelles étapes utiliser les méthodes que nous proposons. Nous présentons ce processus dans le chapitre 9.

Les méthodes existantes pour les jeux sérieux sont principalement destinées à la conception de jeu pédagogique et ne peuvent s'appliquer directement aux jeux thérapeutiques. Cependant, l'analyse des méthodes pour les jeux sérieux permet de souligner différents défis de conception que le jeu thérapeutique partage avec les jeux sérieux : l'inclusion des experts extérieurs, l'articulation des savoirs des différents experts et l'équilibre entre le jeu et les contenus sérieux.

Ces défis sont cruciaux pour créer un jeu thérapeutique motivant et efficace, nous y reviendrons plus en détails dans le chapitre 7.

Chapitre 5

Méthodologie de recherche en design

5.1 Introduction

Notre but consiste à établir une méthodologie pour les game designers de jeux thérapeutiques, nous nous intéressons donc aux recherches en design visant la création de méthodes de conception.

Dans de nombreux domaines, la recherche est guidée par des standards de rigueur qui définissent les objectifs de recherche et les méthodes, notamment d'expérimentation et de validation.

Cependant, ces standards ne sont pas encore établis pour les recherches en design, et notamment pour les recherches qui visent la création de méthodes de design [Mackay 97, Peffers 07, Frey 06]. En particulier, plusieurs auteurs admettent que les méthodes de design ne peuvent être évaluées selon les méthodes scientifiques traditionnelles [Frey 06, Pedersen 00].

Dans plusieurs domaines pluridisciplinaires dans lesquels le design a une place importante comme l'interaction homme-machine et la conception de systèmes d'information, des scientifiques s'attèlent à la création de tels cadres et standards [Mackay 97, Zimmerman 07, Peffers 07, Winter 08].

A l'inverse, le game design est une discipline encore peu investie par les scientifiques [Djaouti 11a]. La plupart des méthodes de game design n'ont jamais été évaluées scientifiquement [Neil 12].

En l'absence de cadres pour guider nos recherches, nous devons répondre à plusieurs questions méthodologiques :

- Par quelle méthode de recherche construire notre méthodologie de game design des jeux thérapeutiques ?
- Quels peuvent être les critères d'évaluation de nos méthodes de conception ?
- Quelles expérimentations permettent d'évaluer nos méthodes de conception ?

Pour répondre à ces questions, nous étudions plusieurs cadres de recherche de domaines proches comme l'interaction homme-machine et la conception de systèmes d'information.

La recherche en design est un domaine très exploré dans lequel de nombreux courants

coexistent, nous commençons donc ce chapitre par une introduction au domaine du design et de la recherche en design. Ensuite, nous présenterons les cadres de rigueur proposés pour la recherche en design, puis aborderons la question de l'évaluation des méthodes de design.

5.2 Introduction au design et à la recherche en design

5.2.1 Le design

Dans cette thèse, nous considérons le design comme étant une pratique, au même titre que l'art et l'ingénierie. Dans ce cadre, nous nous appuyons sur Cross pour définir le designer et ses connaissances, le monde artificiel et les artefacts [Cross 01] :

- Les **designers** sont les experts du monde artificiel.
- Le **monde artificiel** est composé des artefacts créés par l'homme pour accomplir des objectifs humains.
- Les **connaissances du designer** concernent la création et la modification d'artefacts. Ces connaissances sont acquises par la formation et par les analyses réflexives menées par le designer sur sa propre pratique et son usage d'autres artefacts.

Dans cette approche, le *design thinking* sert à rationaliser ce que les designers apportent à la résolution de problème et pourquoi ils devraient être inclus dans un projet. Le produit du design est un ajout ou une modification d'artefact apportant une solution à un problème et le *design thinking* est l'application d'un processus en trois étapes par lequel passe un designer pour apporter cette solution [Zimmerman 07] :

- Investigation : obtenir de nombreuses perspectives sur le problème
- Idéation : générer autant de solutions que possibles pour ce problème
- Itération : cycle d'affinage du concept

Cette approche du design et du *design thinking* est en phase avec l'approche actuelle du game design tel qu'exploré dans le chapitre 4. En effet, en game design, le problème général est de concevoir un artefact, l'artefact conçu est un jeu, dont l'objectif est de proposer une expérience particulière à un joueur. A partir de ce problème, le game designer est confronté à une série de sous-problèmes pour lesquels il apporte des solutions. Certains problèmes de game design sont génériques, par exemple motiver le joueur à continuer jusqu'à la fin du jeu. D'autres problèmes sont plus spécifiques, par exemple corriger le système économique du jeu pour qu'il soit équilibré ou corriger un endroit de l'espace de jeu dans lequel les joueurs se perdent.

Cette approche du design en tant que pratique, notamment l'obtention de connaissances par l'analyse réflexive de sa propre pratique et de l'usage d'autres artefacts est très répandue dans le domaine du game design.

En effet, la majorité des méthodes existantes de game design sont le fruit des réflexions de game designers professionnels sur leurs pratiques [Djaouti 11a]. De plus, la plupart des méthodes de game design propose une structure similaire à celle du *design thinking*.

Cette démarche d'analyse réflexive sur les pratiques du game design est aussi visible dans

les *post-mortems*. L'objectif d'un *post-mortem* est double : 1. analyser ce qui s'est bien et mal déroulé durant la conception et le développement d'un jeu vidéo, 2. communiquer les problèmes et solutions aux autres professionnels. Ainsi, nous proposons dans le chapitre 7 une analyse de notre travail sur le projet de jeu thérapeutique Le Village aux Oiseaux pour extraire de cette expérience les réflexions utiles à nos recherches.

Cette section nous a permis d'expliquer notre approche du design en tant que pratique. Le game design de jeux thérapeutiques est notre objet d'étude principal et notre objectif général de recherche est d'améliorer la pratique des game designers de jeux thérapeutiques.

5.2.2 La recherche en design

Le design est un domaine très étudié, de nombreux courants coexistent, proposent des paradigmes différents du design et visent des objectifs de recherche différents [March 95, Cross 01, Zimmerman 07, Winter 08].

Ces courants ne sont pas toujours compatibles dans leur approche du design. Par exemple, certains courants ont pour objectif de rendre le design plus scientifique, tandis que d'autres courants postulent que le design est une activité non-scientifique [Cross 01].

Ces courants ne s'accordent pas non plus sur le fait qu'on puisse qualifier de science la recherche en design [Cross 01]. En effet, si certains courants postulent que la recherche en design doit être menée avec une rigueur scientifique, d'autres postulent que la recherche en design n'est pas une science et s'étudie en des termes différents [Mackay 97, Cross 01].

Ici, nous étudions le design en tant que pratique. Par contre, nous considérons que notre recherche visant à proposer une méthodologie de game design est une activité scientifique et doit donc répondre à un cadre de rigueur scientifique, notamment dans l'évaluation des apports de cette recherche.

5.2.3 Terminologie

De nombreux termes ont été proposés pour représenter le design en tant que pratique et champ de recherche : *design science*, *design research*, *design science research*, *science of design*, *design as a discipline* [March 95, Winter 08]. Nous avons cependant constaté que les auteurs n'utilisent pas toujours les mêmes définitions pour les mêmes termes [Cross 01, Winter 08].

De plus, leurs traductions littérales prêtent rapidement à confusion, par exemple le terme *recherche en science du design* peut à la fois signifier *design science research* ou référer à des recherches menées en *science of design*.

Ainsi, dans le cadre de ce travail, lorsque nous parlons de recherche en design, nous référons à tout type de recherches scientifiques concernant ou utilisant le design, indépendamment d'un courant ou axe de recherche particulier. Pour référer à un courant ou un axe de recherche particulier, nous utiliserons la terminologie anglaise existante, en particulier celle proposée par Winter pour différencier *design science* et *design research* [Winter 08].

En effet, ces termes visent à spécifier le type de recherche en design effectué, dont voici différents exemples :

- recherches qui construisent des artefacts pour résoudre des problèmes d'autres domaines
- recherches qui visent la création de méthodes de design
- recherches qui proposent des cadres et méthodes pour la recherche en design
- recherches qui étudient et théorisent le design

Ces exemples de recherches en design diffèrent par le type d'artefacts produits et la place du design dans la recherche. Selon le type d'activité de recherche, le design fait partie du processus de recherche ou constitue l'objet d'étude.

Nous commençons par étudier les différents types d'artefacts et d'activités scientifiques, puis présentons une proposition de structuration de ces recherches en *design science* et *design research* selon les objectifs de recherche visés.

5.2.4 Les types d'artefacts et d'activités scientifiques

Un artefact est défini comme quelque chose de produit par l'homme en opposition aux phénomènes naturels [March 95]. Dans le design, cet artefact est la solution proposée à un problème, l'artefact sert donc l'atteinte d'un but humain [Zimmerman 07].

Plusieurs auteurs proposent de structurer les produits de la recherche en design en quatre types d'artefacts [March 95, Pedersen 00, Winter 08] :

- **Constructions** : concepts de base qui permettent de construire le langage spécifique du domaine
- **Modèles** : plusieurs constructions associées pour représenter des problèmes et des solutions, par exemple des tâches, des situations, des artefacts
- **Méthodes** : procédures qui guident la résolution du problème
- **Instanciations** : emploi de constructions, modèles et méthodes pour construire un artefact

Winter précise que les modèles et méthodes sont souvent deux faces d'une même pièce, les modèles sont axés sur le résultat, mais impliquent une procédure pour l'atteindre, tandis que les méthodes décrivent des procédures, mais impliquent l'existence d'un résultat à atteindre [Winter 08].

Les instanciations sont des résultats issus de l'utilisation de constructions, modèles et méthodes sur un problème précis, souvent dans le but de démontrer l'intérêt de ceux-ci et de prouver qu'ils fonctionnent dans la pratique [March 95, Winter 08].

Selon March et Smith, pour chaque type artefact, quatre activités de recherche peuvent être effectuées [March 95] :

- **Construire** : Construction d'artefact pour atteindre un objectif. L'objectif de la construction est de démontrer la faisabilité, donc que l'artefact peut être construit, fonctionne et peut atteindre son objectif.
- **Evaluer** : L'artefact devient l'objet d'étude. Des métriques et mesures sont développées pour évaluer les performances de l'artefact et définir s'il s'agit d'un progrès.

- **Théoriser** : L'objectif est d'analyser les caractéristiques de l'artefact et de l'environnement pour expliquer les résultats des évaluations, soit par l'application ou l'adaptation de théories existantes, soit en postulant une nouvelle théorie.
- **Justifier** : Les explications théoriques doivent ensuite être justifiées pour permettre de guider d'autres recherches.

March et Smith expliquent que toutes les combinaisons activité-artefact sont un effort viable de recherche [March 95].

Si l'activité de théorisation peut être effectuée sur la base des résultats d'une ou plusieurs évaluations, la justification de la théorie nécessite l'atteinte d'une significativité statistique. Nous étudions plus tard dans ce chapitre pourquoi l'atteinte d'un résultat significatif est particulièrement compliquée en recherche du design.

Néanmoins, ces deux étapes peuvent être effectuées par la suite, lorsque l'artefact est suffisamment utilisé pour que de nombreuses données intéressantes existent et permettent de produire des théories pertinentes et de les justifier. En effet, plusieurs auteurs expliquent qu'à l'instar des médicaments, dès le moment où un artefact atteint l'objectif prévu, il peut être utilisé même si son fonctionnement n'est pas encore expliqué [March 95, Frey 06].

Ainsi, nos recherches ont tout d'abord un but restreint aux deux premières activités décrites par March et Smith : la construction et l'évaluation de modèles et méthodes de conception, c'est-à-dire des artefacts servant au design d'autres artefacts.

Selon March et Smith, la construction et l'évaluation d'une méthode de conception de jeux sérieux constituent des objectifs viables de recherche en design. Cependant, se pose encore la question de la manière d'atteindre ces objectifs : quel processus suivre pour concevoir cette méthode, quelle système d'évaluation employer pour valider son efficacité ? Pour répondre à ce type de question, Winter définit les *design sciences*, auxquelles nous nous intéressons dans la section suivante.

5.2.5 *Design Science vs Design Research*

Selon Winter, le *Design Science Research* est constitué de deux axes [Winter 08] :

- *Design Science* : Réflexions et cadres pour la construction et l'évaluation d'artefacts
- *Design Research* : Construction et évaluation d'artefacts spécifiques

Selon Winter, le *Design Science* est l'analyse réflexive des *Design Research* et a pour objectif de définir les standards de rigueur des *Design Research*, notamment au travers de constructions, modèles, méthodes et instanciations servant à guider les *Design Research* [Winter 08]. D'une certaine manière, la *Design Science* est le *Design Research* appliqué à lui-même, un méta-niveau de recherche en design. En effet, les réflexions menées en *Design Science* peuvent produire des constructions, modèles, méthodes, et instantiations qui sont ensuite utilisés pour mener des *Design Research* (figure 5.1).

Les *Design Research* visent la construction et l'évaluation d'artefacts spécifiques. Cependant, Winter distingue deux possibilités qui n'ont pas la même force d'apport. D'une part, certaines recherches visent la construction de méthodes de design, et d'autres sont des applications de ces méthodes pour apporter des solutions à des problèmes d'autres domaines.

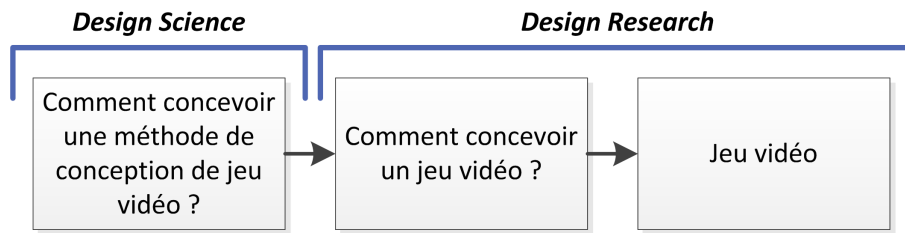


FIGURE 5.1 – Séparation entre *Design Science* et *Design Research* appliquée aux méthodes de game design

Pour Winter, ce deuxième type de recherche est un apport car elles sont des instantiations des résultats des premières (constructions, modèles et méthodes servant au design).

Par exemple, Mackay et al. expliquent leur démarche de design afin d’informatiser les plans de vol des contrôleurs aériens [Mackay 97]. Dans ce cas, le logiciel conçu est une instantiation de constructions, modèles et méthodes de conception. Outre cet artefact qui doit être utile pour les contrôleurs aériens, l’apport pour les *Design Research* est constitué des constructions, modèles et méthodes de design utilisés pour atteindre ce résultat.

Cependant, toute conception d’artefact ne peut pas être considérée directement comme un apport utile en *design research*. Par exemple, n’importe quel jeu vidéo peut être considéré comme un artefact de design, mais n’importe quel jeu vidéo ne constitue pas pour autant un apport en *design research*.

Pour différencier *Design Research* en tant qu’activité scientifique et pratique du design, des critères d’objectifs et de rigueur scientifique ont été proposés en *Design Science*. Nous expliquons dans la section suivante pourquoi les critères habituels de la rigueur scientifique ne peuvent être appliqués en *Design Research* et présentons les critères proposés en remplacement.

En effet, si nous avons trouvé quelques exemples de *Design Research* proposant des modèles et méthodes de game design, nous n’avons pas trouvé de *Design Science* fixant les cadres de rigueur de ce type de recherches.

Ainsi, pour répondre aux questions méthodologiques présentées dans l’introduction, nous allons nous appuyer sur des cadres de rigueur généraux de la recherche en design, ainsi que ceux proposés pour des domaines similaires au game design comme l’interaction homme-machine et la conception de système d’information.

5.3 Cadre de rigueur de la recherche en design

5.3.1 Faible reproductibilité des résultats du design

La recherche en design doit fixer son propre cadre de rigueur et ses propres critères de qualité à cause d’une différence fondamentale avec les autres recherches scientifiques : la faible reproductibilité des résultats du design.

La reproductibilité des résultats est généralement l'un des critères les plus importants pour la validité des recherches scientifiques [Cross 01]. En effet, dès lors qu'une recherche vise à étudier des phénomènes qui existent déjà, son objectif est de théoriser le fonctionnement de ce phénomène, puis de le justifier au travers d'expérimentations reproductibles qui permettent de démontrer ce fonctionnement [March 95, Cross 01]. La reproductibilité est double, l'expérimentation, tout comme les résultats de celle-ci doivent être reproductibles. En général, la preuve est établie grâce à la significativité statistique des résultats.

A l'inverse, le design vise à créer quelque chose qui n'existe pas encore [Cross 01]. Comme expliqué plus haut, les étapes de théorisation et justification interviennent après la construction et l'évaluation d'artefact [March 95]. Si la reproductibilité est importante pour la théorisation et la justification, ces deux activités de recherche ne peuvent exister avant que les artefacts aient été construits et utilisés pour que suffisamment de données soient à disposition.

Cependant, les phases de construction et d'évaluation d'artefacts sont motivées par d'autres critères. De manière générale, le design est une activité créative, qui vise la conception d'artefact qui ont une utilité et qui sont un progrès, soit par leur nouveauté, soit par l'amélioration qu'ils constituent en rapport à des artefacts existants [March 95]. Par exemple, un game designer cherchera le plus souvent à créer un jeu original, qui suscite l'intérêt et la curiosité des joueurs par ce qu'il apporte de nouveau.

En conséquence, la reproductibilité des résultats du design est en général, rarement désirée, et donc dans les fait très difficilement atteignable puisque le critère d'originalité du résultat fait quasiment partie intégrante du processus de design, en particulier en ce qui concerne le jeu vidéo [Mackay 97, Cross 01, Zimmerman 07]. Si les résultats étaient reproductibles, il n'y aurait plus de progrès, les mêmes solutions seraient encore et toujours proposées par les designers. Pour que le design puisse mener à des progrès, la créativité du designer doit garder un rôle important dans ce processus.

Les résultats du design dépendent fortement du designer, de ses préférences, de sa créativité et de son environnement. Il n'est donc pas attendu que différents designers proposent des solutions identiques à un même problème, même si ces designers utilisent les mêmes méthodes de conception [Zimmerman 07].

En effet, le phénomène de coadaptation fait que le designer s'adapte à la méthode, tout en adaptant la méthode à ses besoins [Zimmerman 07]. Ainsi, à chaque fois qu'une méthode de conception est utilisée, son effet est dépendant de la manière dont le designer se l'approprié. Ce phénomène est d'ailleurs valable pour toutes les technologies.

Ce phénomène de coadaptation et la volonté de progrès mènent à la très faible reproductibilité des résultats, qui complique à la fois l'évaluation des méthodes de design et l'évaluation de la validité d'une recherche en design puisque celle-ci repose sur du design pour la construction des artefacts. Nous discuterons plus particulièrement de cet aspect dans la dernière section de ce chapitre.

Néanmoins cette faible reproductibilité ne signifie pas que les *Design Research* s'effectuent hors de tout cadre de rigueur, ni que ces résultats ne sont pas évalués.

Ainsi, pour différencier une *Design Research* de la pratique du design, plusieurs critères

de qualité des recherches scientifiques en design ont été proposés.

5.3.2 Critères de qualité des recherches scientifiques en design

Nous avons établi que les *Design Research* correspondent elles-mêmes à une activité de design au moment de la construction des artefacts (constructions, modèles, méthodes, et instantiations). Quand un artefact a été construit, il devient l'objet d'étude et doit être évalué [March 95].

Les *Design Research* sont très proches de la pratique du design, ainsi de nombreux auteurs proposent de spécifier la qualité d'activité scientifique des *Design Research* au travers de critères concernant les objectifs de recherche, la qualité et la rigueur de la recherche, et la qualité des artefacts. La plupart des critères spécifient donc ce qui doit être communiqué et argumenté au sujet de la recherche en elle-même.

Une *Design Research* peut viser la création de méthodes de design ou une instantiation de ces méthodes pour concevoir une solution à un problème spécifique. Nous expliquerons quand nécessaire si un critère s'applique en particulier à un type de recherche ou à un autre. Néanmoins, nous les discutons tous par rapport à notre objectif de recherche.

5.3.2.1 Processus de recherche

Zimmerman et al. expliquent que les choix réalisés tout au long du processus de recherche, notamment celui des méthodes de design employées doivent être fondés et expliqués afin que le processus puisse être reproduit [Zimmerman 07]. Les auteurs expliquent qu'il n'y a pas d'attente concernant la reproductibilité des résultats de la recherche. En effet, puisque la recherche s'appuie sur une part de design, le même processus recherche ne produira pas forcément les mêmes résultats.

5.3.2.2 Extensibilité

Ce critère concerne la possibilité de construire sur les résultats de la recherche. La recherche doit être décrite de telle manière à ce que la communauté puisse exploiter les connaissances issues de ce travail [Zimmerman 07].

5.3.2.3 *Wicked problems*

Ce critère s'applique spécifiquement aux recherches en design qui construisent des instantiations pour solutionner un problème spécifique d'un autre domaine.

Selon Zimmerman et al., ce problème spécifique doit être un *wicked problem*, un problème complexe soumis à des contraintes et objectifs conflictuels qui rendent complexe la modélisation du problème [Zimmerman 07].

Les *wicked problems* ne sont pas l'apanage de la recherche en design. Par exemple, dans le génie logiciel, la solution doit répondre aux besoins, remplir des critères de qualité, respecter

une limite de coût et un délai de livraison. Ces contraintes sont contradictoires, il faut donc les pondérer pour proposer une solution.

Pour Zimmerman et al., la différence fondamentale est que le designer en recherche vise *la bonne chose* et s'extrait des contraintes commerciales [Zimmerman 07].

Même si le fait de résoudre des *wicked problems* n'est pas réservé à la recherche en design, il nous semble effectivement important qu'une recherche en design vise la résolution d'un problème complexe pour présenter un intérêt.

5.3.2.4 Pertinence

La pertinence de la solution est définie par son utilité. Il faut expliquer la présence d'un problème ou d'une opportunité et motiver la pertinence de la solution proposée [Zimmerman 07, Hevner 07].

March et Winter postulent que les recherches visant la construction des artefacts doivent être jugées par l'utilité des artefacts pour la communauté d'utilisateur [March 95].

Par exemple, Mackay et al. travaillent sur des logiciels pour les contrôleurs aériens, la pertinence est ici définie en rapport à l'utilité pour les contrôleurs aériens [Mackay 97].

Dans le cas de nos recherches, nous visons l'amélioration des pratiques des game designers de jeux thérapeutiques. La pertinence de nos artefacts sera donc jugée en fonction de leur utilité pour les game designers lorsqu'ils conçoivent des jeux thérapeutiques.

5.3.2.5 Equilibre généralité-spécificité

Un artefact, par son utilité, est une solution à un problème. Winter postule que la solution doit avoir une certaine généralité, donc être applicable à une certaine classe de problème [Winter 08].

Néanmoins, Winter explique qu'une solution ne peut s'appliquer à de nombreux problèmes sans être généralisée et perdre de sa force de solution. Pour préserver à la fois la valeur de l'application de la solution (c'est-à-dire son efficacité), tout en permettant de résoudre une classe de problème, Winter conseille d'incorporer des adaptations situationnelles.

Dans le game design de jeux sérieux, l'équilibre généralité-spécificité est habituellement au niveau du type de jeu sérieux, par exemple les jeux éducatifs. Les méthodes pour la conception de jeux éducatifs proposent des étapes précises et réfléchies pour résoudre les problèmes spécifiques de conception de ces jeux, notamment dans l'articulation avec les savoirs des experts en pédagogie. Ces méthodes ne s'appliquent donc pas aux jeux thérapeutiques.

Pourtant des similarités existent dans la conception de différents types de jeux sérieux, par exemple l'inclusion d'experts de domaines extérieurs. Mais la manière précise dont ces savoirs doivent être inclus lors de la conception dépend du type de jeux sérieux en particulier.

Nous avons identifié plusieurs types de jeux thérapeutiques, nous devons donc définir si nos modèles et méthodes peuvent cibler efficacement tous les jeux thérapeutiques. Dans le cas contraire, nous devons nous limiter à un sous-ensemble de jeux thérapeutiques et, si

possible, proposer des adaptations situationnelles pour les autres.

5.3.2.6 Efficacité

L'efficacité est le fait que l'artefact puisse atteindre l'objectif pour lequel il a été conçu [March 95].

Dans le cas des méthodes de design, si cette efficacité peut être expliquée de manière théorique, la construction d'une instanciation sert de preuve pour montrer l'efficacité réelle des constructions, modèles, et méthodes proposés [March 95, Zimmerman 07].

En effet, comme la preuve statistique est rarement atteignable pour les modèles et les méthodes, la priorité est tout d'abord de montrer que les artefacts peuvent atteindre leurs objectifs au travers d'une ou plusieurs instanciations, puis, comme nous le verrons dans la section suivante, d'évaluer leur niveau de performance pour définir s'ils représentent un progrès en rapport aux artefacts existants. Ce niveau de preuve est faible, mais reste intéressant puisqu'il signifie qu'il est possible que les artefacts atteignent leurs objectifs.

5.3.2.7 Progrès

Il n'est pas suffisant que l'artefact propose une solution pertinente à un problème et permette de résoudre ce problème de manière efficace, encore faut-il que cet artefact constitue un réel progrès pour être considéré en tant que *Design Research* [March 95].

Le progrès se définit soit par la nouveauté de l'artefact, soit parce que sa performance est supérieure aux autres artefacts similaires [March 95]. La nouveauté se conçoit au sein d'un domaine, et un artefact, même emprunté à un autre domaine, sera considéré comme nouveau si cet emprunt en lui-même est une nouveauté. Du point de vue de la performance, March et Smith expliquent que son évaluation nécessite la création de métriques et de mesures relatives à l'objectif que l'artefact doit atteindre [March 95].

Si les artefacts sont nouveaux, March et Smith postulent que l'évaluation n'est pas nécessaire, la contribution de la recherche repose sur cette nouveauté et dans le pouvoir de persuasion des affirmations concernant son utilité, car il s'agit d'un progrès en tant que tel [March 95]. Zimmerman et al. ont un avis similaire, pour eux le progrès est ici démontré par un état de l'art [Zimmerman 07].

5.3.2.8 Synthèse

La faible reproductibilité des résultats du design, tout comme d'autres problématiques spécifiques aux méthodes de conception compliquent particulièrement l'évaluation de leur efficacité et de leurs performances.

Pour le game design de jeux thérapeutiques, une absence quasi-totale de méthodes adaptées a été identifiée. En conséquence, selon Zimmerman et al. et March et Smith, les méthodes que nous proposerons sont un progrès à condition que nous argumentions leur pertinence et démontrions leur efficacité.

Cependant, s'il est effectivement important de vérifier que les méthodes peuvent atteindre leur objectif, nous pensons qu'il est aussi important d'en faire une première évaluation même s'il s'agit d'une nouveauté. Nous pensons que la définition des métriques d'évaluation de performance de la méthode est une étape essentielle de la recherche. De plus, pour l'extensibilité du travail de recherche, il est préférable de fournir une base d'évaluation sur lesquelles des recherches futures peuvent s'appuyer pour comparer les résultats.

Dans les deux sections suivantes, nous étudions plusieurs cadres et méthodes pour la recherche en design de domaines similaires au game design, puis nous étudions particulièrement les méthodes d'évaluation des méthodes de design.

5.4 Cadres et méthodes de recherche en design

Plusieurs cadres et méthodes de recherche en design proviennent de domaines similaires au game design : l'interaction homme-machine et la conception de système d'information.

Ces travaux partagent de nombreux points communs, notamment leur volonté d'expliquer comment articuler observation, théorie et itération de design afin de maximiser les types d'apports scientifiques que ces recherches peuvent produire.

5.4.1 Cadre pour articuler observation, théorie, et itération pour la recherche en IHM

Mackay et al. analysent les différences de paradigmes entre les disciplines scientifiques et du design et proposent un cadre pour la recherche en IHM qui intègre et articule ces différents paradigmes [Mackay 97].

Dans les disciplines scientifiques, les deux modèles principaux diffèrent dans leur articulation entre théorie et observation.

Dans le modèle déductif, le chercheur part d'une hypothèse (théorie), puis tente de la valider par une expérimentation (observation). Les résultats de l'expérimentation servent à réviser l'hypothèse (théorie), puis l'hypothèse révisée est expérimentée (observation).

Dans le modèle inductif, le chercheur commence par étudier les phénomènes de manière générale (observation) et en déduit un cadre (théorie). Le chercheur étudie ensuite plus particulièrement les phénomènes concernés (observation) pour préciser sa théorie.

La différence entre ces deux modèles est le point de départ de la recherche, le modèle déductif démarre par une théorie, tandis que le modèle inductif commence par des observations.

En outre de ces deux modèles scientifiques, l'IHM repose sur l'ingénierie. Dans cette discipline, le modèle principal est itératif. Des recommandations mènent à la création d'un prototype (création d'artefact) qui sera ensuite amélioré de manière itérative.

Mackay et al. expliquent que la recherche en IHM étudie l'interaction entre des hommes et des artefacts. L'étude de ces interactions est compliquée parce que les hommes s'adaptent

aux technologies tout en les adaptant à leurs besoins. Ainsi, une même technologie ne produit pas le même résultat selon l'environnement. Par conséquence, la recherche en IHM utilise principalement un processus de design itératif.

Ainsi, Mackay et al. proposent un cadre pour intégrer ces différents paradigmes et permettre aux chercheurs en IHM de définir le modèle de recherche le plus approprié à leur travail. Ce cadre permet principalement d'articuler la théorie, la conception d'artefact et les observations (figure 5.2).

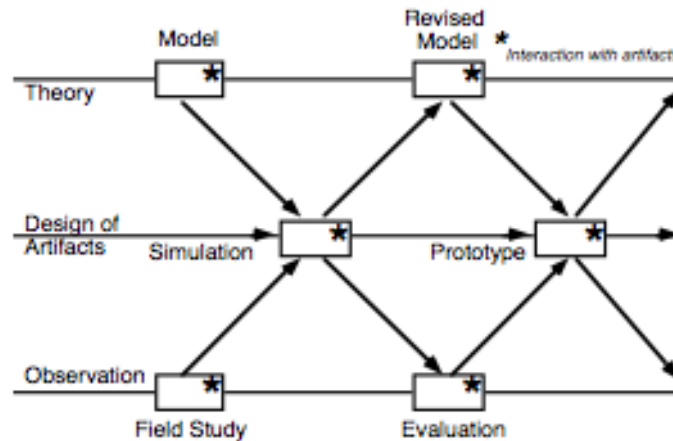


FIGURE 5.2 – Intégration du design et des deux modèles scientifiques en IHM, (Mackay et al. 1997)

Le modèle est la fois inductif, déductif et itératif puisque la création d'artefacts peut se baser sur des modèles théoriques et / ou sur des observations sur le terrain. Le prototype ainsi créé peut ensuite être utilisé comme base d'expérimentation pour récolter des observations, tout ceci permettant d'améliorer le prototype et les modèles théoriques qui sous-tendent la conception.

Le modèle du rôle du designer en recherche en IHM proposé par Zimmerman et al. articule de la même manière les différents paradigmes et explicite les mêmes apports potentiels [Zimmerman 07]. Zimmerman et al. précisent qu'un des objectifs de recherche est d'améliorer les pratiques des designers. Dans cet objectif, les artefacts créés par le designer pendant la recherche, permettent aux designers professionnels d'observer la valeur des théories et modèles en action, ce qui peut davantage les motiver à les intégrer à leur pratique.

Si ces cadres permettent de réfléchir et articuler les phases d'observation, théorie et conception d'artefact, d'autres méthodes sont plus directives en proposant 6 étapes précises pour la recherche en design.

5.4.2 Les 6 étapes de la recherche en design

Peppers et al. expliquent qu'à l'heure actuelle, le manque de méthodologie a pour effet d'obliger les chercheurs en design à justifier dans chaque article la rigueur de leur approche

[Peppers 07]. En s'appuyant sur plusieurs cadres déjà proposés, les auteurs définissent la *Design Science Research Methodology*, un processus de recherche en design composé de 6 étapes :

- **Identification du problème et motivation** : Définir le problème spécifique et justifier la valeur d'une solution
- **Définition des objectifs de la solution** : A partir du problème identifié, inférer les objectifs possibles et atteignables de la solution.
- **Design et développement** : Créer les artefacts
- **Démonstration** : Démontrer l'utilisation de l'artefact sur une ou plusieurs instances du problème (p. ex. expérimentation, étude de cas)
- **Evaluation** : Observer et mesurer à quel point l'artefact soutient la solution. Il s'agit de comparer les objectifs de la solution avec les résultats obtenus par l'utilisation de l'artefact dans la démonstration. Les preuves peuvent être empiriques ou logiques.
- **Communication** : Communiquer le résultat de ses recherches auprès des chercheurs et/ou des professionnels.

Les auteurs précisent que si les étapes sont nominales et séquentielles, une recherche peut débuter à n'importe laquelle des 4 premières étapes et il est possible de revenir sur les étapes précédentes pour travailler la rigueur de la solution a posteriori. Le processus est potentiellement itératif, le chercheur peut décider de revenir à différentes étapes pour améliorer sa recherche selon les résultats obtenus.

Hevner propose 6 étapes similaires, mais les représente par trois cycles : le cycle de la pertinence, le cycle de la rigueur et le cycle du design [Hevner 07].

5.4.3 Synthèse

Ces travaux expliquent comment la recherche en design peut articuler théorie, observation, et itération de design et explicitent les différents apports d'une telle recherche.

Finalement, ces cadres sont très similaires et proposent globalement les mêmes étapes de recherche. La *Design Science Research Methodology* conçue dans l'objectif de devenir la méthodologie standard est une synthèse des cadres et des différentes théories étudiés dans ce chapitre. Ainsi, c'est sur la DSRM que nous nous appuyerons dans le cadre de nos recherches.

Ces étapes de la recherche en design font écho aux étapes du game design identifiées dans le chapitre précédent. Tout d'abord, le domaine d'application est étudié (parts de marché des consoles de jeux, autres jeux du genre, démographie et intérêt des joueurs). Les bases de la conception proviennent des connaissances en théories et méthodes de game design, profils du joueur, et analyses d'autres jeux similaires. L'artefact (ici un jeu) est construit par itération de conception et son évaluation est effectuée régulièrement par des playtests de petites envergures, d'abord pour démontrer que le jeu atteint bien l'expérience de jeu voulue, puis pour améliorer les performances de cette atteinte.

L'étude de terrain est la sortie du jeu. L'analyse des résultats, notamment statistiques (p.ex. nombre d'heures jouées en moyenne) est ensuite ajoutée à la base de connaissances.

Avant la sortie, certains studios font des playtests étendus qui sont des premières études de terrain. Ces playtests, appelés bêta, invitent de nombreux joueurs à installer et tester le

prototype chez eux. Ainsi, les équipes de conception obtiennent de nombreuses observations pour finaliser le jeu.

Nous devons néanmoins souligner une différence notable due à la concurrence industrielle. Même si de nombreux game designers professionnels expliquent leurs méthodes et astuces dans des conférences, des articles sur Internet et des livres, les studios et éditeurs ne partagent que rarement l'entier de leurs bases de connaissances.

Ainsi, si ces méthodes et cadres proposés permettent de conduire des recherches rigoureuses en design, ils sont aussi le modèle principal utilisé pour le game design. Ceci signifie que ces travaux nous permettent à la fois d'articuler nos propres recherches en design tout comme la méthodologie de game design que nous proposons dans le cadre de cette thèse.

Ces cadres et méthodes appuient l'importance d'évaluer les artefacts, mais ne proposent pas de méthode d'évaluation spécifique. Nous étudions dans la section suivante plusieurs propositions de méthodes et critères d'évaluation pour les méthodes de design.

5.5 Méthode d'évaluation des méthodes de conception

Frey et Dym s'inspirent de la recherche médicale et de ses différents niveaux de preuve pour proposer des évaluations similaires pour les méthodes de design [Frey 06].

Une partie de la recherche médicale vise la création de médicaments. Ceux-ci sont une solution à un problème de santé identifié. Comme il n'est pas envisageable de tester directement les différentes solutions sur l'humain, la recherche médicale suit un processus bien défini composé de plusieurs méthodes et niveaux de validation.

Même si les niveaux de preuves ne sont pas les mêmes, il est important pour les progrès scientifiques de communiquer sur chaque étape. Si les résultats d'un essai clinique sont la preuve finale qui autorise la mise sur le marché du médicament, celui-ci est toujours étudié après sa mise sur le marché pour être amélioré, remplacé par un meilleur médicament, ou retiré du marché (p.ex. à cause d'effets secondaires découverts seulement à ce stade).

Frey et Dym proposent pour chaque type de validation existant dans la recherche médicale, un équivalent pour la recherche en design (tableau 5.1).

Recherche médicale	Recherche en design
Essai clinique	Evaluation contrôlée sur le terrain
Expérimentations naturelles	Etudes des pratiques de l'industrie
Expérimentations in vitro	Expérimentation en laboratoire avec sujets humains
Modèle animaux	Simulation détaillée des méthodes de design
Validité par rapport aux théories du domaine	

TABLE 5.1 – Types de preuves inspirées par la recherche médicale (Frey et Dym 2006)

Nous présentons chaque méthode d'évaluation proposées par Frey et Dim, ainsi que leurs principaux arguments concernant leurs avantages, difficultés pratiques et limitations. Nous

présentons aussi des exemples de validations similaires provenant de recherches en méthodes de game design. Finalement, nous présentons des critères généraux d'évaluation des modèles et méthodes de conception.

5.5.1 Évaluation contrôlée sur le terrain

Inspiré par l'essai clinique, l'évaluation contrôlée sur le terrain consiste à comparer en conditions réelles des groupes utilisant la méthode de conception et d'autres ne l'utilisant pas [Frey 06].

Frey et Dim estiment que ce type d'évaluation est inatteignable pour des raisons de coûts, d'acceptation par les entreprises de participer à ce type d'étude et de possibilité d'atteindre un échantillon assez grand pour obtenir des résultats statistiques significatifs.

Les auteurs expliquent qu'une possibilité pourrait être d'étudier des variables de substitution. En effet, lorsqu'il n'est pas possible d'étudier les effets d'un médicament, ce sont d'autres variables qui sont analysées dans une logique de cause à effet.

Les auteurs fournissent un exemple : s'il n'est pas possible d'étudier un médicament qui réduit à long-terme les risques de maladies cardiaques, des variables reconnues pour avoir un effet sur ces maladies sont en substitution (p.ex. baisse du cholestérol dans le sang). Mais les auteurs expliquent que la validation ou la réfutation par variables de substitution peut être un indicateur trompeur de l'efficacité du médicament ou de la méthode.

Dans le cas de méthodes de design, cette problématique est doublée, car l'évaluation de l'impact des jeux est aussi très compliquée [Stokes 15]. En effet, pour valider une méthode de game design pour les jeux thérapeutiques dans l'idéal, il faut faire développer des jeux par différents studios pendant plusieurs années, certains studios utilisant la méthode proposée et d'autres pas, puis évaluer l'efficacité des jeux thérapeutiques produits au travers d'essais cliniques. Ce processus est tellement long que la méthode serait certainement obsolète à cause des progrès technologiques du domaine avant même que son évaluation soit terminée.

De plus, comme soulevé par Frey et Dim, la quantité de variables, notamment les facteurs humains et environnementaux, qui influent sur la conception et le développement d'un jeu, font que l'atteinte d'un résultat valable statistiquement est probablement hors de portée.

Ceci signifie que l'évaluation de méthodes de game design pour les jeux thérapeutiques ne peut avoir pour objectif de prouver que l'utilisation de la méthode mène à de meilleurs jeux thérapeutiques. Ainsi, peu importe le processus d'évaluation, celui-ci ne peut viser que la validation de variables de substitution définies selon les objectifs de la méthode. Ces variables de substitution deviennent donc les métriques d'évaluation de performance de l'artefact. Ce type d'évaluation ne peut donc dans notre cas en aucun cas prouver que les jeux thérapeutiques produits grâce à la méthode sont meilleurs.

5.5.2 Etude des pratiques de l'industrie

Les études des pratiques de l'industrie sont des analyses croisées des études de cas d'utilisation de la méthode mise au point et ne peuvent donc être effectuées que si la méthode est largement adoptée dans la recherche ou l'industrie.

Ce type d'étude est hors de portée pour nos recherches puisqu'elles ne peuvent s'effectuer que sur des méthodes matures et déjà adoptées depuis un certain temps par les professionnels.

5.5.3 Expérimentation en laboratoire avec sujets humains

Frey et Dim expliquent que les expérimentations en laboratoire avec sujets humains sont plus aisées en terme de recrutement de sujets puisque l'acceptation d'une entreprise n'est pas nécessaire, ce sont des individus qui acceptent de participer. Cependant, ces sujets ne sont pas observés en conditions réelles. L'extension des observations en laboratoire vers les pratiques professionnelles reste risquée à cause du rôle de l'environnement dans le design.

Ce type d'expérimentation est applicable pour les méthodes de game design. Par exemple, Marache-Francisco propose des méthodes pour la gamification [Marache-Francisco 14]. Pour leur évaluation, elle définit une variable de substitution : le nombre de techniques de gamification (telles que définies dans sa méthode) intégrées au concept de gamification effectués par les sujets.

Son expérimentation est constituée de deux étapes. Tout d'abord, les sujets obtiennent des informations sur un service pour lequel ils doivent proposer un concept de gamification. Ensuite, pour la seconde étape, les sujets peuvent améliorer leur conception, mais seule la moitié d'entre eux obtient la méthode de conception. L'autre groupe sert de contrôle. Ensuite, Marache-Francisco évalue les différences de progression en terme de quantité de techniques de gamification déployées entre les deux groupes pour évaluer la méthode qu'elle propose.

Cette approche est particulièrement sensée pour des méthodes de game design, c'est la progression de la qualité du design grâce à la méthode qui est intéressante. Sans évaluer la progression, il n'est pas possible de déterminer si le concept est de qualité grâce à la méthode ou grâce à la compétence du game designer. De plus, le groupe contrôle permet de vérifier que cette amélioration ne provient pas du temps supplémentaire octroyé au design.

5.5.4 Simulation détaillée des méthodes de design

La simulation détaillée des méthodes de design peut prendre deux formes selon le type de méthode : simulation informatique ou simulation humaine. Dans ce second cas, un sujet humain effectue le design grâce à la méthode pour évaluer notamment si la méthode est adéquate pour la psychologie et la cognition humaine. Ce type d'expérimentation est habituel dans l'ingénierie où des étudiants sont souvent utilisés pour évaluer les méthodes. Cette approche est très similaire à la démonstration d'efficacité par instanciation.

Dans ce cadre, nous avons trouvé plusieurs exemples de chercheurs qui utilisent leur propre méthode pour la conception d'un ou plusieurs jeux et explicitent les apports de

celles-ci. Par exemple, Benveniste propose un processus et des recommandations pour la conception de jeux thérapeutique (voir chapitre 4) [Benveniste 10a]. Il utilise lui-même sa méthode de conception et documente les apports et résultats de celle-ci dans sa pratique.

Cette démarche est intéressante parce qu'elle permet de proposer une analyse auto-réflexive de l'utilisation de la méthode et d'y apporter des améliorations grâce à cette première itération. Cependant, il est aussi nécessaire de faire utiliser la méthode à d'autres designers, notamment pour vérifier que la méthode est utilisable par des designers qui n'ont pas créé la méthode et doivent apprendre à l'utiliser, mais aussi pour observer comment d'autres designers se l'approprient.

5.5.5 Validité théorique

Finalement, les auteurs expliquent que la validité théorique des méthodes de design est tout autant problématique que la validité théorique des médicaments. En effet, les médicaments sont mis sur le marché dès lors que leur efficacité a été prouvée et sans attendre que cette efficacité ne soit théorisée. Cette efficacité prouvée peut même aller à l'encontre des connaissances actuelles.

Cette validité théorique peut aussi être réfléchi d'une manière différente pour le design, notamment par l'évaluation des méthodes par les professionnels visés afin d'obtenir leur opinion sur la validité théorique, à priori, de la méthode. Par exemple, Le Prado conclue sa thèse par des entretiens avec des experts du domaine au sujet des apports de sa méthode [Le Prado 13]. Marne propose dans sa thèse des design patterns pour les jeux sérieux et les a présenté à des étudiants en game design pour obtenir leurs retours [Marne 14].

5.5.6 Critères d'évaluation des modèles et méthodes de design

March et Smith proposent une liste des critères récurrents d'évaluation des modèles et méthodes dédiés à la conception de système d'information [March 95].

Pour les modèles, March et Smith identifient cinq critères d'évaluation : fidélité avec les phénomènes réels, complétude, niveau de détail, robustesse, et cohérence interne.

Concernant les méthodes, les auteurs considèrent quatre critères d'évaluation : opérationnalité (notamment la capacité des humains à effectivement utiliser la méthode), efficience, généricité, et facilité d'utilisation. Ils ajoutent des critères particulier pour les méthodes de développement : complétude, cohérence, facilité d'utilisation, et qualité des résultats de l'analyste qui utilise la méthode.

La plupart de ces critères sont des qualités principalement explicables d'un point de vue théorique, il faut par exemple montrer que le modèle est complet et fidèle à ce qu'il doit représenter. De plus, pour March et Smith l'évaluation vise uniquement à comparer plusieurs modèles et méthodes, donc ces critères sont surtout applicables pour comparer théoriquement plusieurs modèles et méthodes. En effet, déterminer qu'un modèle est complet dans l'absolu semble très difficile, alors que montrer qu'il est plus complet qu'un autre est beaucoup plus

accessible. Comme nous apportons des modèles et méthodes que nous ne pourrions comparer à d'autres, nous considérons principalement ces critères comme des objectifs pour guider la construction de nos modèles et méthodes.

Pour les méthodes, quelques critères concernent l'utilisation et les performances de l'utilisation : facilité d'utilisation, efficacité et qualité des résultats. Ces critères sont généraux et nécessitent, comme March et Smith le postulent, de définir des métriques et mesures en rapport aux objectifs des méthodes. Les évaluations que nous conduirons viseront à évaluer ce type de critères.

Il est important de finalement rappeler que selon Frey et Dym, la validation de ce type de critères n'implique pas que la méthode soit efficace et leur réfutation n'implique pas non plus que la méthode soit inefficace [Frey 06].

5.5.7 Synthèse

Frey et Dim expliquent pourquoi les études contrôlées sur le terrain sont difficiles voir impossibles à mettre en oeuvre pour les méthodes de conception et proposent d'autres types de validation qui sont plus atteignables tout en expliquant dans quelle mesure les résultats doivent être traités avec précaution.

Nous avons notamment argumenté que les méthodes de game design pour les jeux thérapeutiques ne peuvent être évaluées qu'au travers de variables de substitution, notamment à cause de la difficulté en soit que représente l'évaluation de l'efficacité d'un jeu thérapeutique.

Plusieurs critères d'évaluation ont été proposés par March et Smith. Certains critères, comme la complétude ou la cohérence, servent principalement à comparer théoriquement différents modèles et méthodes, nous nous en servons pour guider la construction de nos modèles et méthodes.

Les autres critères proposés visent à évaluer l'utilisation des méthodes, notamment la facilité d'utilisation, l'efficacité et la qualité des résultats. Ces critères sont génériques et doivent donc être définis spécifiquement selon les objectifs de la méthode. Nous évaluerons nos méthodes au travers de ce type de critères uniquement.

Nous avons présenté plusieurs exemples d'évaluations de méthodes de game design qui nous semblent intéressantes, particulièrement l'étude menée par Marache-Francisco.

En effet, étant donné les difficultés posées par l'évaluation de méthode de design (coûts, durée, faible reproductivité des résultats du design), la démarche la plus pragmatique semble être d'évaluer la progression de qualité du design dû à la méthode.

Pour effectuer ce type d'évaluation, il faut définir des métriques et mesures et prévoir deux temps d'évaluation. Un premier temps durant lequel les deux groupes travaillent sans la méthode, puis un second dans lequel un groupe utilise la méthode, tandis que le groupe contrôle continue le design sans méthode.

5.6 Synthèse

Notre but est d'établir une méthodologie pour les game designers de jeux thérapeutiques. Cependant, les standards de la recherche en design ne sont pas encore établis, notamment pour la construction et l'évaluation des méthodes de conception. De plus, les particularités des méthodes de design compliquent leur évaluation.

Dû à l'absence de cadre établi pour diriger nos recherches, nous avons posé en introduction de ce chapitre plusieurs questions d'ordre méthodologique :

- Par quelle méthode de recherche construire notre méthodologie de game design des jeux thérapeutiques ?
- Quels peuvent être les critères d'évaluation de nos méthodes de conception ?
- Quelles expérimentations permettent d'évaluer nos méthodes de conception ?

Les différents travaux étudiés dans ce chapitre nous permettent de formuler des réponses. La *Design Research Science Methodology* et les autres cadres étudiés nous permettent de définir les étapes principales de nos recherches :

1. Identification du problème et motivation
2. Définition des objectifs de la solution
3. Design et développement
4. Démonstration
5. Évaluation
6. Communication

La pratique du game design dans l'industrie présente de nombreuses similarités avec ces cadres, ils nous permettront donc aussi de structurer la méthodologie de game design que nous proposerons.

Nous avons identifié dans les travaux étudiés plusieurs critères de qualité de la recherche en design : extensibilité des recherches, présentation et fondement du processus de recherche effectué, et équilibre généralité-spécificité des solutions proposées.

Les critères d'évaluation des méthodes sont généraux : facilité d'utilisation, efficacité, et qualité des résultats (attribuable à l'utilisation de la méthode). Nous devons donc définir nos métriques et mesures selon les objectifs de nos méthodes.

Finalement, nous avons étudié comment évaluer nos modèles et méthodes. Il est nécessaire de séparer la démonstration de l'évaluation. Tout d'abord, les études de cas et les instantiations servent à démontrer que les modèles et méthodes peuvent atteindre leur objectif. Ensuite, nous pourrions évaluer les performances de nos méthodes en suivant un protocole similaire à celui de Marache-Francisco. Les points-clés de ce protocole sont : définition d'une métrique et d'une mesure, expérimentation contrôlée en laboratoire en deux phases, comparaison entre le groupe avec méthode et le groupe contrôle.

Deuxième partie
Problématique

Chapitre 6

Définir et classier le jeu thérapeutique

6.1 Introduction

Avant de présenter en détail notre problématique, nous approfondissons l'étude des jeux thérapeutiques, d'une part théoriquement en proposant une définition et une classification, et d'autre part, au travers de l'analyse réflexive de notre expérience sur le *Le Village aux Oiseaux* (chapitre 7).

Dans le chapitre 3, nous avons identifié que le jeu thérapeutique n'était pas encore bien défini et qu'aucune classification précise n'avait été proposée. Nous avons aussi constaté que le jeu thérapeutique n'avait pas de place particulière dans les jeux santé et pouvait être classé dans plusieurs catégories étant donné les classifications existantes.

Afin de distinguer les jeux thérapeutiques dans l'espace des jeux santé, nous commençons par définir le jeu thérapeutique, puis présentons brièvement une nouvelle classification des jeux santé¹. Cette classification vise à donner une place spécifique aux jeux thérapeutiques pour lesquels nous proposons ensuite aussi une classification.

Ces constructions sont nécessaires pour faciliter le travail du game designer. En effet, nous avons pu voir dans le chapitre 1 que les jeux vidéo étaient classés par genre. Un genre définit certains des éléments fondamentaux du jeu, dont essentiellement son gameplay, ce qui est une information cruciale pour le game designer. De plus, les genres définissent différents codes sur lesquels le game designer peut appuyer sa conception. Aussi, une telle organisation permet au game designer de facilement identifier des jeux similaires pour les analyser et s'en inspirer. Nous proposons donc des classifications du jeu santé et du jeu thérapeutique qui remplissent cet objectif auprès des game designers.

Pour effectuer ce travail, nous nous appuyons sur les critères proposés par les taxonomies et sur certaines catégories issues des classifications. Tout d'abord, nous proposons notre définition du jeu thérapeutique, puis présentons notre classification du jeu santé et du jeu

1. La classification des jeux santé est présentée en détails en annexe A.1

thérapeutique.

Finalement, nous proposons une brève analyse des principales différences entre les catégories de jeux thérapeutiques et ce que ces différences impliquent pour leur conception.

6.2 Une définition du jeu thérapeutique

L'élément le plus important à établir dans la définition du jeu thérapeutique est la nature exacte de son utilité. Cependant, thérapeutique peut être un substantif ou un adjectif et les définitions sont différentes.

Le Larousse définit la thérapeutique ainsi : « *Partie de la médecine qui s'occupe des moyens - médicamenteux, chirurgicaux ou autres - propres à guérir ou à soulager les maladies.* », et l'adjectif thérapeutique : « *Manière choisie de traiter une maladie ; traitement, thérapie.* » [Larousse 14]. Si le substantif représente une branche de la médecine, l'adjectif lui concerne la mise en œuvre du traitement sur un patient. Les définitions des termes anglais trouvées sur le Oxford Online Dictionary sont similaires et proposent cette même distinction²[Oxford 14].

Cette différenciation entre l'adjectif et le substantif explique pourquoi les taxonomies ne proposent pas un espace de classification précis pour les jeux thérapeutiques tels que nous les avons définis. Certaines classifications proposent un point de vue plus large sur cette fonction en y incluant la thérapeutique dans son ensemble, alors que nos travaux sont concentrés sur les jeux qui sont utilisés dans les traitements, font parti ou sont une thérapie. Ainsi pour nos recherches, nous retenons la définition du terme thérapie (substantif) du McGraw-Hill Concise Dictionary of Modern Medicine : « *Un terme général pour toute forme de gestion d'une condition particulière ; traitement dont l'effet prévu et attendu est de soulager une maladie ou un désordre ; toutes techniques de rétablissement, qui peuvent être médical, psychiatrique ou psychologique.* »³[McGraw 02].

Cette définition est la plus précise et nous apporte plus d'informations sur ce qu'on peut attendre d'un jeu thérapeutique par exemple, n'importe quel moyen peut être thérapeutique, la condition est que ce moyen produise un effet bénéfique sur la condition médicale particulière ciblée. Ceci délimite les jeux thérapeutiques comme étant destinés au patient pour lequel cet effet est bénéfique sur sa condition médicale. De plus, cet effet est attendu ce qui signifie d'une part que la condition médicale du patient peut bénéficier de cet effet et d'autre part que l'effet en question est attesté médicalement, donc qu'une validation préalable de la valeur thérapeutique existe. Ainsi, la validation médicale du jeu thérapeutique est un aspect crucial de nos méthodes de conception.

Pour l'évaluation d'un jeu thérapeutique, l'autre aspect important est la qualité de

2. Therapeutics : The branch of medicine concerned with the treatment of disease and the action of remedial agents. Therapeutic : Administered or applied for reasons of health.

3. A general term for any form of management of a particular condition ; treatment intended and expected to alleviate a disease or disorder ; any technique of recovery, which may be medical, psychiatric, or psychological.

l'expérience de jeu, et notamment la motivation que celle-ci peut créer chez le patient. En effet, de nombreux jeux thérapeutiques doivent être joués souvent et longtemps pour produire leur effet thérapeutique, et dans ces cas, l'objectif est aussi de motiver le joueur à continuer de jouer pour la durée du protocole thérapeutique prévu [Howell 05, Kato 08, Benveniste 10a, Burke 09]. Ainsi, si nous devons définir très brièvement ce qu'est un bon jeu thérapeutique sur la base de critères simples, nous pourrions en retenir seulement deux qui permettent de cristalliser l'objectif d'un jeu thérapeutique : **efficacité thérapeutique** et **qualité de l'expérience de jeu**. Il s'agit donc de toujours évaluer un jeu thérapeutique, d'une part sur l'efficacité de son effet thérapeutique recherché et d'autre part sur sa qualité de divertissement, notamment de la motivation qu'il permet de générer chez le patient. Ces deux critères mettent en exergue la nature double des jeux thérapeutiques. Celle-ci est du même ordre que celle des autres types de jeux utiles et implique les mêmes difficultés reconnues de conception, comme l'équilibrage entre ces deux objectifs [Huynh-Kim-Bang 10, Marne 11].

Sur la base de ces travaux, nous avons établi une définition des jeux thérapeutiques qui précise la nature de l'utilité et appuie l'importance de la validité médicale.

- **Un jeu thérapeutique est un dispositif interactif et ludique qui, en interaction avec un patient, produit une expérience de jeu et un effet thérapeutique, attendu, direct, et mesurable sur la condition médicale du patient. Cet effet peut être de soigner, soulager, ou améliorer la condition médicale du patient**

Dans les sections suivantes, nous présentons nos classifications du jeu santé et du jeu thérapeutique.

6.3 Classification des jeux santé et particularité des jeux thérapeutiques

Nous résumons ici brièvement notre classification des jeux santé et expliquons les particularités des jeux thérapeutiques dans cet ensemble. La présentation détaillée de la construction et de la classification est disponible en annexe A.1.

Notre classification des jeux santé concerne les jeux ayant un effet sur la santé, la santé étant définie par l'Organisation Mondiale de la Santé comme suit : « *La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.* » [OMS a].

Cet effet sur la santé n'est pas nécessairement produit directement par la pratique du jeu santé, mais réfléchi plus globalement. Par exemple, un jeu formant aux gestes de premiers secours permet à terme une meilleure prise en charge citoyenne des urgences médicales et donc d'augmenter la probabilité de survie d'une personne ayant, par exemple, un malaise cardiaque.

Sous cet angle, la santé est entendue comme une probabilité de survie et de nombreux jeux peuvent avoir indirectement un effet positif sur cette probabilité, par exemple les jeux pour la recherche scientifique aidant à la création de nouveaux médicaments. Outre la possibilité de

survie, les jeux santé peuvent viser par exemple l'augmentation du bien-être de la personne, la formation du personnel santé, ou la prévention des maladies et des accidents.

Dans le chapitre 3, nous avons présenté plusieurs classifications du jeu santé [Sawyer 08, Alvarez 08, Gamberini 08, Rahmani 12]. Pour la construction de notre classification, nous avons analysé ces travaux et en avons extrait trois critères de classification : *public joueur*, *public bénéficiaire* et *utilité directe*. En effet, le public joueur n'est pas forcément celui qui obtient *in fine* le bénéfice santé du jeu, par exemple dans les jeux de formation aux gestes de premiers secours, c'est la personne sauvée par le joueur qui aura bénéficié de l'effet santé du jeu. Les publics identifiés sont : le patient, l'entourage du patient, les professionnels santé, les chercheurs et le grand public.

Nous avons aussi identifié quatre utilités génériques : former, modifier le comportement, soigner, obtenir des données.

Avec nos critères, nous avons effectué une analyse systématique sur une centaine de jeux santé provenant du site de classification de jeux utiles serious game classification [Ludoscience]. Nous avons recherché les jeux dédiés au marché de la santé et avons exclu ceux qui n'entraient pas dans la définition du jeu pour la santé, notamment les jeux publicitaires. Nous avons analysé les jeux les plus récents, la période s'étend de 2009 à 2014, ce qui montre, une fois encore l'intérêt de plus en plus élevé pour ce domaine par les industriels comme les chercheurs.

Au travers de cette analyse, nous avons identifié sept catégories principales de jeux santé :

- Jeux pour diagnostiquer
- Jeux pour apprendre à gérer sa condition médicale
- Jeux pour s'adapter à la condition médicale d'un proche
- Jeux pour former les professionnels santé
- Jeux pour faciliter la recherche médicale
- Jeux pour prévenir (prévention santé)
- Jeux pour soigner (jeux thérapeutiques)

Ces catégories devraient permettre à un game designer de rapidement comprendre l'objectif utile à atteindre, mais aussi à trouver des jeux similaires pour les étudier. Comme cette thèse porte sur les jeux thérapeutiques, cette présentation de classification des jeux santé est résumée ici uniquement pour différencier les jeux thérapeutiques des autres jeux santé.

En effet, les jeux thérapeutiques présentent deux particularités. L'effet positif sur la santé provient directement de la pratique du jeu, et le joueur et le bénéficiaire sont la même personne. Cette personne est un patient, sous-entendu, une personne dont la condition médicale particulière nécessite qu'un protocole thérapeutique soit mis en place.

La classification du jeu santé est exposée en détails dans l'annexe A.1, nous y expliquons chaque catégorie avec des exemples de jeux. Dans la section suivante, nous présentons en détails notre proposition de classification des jeux thérapeutiques.

6.4 Proposition de classification des jeux thérapeutiques

Notre classification des jeux santé donne une place précise et unique aux jeux thérapeutiques dans cet ensemble. Il s'agit des jeux qui, selon notre définition, permettent de soigner, améliorer, stabiliser, ou soulager une condition médicale particulière chez un patient.

Nous pensons que le critère de classification le plus fondamental des jeux thérapeutiques est le type de capacités ou de fonctions visées par la thérapie.

Nos analyses des classifications des jeux santé et des jeux thérapeutiques existants ont révélé quatre groupes de capacités que peuvent viser les jeux thérapeutiques :

- Jeux thérapeutiques visant l'état psychologique
- Jeux thérapeutiques visant des fonctions perceptives
- Jeux thérapeutiques visant des fonctions cognitives
- Jeux thérapeutiques visant des fonctions motrices

En effet, le coeur de fonctionnement d'un jeu est son gameplay, car sa boucle définit la manière dont le joueur interagit avec le jeu. Le gameplay, par sa nature, mobilise différentes capacités du joueur. Notre classification permet d'indiquer au game designer quelles sont les effets que le gameplay qu'il conçoit doit produire, mais pas forcément quelles capacités le gameplay doit mobiliser.

En effet, c'est selon les objectifs exacts de la thérapie que le game designer pourra définir quelles capacités du patient son gameplay doit mobiliser et de quelle manière.

D'une part, certaines fonctions, dont notamment les réseaux attentionnels, sont transversales et peuvent donc être mobilisée pour atteindre différents objectifs thérapeutiques. Par exemple, le Village aux Oiseaux (cognitif) mobilise les réseaux attentionnels dans le but de les améliorer et de conséquemment améliorer le fonctionnement cognitif global du patient, tandis que Snow World (perceptif) surcharge les réseaux attentionnels pour modifier la perception de la douleur du patient et donc le soulager.

D'autre part, il est souvent possible de viser une amélioration de manière détournée. Par exemple, des exercices physiques, donc une activité motrice, peuvent être utilisés pour diminuer les symptômes de la dépression [Blumenthal 99].

Nous pensons néanmoins qu'il est plus pertinent de catégoriser les jeux thérapeutiques selon leur finalité et non le moyen utilisé. De cette manière, pour un objectif thérapeutique donné, le game designer peut analyser les différents jeux visant un groupe de fonction similaire et analyser les différentes stratégies employées pour atteindre cet objectif.

6.4.1 Jeux thérapeutiques visant l'état psychologique

Les jeux thérapeutiques psychologiques s'attaquent à des problèmes comme les phobies, le stress post-traumatique, l'anxiété chronique, ou les dépressions.

Pour exemple, des jeux en réalité virtuelle ont été utilisés pour diminuer le stress post-traumatique de soldats revenant de la guerre en Irak (figure 6.1) [Rizzo 10, Gerardi 08, Rizzo 09] ou pour les personnes ayant assisté au 11 septembre 2001 [Difede 02]. *Sparx* per-



FIGURE 6.1 – Virtual Irak : jeu pour soigner le stress post-traumatique de soldats revenus de la guerre en Irak

met de diminuer les symptômes de la dépression légère ou moyenne [Merry 12]. *Treasure Hunt* est un jeu de support pour les psychothérapie de gestion de la colère pour les enfants [Brezinka 08].

Benveniste utilise des jeux thérapeutiques axés sur des principes de musicothérapie pour améliorer l'estime de soi de seniors souffrant de la maladie d'Alzheimer [Benveniste 09, Benveniste 10b, Benveniste 10a].

D'autres jeux visent davantage un soulagement temporaire. Par exemple, *Isla Calma* est un jeu pour diminuer l'anxiété du patient avant une intervention dentaire [Diaz-Orueta 12]. Les chercheurs ont démontré qu'*Isla Calma* avait par exemple modifié positivement la perception du temps d'intervention chez les patients ayant joué, ceux-ci pensaient que l'intervention avait duré moins longtemps que ceux n'ayant pas joué.

Une autre utilité des jeux visant l'état psychologique concerne le bien-être social. Par exemple, l'installation numérique *Fenêtre sur chambre* vise à diminuer l'isolement social dû aux hospitalisations [Ensad].

6.4.2 Jeux thérapeutiques visant des fonctions perceptives

De nombreux jeux visent à soulager les patients en altérant leur perception de la douleur. Par exemple, Hoffman et al ont démontré que *Snow World*, un jeu en réalité virtuelle, permet de diminuer la douleur perçue chez des patients gravement brûlés [Hoffman 00].

Les jeux thérapeutiques visant l'amélioration des fonctions perceptives sont encore peu nombreux. Tout récemment, Ubisoft et l'Université McGill se sont associés pour créer un jeu visant le syndrome de l'œil paresseux (ou amblyopie) (6.2) [Amblyotech 15].

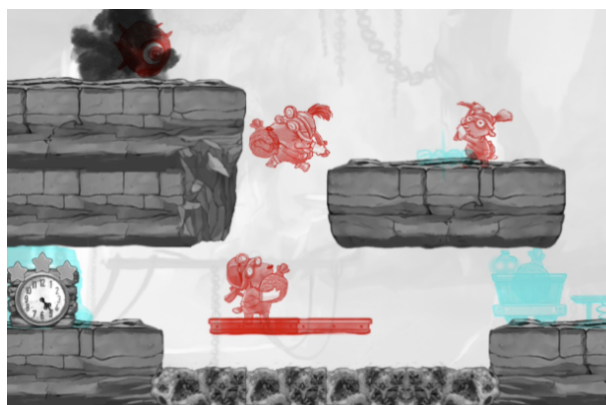


FIGURE 6.2 – Dig Rush jouer avec lunettes de stéréoscopie pour entraîner l’œil paresseux

6.4.3 Jeux thérapeutiques visant des fonctions cognitives

Les jeux thérapeutiques visant les facultés cognitives peuvent entraîner par exemple l’attention, la mémoire, ou l’orientation dans l’espace [Feng 08].

Le Village aux Oiseaux sur lequel nous avons travaillé et dont nous parlerons plus en détails par la suite, a pour objectif d’améliorer les fonctions cognitives de seniors souffrant de la maladie d’Alzheimer en stimulant leurs réseaux attentionnels [Mader 12b]. *Let’s face it* entraîne les enfants autistes à reconnaître les expressions faciales [Wolf 08]. *Braingame Brian* est dédié aux enfants ayant des troubles de l’attention / hyperactivité [Prins 13].

En 2013, Anguera et al. ont publié dans le journal *Nature* une évaluation démontrant que leur jeu *NeuroRacer* atteignait les objectifs d’entraînement cognitif pour lesquels il avait été conçu. Leur évaluation se concentre sur les améliorations de performances de multi-tâche chez des seniors et sur la capacité du jeu à évaluer correctement le niveau de performance du joueur [Anguera 13]. En particulier, jouer à *NeuroRacer* a amené les seniors à des niveaux de performances supérieurs à ceux de sujets d’une vingtaine d’années (groupe contrôle sans entraînement cognitif) et les bénéfices de performance étaient toujours très élevés six mois après l’intervention.

Aussi, de nombreux chercheurs ont étudié les bénéfices cognitifs de nombreux jeux, par exemple *World of Warcraft* sur les capacités cognitives des seniors [Whitlock 12], et l’utilisation de *Dance Dance Revolution* pour améliorer la lecture chez des enfants ayant des troubles déficitaires de l’attention avec ou sans hyperactivité [McGraw 05].

6.4.4 Jeux thérapeutiques visant des fonctions motrices

Les jeux thérapeutiques visant des fonctions motrices ont pour objectif d’entraîner le corps, par exemple la force, la souplesse ou l’endurance, ou des fonctions plus cognitives de la motricité comme la proprioception, la finesse de mouvement, l’équilibre ou la coordination œil-main.

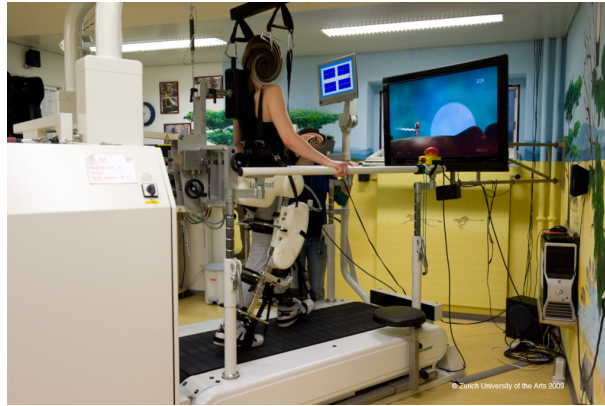


FIGURE 6.3 – Gabarello : jeu pour rééduquer les membres inférieurs

Gabarello (figure 6.3) propose une thérapie motrice pour des enfant dont les facultés motrices des membres inférieurs ont été endommagées [ZhDk 11, Gotz 11]. Le patient est installé dans un robot de rééducation orthopédique qui force la marche sur un tapis roulant. Si le patient participe au mouvement, la rééducation est plus efficace. Ainsi, *Gabarello* est un jeu de plateforme très simple se servant du robot de rééducation comme d'une manette de jeu. Ainsi, lorsque le patient participe au mouvement, le personnage accélère et saute pour attraper des orbes lumineuses.

Les jeux de rééducation motrice visent souvent les réhabilitations post-AVC (accident vasculaire cérébral) [Burke 09, Burke 10, Gouaich 12, Loreto 10]. D'une part parce que l'intensité de l'entraînement juste après l'accident est un facteur crucial pour l'efficacité thérapeutique, et d'autre part parce que les exercices existants sont très répétitifs et ennuyeux.

Dance Town, inspiré du jeu *Dance Dance Revolution*, permet d'améliorer l'équilibre de seniors pour prévenir les risques de chutes [Studenski 10].

Les jeux de divertissement de type *exergame* ou *motion-gaming* sont parfois utilisés, par exemple *WiiSport* (Nintendo) [Deutsch 08] ou *Dance Dance Revolution* (Konami) [Lu 13].

6.5 Jeux thérapeutiques : challenge, game world, et interactions sociales

Les jeux thérapeutiques peuvent être analysés sous le prisme des trois aspects fondamentaux des jeux : challenge, *game world*, et interactions sociales tels que définis dans le chapitre 1. En effet, comme les jeux thérapeutiques présentés en exemple ne reposent pas sur les mêmes principes thérapeutiques, ils ne s'appuient donc pas tous sur les mêmes aspects du jeu vidéo. Au-delà de ces trois aspects, le gameplay est toujours important dans les jeux thérapeutiques puisqu'il recouvre toutes les interactions du joueur, pour les challenges et avec le *game world* et les autres joueurs.

Dans de nombreux jeux thérapeutique, la notion de challenge est fondamentale, notam-

ment lorsque l'objectif est d'entraîner ou stimuler des fonctions abîmées pour les améliorer. En game design, ceci se traduit principalement dans la conception des challenges et dans la calibration de la courbe de difficulté des challenges.

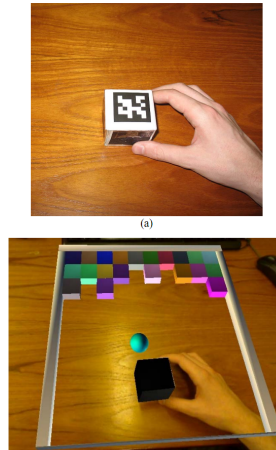


FIGURE 6.4 – Brick 'a' break : jeu pour rééduquer les membres supérieurs après un AVC

Si cette approche de challenge paraît évidente pour les jeux visant les fonctions perceptives, cognitives et motrices, elle l'est moins pour les jeux visant la psychologie. Pourtant, de nombreuses thérapies d'exposition reposent sur une progression de la difficulté. Par exemple, commencer par contenir sa peur en étant situé à cinq mètres d'une petite araignée jusqu'à pouvoir virtuellement caresser une mygale.

Les challenges et le gameplay ne sont pas les seuls aspects des jeux dont le design a une importance pour la thérapie. Le *game world* joue un rôle dans les thérapies d'exposition par le choix des représentations : araignée pour l'arachnophobie, guerre en Irak pour le stress post-traumatique. Enfin, les interactions sociales sont souvent au centre des jeux visant le bien-être social. Dans ce cas, le gameplay doit permettre des interactions intéressantes entre les joueurs.

Nous avons longuement étudié les facteurs de motivation des jeux, car il s'agit d'un enjeu régulièrement soulevé dans le domaine des jeux thérapeutiques. En effet, certains protocoles thérapeutiques sont longs, puisqu'il s'agit, par exemple, d'effectuer de nombreuses fois des mouvements pour rééduquer un membre. L'adhérence des patients à ce type de protocole est reconnue comme problématique, étant donné que les exercices sont souvent pénibles et répétitifs, les patients s'ennuient et ne sont pas assez assidus, lorsqu'ils n'abandonnent pas complètement le protocole [Benveniste 10a, Burke 09, Burke 10].

La gestion de la motivation est donc un enjeu crucial pour les jeux thérapeutiques au long protocole, lorsque le patient doit jouer régulièrement pendant plusieurs semaines, voir plusieurs mois. Dans ces cas, le game designer peut s'appuyer à la fois sur les challenges, le *game world*, et les interactions sociales pour maximiser la motivation du patient.

Cependant, tous les jeux thérapeutiques ne requièrent pas de maximiser la motivation du patient, certains jeux thérapeutiques sont utilisés ponctuellement et d'autres nécessitent

d’être joués seulement quelques heures pour produire leurs effets thérapeutiques.



FIGURE 6.5 – Snow World : un jeu pour gérer la douleur des grands brûlés

Les jeux thérapeutiques qui sont utilisés ponctuellement visent en général un soulagement temporaire, par exemple diminuer la douleur ou l’anxiété. L’un des enjeux essentiel de ces jeux consiste à détourner l’attention du patient vers le monde virtuel afin de lui faire oublier la vie réelle. Ce qui fonctionne dans *Snow World* (figure 6.5) est le fait que le jeu surcharge les capacités attentionnelles du patient, de telle manière à ce que les signaux de douleurs ne soient pas traités [Hoffman 00]. Dans *Isla Calma*, ce sont les attributs calmants du jeu, notamment le *game world* et le type de gameplay, qui permettent de relaxer le patient et diminuer son anxiété [Diaz-Orueta 12].

Ceci signifie donc que l’expérience de jeu idéale d’un jeu thérapeutique n’est pas uniquement de maximiser la motivation du patient, elle peut servir les objectifs thérapeutiques, par exemple la relaxation.

En conséquences, selon les jeux thérapeutiques, le design des challenges, du *game world* et des interactions sociales répond à différents objectifs thérapeutiques ou d’expérience de jeu que le game designer doit commencer par définir avec l’expert santé. Si l’importance des challenges, du *game world*, et des interactions sociales est variable selon les jeux thérapeutiques, le gameplay est toujours important à la fois pour l’expérience de jeu et pour l’efficacité thérapeutique. En effet, le design du gameplay définit de manière générale comment le patient interagit avec le jeu, donc toutes les interactions avec les challenges, le *game world* et les autres joueurs.

6.6 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons défini le jeu thérapeutique, proposé une nouvelle classification du jeu santé, ainsi qu’une classification du jeu thérapeutique.

En nous basant sur la définition de la thérapie du McGraw-Hill Concise Dictionary of Modern Medicine, nous avons défini le jeu thérapeutique :

- un dispositif interactif et ludique qui, en interaction avec un patient, produit une expérience de jeu et un effet thérapeutique, attendu, direct, et mesurable sur la condition médicale du patient. Cet effet peut être de soigner, soulager, ou améliorer la condition médicale du patient.

Cette définition permet de clarifier l'objectif d'un tel jeu, mais aussi d'appuyer l'importance de la validité médicale de celui-ci, notamment le fait que la prescription du jeu se base sur des preuves de son efficacité.

Nous avons ensuite construit une nouvelle classification du jeu santé composé de sept catégories, dont une pour les jeux thérapeutiques. Ces derniers sont ensuite classifiés selon les fonctions qu'ils visent (voir figure 6.6)

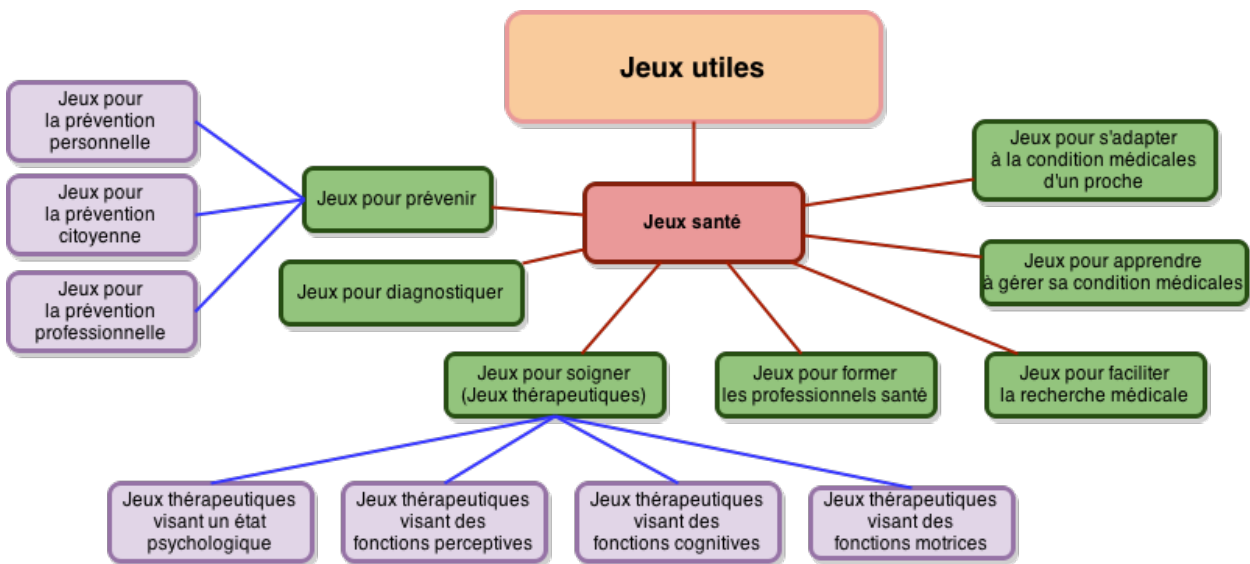


FIGURE 6.6 – Arbre des catégories du jeu santé et des jeux thérapeutiques

En outre de ces catégories, il est important de distinguer les jeux thérapeutiques qui ne sont joués que ponctuellement ou quelques fois de ceux qui nécessitent une pratique régulière pendant plusieurs semaines pour produire leurs effets.

Les jeux thérapeutiques utilisés ponctuellement visent en général à soulager temporairement le patient, par exemple en diminuant sa perception de la douleur ou son anxiété.

En conséquence, maximiser la motivation long-terme du patient n'est pas un objectif général des jeux thérapeutiques, mais seulement de ceux qui nécessitent une pratique régulière pendant longtemps. Ainsi, nous considérons que les aspects ludiques des jeux thérapeutiques visent à produire une expérience de jeu intéressante afin de ne pas limiter leur importance à la gestion de la motivation.

Selon les jeux thérapeutiques, les challenges, le *game world*, et les interactions sociales ont différents degrés d'importance pour l'effet thérapeutique ou pour l'expérience de jeu. D'une manière générale, le gameplay, parce qu'il définit comment le patient interagit avec le jeu, a

toujours une importance élevée à la fois pour l'efficacité thérapeutique et pour l'expérience de jeu. Nous parlerons donc dorénavant de gameplay thérapeutique.

Nous présentons dans le chapitre suivant les problèmes de design des jeux thérapeutiques et expliquons s'ils s'appliquent à tout ou partie de ces types de jeux thérapeutiques.

Chapitre 7

Identification des problèmes de design spécifiques aux jeux thérapeutiques

7.1 Introduction

Comme expliqué en introduction de cette thèse, nous n'avons pas trouvé de méthode pour guider le game design du *Village aux Oiseaux*. Nous avons donc improvisé au fur et à mesure de la conception. Nous présentons ici les difficultés majeures auxquelles nous avons été confrontés et comment nous les avons abordées. En l'absence d'évaluation sur le prototype du *Village aux Oiseaux*, nous ne pouvons affirmer que nos approches étaient pertinentes, nous les présentons à titre d'exemple et avant tout pour mettre en évidence les problèmes qui leur sont liés.

En parallèle de ce travail de thèse nous avons été impliqués sur de nombreux projets concernant les jeux utiles, que ce soit en organisant des *game jams* de jeux utiles (Jam Today) ou directement en tant que game designer sur des projets très différents. Nous avons, par exemple, travaillé sur un jeu pour la recherche scientifique en bio-informatique (UDock¹), un jeu pour l'orientation professionnelle (Jeu Serai) et un newsgame sur la corruption (L'intermédiaire, le jeu²). Participer à ces projets nous a aidé à cerner clairement quelles étaient les difficultés générales de conception de jeux utiles et celles qui étaient spécifiques à notre expérience sur le *Village aux Oiseaux*.

Les deux tâches de game design les plus complexes du projet concernaient le gameplay thérapeutique et la gestion de la motivation du patient. De ces deux difficultés, de nombreux sous-problèmes ont émergé, certains étant aussi des problèmes à part entière ayant une implication sur d'autres aspects du game design.

Parmi ces difficultés, le manque de connaissances médicales était le problème le plus transversal. En effet, nous avons peu de connaissances sur le fonctionnement de l'attention et sur l'état des patients, alors que ces informations sont à la fois importantes pour le design

1. <http://udock.fr/>

2. <http://future.arte.tv/fr/sujet/lintermediaire>

d'un gameplay motivant et thérapeutique, mais aussi plus simplement pour l'accessibilité de ce même gameplay. De plus, ce manque de connaissances médicales rend l'obtention d'informations précises compliquée, notamment lors des échanges avec les experts santé. En effet, ceux-ci n'étant pas des experts du jeu, ils ne peuvent pas savoir quelles sont les informations importantes pour la conception d'un jeu, et à l'inverse, n'étant pas un expert santé, nous ne savions quelles informations pouvaient nous manquer.

Dans ce chapitre, nous analysons notre expérience de game designer sur le projet de jeu thérapeutique *le Village aux Oiseaux* pour mettre en évidence les difficultés auxquels nous avons été confrontés. Nous discutons chacune des difficultés identifiées pour vérifier qu'elles sont bien spécifiques aux jeux thérapeutiques, mais aussi générales à de nombreux jeux thérapeutiques.

Nous commençons par rappeler les objectifs fondamentaux du game design de jeux thérapeutiques. Ensuite, nous expliquons les difficultés particulières à la conception du gameplay thérapeutique et à la gestion de la motivation du patient. Ensuite, nous expliquons les difficultés concernant l'obtention d'informations médicales, principalement nos démarches pour obtenir des informations sur les patients et les échanges avec les experts santé.

Finalement, le manque de méthodes et l'impossibilité d'effectuer régulièrement des évaluations auprès de patient étaient des difficultés renforçant la plupart des problèmes mis en évidence dans ce chapitre. Ces problèmes sont abordés en filigrane de tous les autres, nous explicitons donc les enjeux liés à cet aspect méthodologique en fin de chapitre.

7.2 Objectifs du game design de jeux thérapeutiques

Pour déterminer quels sont les problèmes fondamentaux de conception des jeux thérapeutiques, il est nécessaire de revenir aux objectifs fondamentaux du design. Le game designer de jeux thérapeutiques doit proposer un concept de jeu à la fois motivant, efficace sur le plan thérapeutique et accessible.

Nous avons identifié dans notre classification des jeux thérapeutiques que les effets thérapeutiques proviennent toujours au minimum partiellement du gameplay. Mais comme le gameplay est un facteur central de la motivation, il doit aussi être amusant et motivant pour le patient. Plus particulièrement, la difficulté du gameplay doit être adaptée aux capacités du patient, à la fois pour l'efficacité thérapeutique et pour la motivation du patient.

Ainsi, le design du gameplay est particulièrement contraint. Au sein du même gameplay cohabitent des mécaniques ludiques qui servent uniquement la motivation et des mécaniques thérapeutiques. La distinction entre ces deux aspects n'est pas simple comme nous l'expliquerons au travers de l'exemple du *Village aux Oiseaux*.

Nous pouvons donc rationaliser que dans l'idéal, un jeu thérapeutique doit être :

- efficace sur le plan thérapeutique
- motivant

Lorsque le gameplay est efficace sur le plan thérapeutique et motivant, le game designer doit aussi veiller à ce que les autres aspects des challenges, du *game world* et des interac-

tions sociales soient conçus pour alimenter ces deux objectifs. Nous verrons dans la section suivante que les autres difficultés identifiées émergent de ces deux objectifs fondamentaux de conception.

7.3 Postulats de départ du Village aux Oiseaux

Le *Village aux Oiseaux* (figure 7.1) est un projet de jeu thérapeutique qui a pour but de stimuler l'attention de seniors souffrant de la maladie d'Alzheimer. Le projet se basait sur plusieurs postulats définis au démarrage du projet et donc antécédents à notre arrivée.

Premier postulat : les réseaux attentionnels sont centraux dans la cognition, les entraîner permet d'améliorer le niveau de fonctionnement cognitif général de l'individu, donc ici de ralentir les effets de la progression de la maladie.

Second postulat : les réseaux attentionnels sont comme un muscle, donc les mobiliser permet d'augmenter les capacités attentionnelles des patients.

Troisième postulat : les jeux de tir en vue subjective permettent d'améliorer certaines fonctions de l'attention [Green 03]. L'objectif est donc de concevoir un jeu de tir en vue subjective adapté aux seniors souffrant de la maladie d'Alzheimer.

Quatrième postulat : en général, les seniors ne sont pas capables de déplacer un avatar dans un monde virtuel en 3 dimensions, le *Village aux Oiseaux* est donc un *rail shooter*. Les *rails shooters* sont un sous-genre des jeux de tir en vue subjective dans lequel le personnage se déplace automatiquement, comme s'il était dans le chariot d'une maison hantée de fête foraine par exemple.

Ni nous, ni les experts santé n'ont remis en question ces postulats pendant la conception.



FIGURE 7.1 – Le Village aux Oiseaux

7.4 Gameplay thérapeutique

Dans ce projet, le gameplay était défini par les postulats de départ du projet, les difficultés ne résidaient pas dans la sélection ou la création d'un gameplay thérapeutique, mais dans le design précis de ce gameplay. En effet, en game design, le choix d'un genre de jeu définit les bases du gameplay, mais les détails de ce gameplay doivent ensuite être définis.

Par exemple, dans un jeu de tir, le genre définit que le gameplay principal consiste à tirer sur des cibles. Le game designer définit ensuite le type d'arme, leur fonctionnement, le comportement des ennemis et beaucoup d'autres choses qui font que deux jeux de tir peuvent être des expériences complètement différentes. Même la réussite du joueur ne dépend pas forcément des mêmes critères, dans certains jeux de tir, savoir se positionner stratégiquement a plus d'importance que viser précisément et rapidement les cibles.

Ainsi, sur les bases du genre *rail shooter*, nous devons définir en détails le fonctionnement du gameplay pour qu'il produise l'effet thérapeutique et soit amusant pour le patient.

En effet, notre quatrième postulat était que le *Village aux Oiseaux* serait un *rail shooter*, alors que les études sur lesquelles nous fondions le projet concernait des jeux de tir en vue subjective dans lesquels le joueur déplace lui-même son avatar.

Nous n'étions cependant pas inquiets de l'effet de cette altération du gameplay pour l'efficacité thérapeutique car nous fondions nos réflexions sur un outil de diagnostic de l'attention.

Nous présentons tout d'abord l'outil de diagnostic de l'attention qui a servi d'inspiration pour une partie du game design du *Village aux Oiseaux*, puis expliquons des aspects plus concrets de la conception du gameplay au travers du système d'adaptation dynamique de la difficulté.

7.4.1 Attentional Network Test

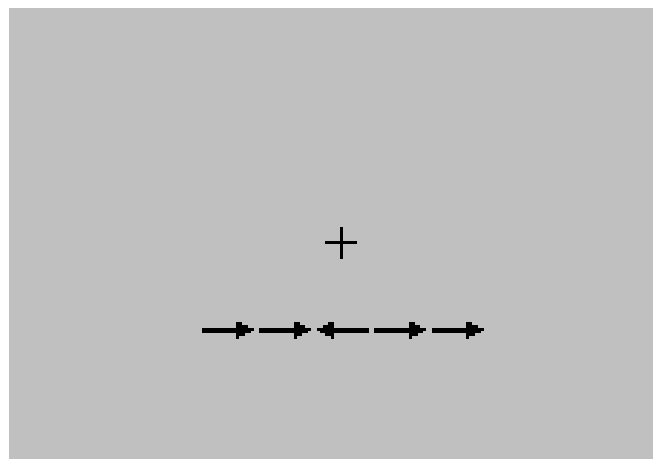


FIGURE 7.2 – Capture écran de l'ANT

L'ANT (figure 7.2) permet d'évaluer l'état de certains réseaux attentionnels (alerte, orien-

tation de l'attention, inhibition) au travers d'une tâche simple.

Le sujet doit fixer une croix au centre de l'écran. Ensuite, une flèche apparaît au-dessus ou en-dessous de la croix de fixation, le sujet doit indiquer la direction pointée par cette flèche à l'aide de deux touches (gauche, droite). Cette tâche varie pour évaluer les différents aspects de l'attention :

- alerte sonore avant l'apparition de la flèche et de l'indice visuel
- indice visuel (au-dessus, en-dessous, ou les deux à la fois) pour fixer l'attention du sujet à un endroit de l'écran avant l'apparition de la flèche
- deux flèches à gauche et à droite apparaissent en même temps que la flèche cible

L'indice, comme les flèches supplémentaires peuvent être congruents ou non, donc l'indice peut indiquer le bas alors que la flèche apparaîtra en haut et les flèches supplémentaires ne pointent pas toujours dans la même direction que la flèche cible.

Sur l'entier du protocole toutes les combinaisons possibles de variation sont testées plusieurs fois. Le calcul des écarts de temps de réaction selon les cas permet d'évaluer l'état des différents aspects de l'attention.

Cette tâche est très similaire à une partie du gameplay d'un *rail shooter* : détecter une cible, déterminer s'il faut lui tirer dessus ou pas. La différence est que dans l'ANT, il n'y a pas de tâche de visée. D'autres principes de l'ANT ont été intégrés dans le gameplay, par exemple des oiseaux perturbateurs inspirés des flèches supplémentaires.

Dans tous les cas, ce cadre défini par les *rail shooters* et l'ANT fixait les bases du gameplay. Nous l'avons habillé d'un thème non-violent³ : le joueur doit viser et prendre des photographies d'oiseaux.

7.4.2 Système de difficulté adaptative

Pour le *Village aux Oiseaux*, nous avons élaboré un système de difficulté adaptative. Ce système a pour but d'adapter la difficulté du gameplay en fonction des capacités du patient, mais aussi de générer les situations de jeu afin qu'elles ne se répètent jamais. En particulier, les oiseaux ont une intelligence artificielle et leur trajectoire et comportements sont différents à chaque fois. Nous manipulons donc la difficulté au travers de paramètres.

C'est lors de cette étape que des questions très précises concernant le gameplay ont été soulevées. Nous avons l'intuition qu'il fallait considérer plusieurs courbes de difficulté pour le *Village aux Oiseaux*. Une courbe de difficulté thérapeutique composée des paramètres qui font varier la difficulté des aspects du gameplay qui produisent l'effet thérapeutique et une courbe de difficulté ludique qui concerne tous les autres aspects du gameplay et peut varier indépendamment.

Nous avons séparé ces deux courbes assez grossièrement. D'un côté, les variables qui modifiaient la difficulté de la visée, donc la manipulation de la Wiimote, concernaient la difficulté motrice du jeu (en référence aux travaux de Levieux) et était notre courbe de

3. La raison principale de ce choix était de pouvoir par la suite proposer d'autres thérapies dans le même *game world*, par exemple pour des enfants souffrant d'hyperactivité

difficulté ludique. De l'autre côté, la difficulté thérapeutique était paramétrée par les variables de comportements des oiseaux.

Nous avons ensuite affiné ce travail et envisagé que certaines variables des oiseaux avaient une influence sur les deux courbes, par exemple les variables qui régissent la prédictibilité de leur déplacement ont avoir une influence sur la difficulté de la tâche de visée.

Certaines variables sont encore plus complexes. La vitesse des oiseaux peut avoir un effet sur la difficulté de la visée seulement s'il faut photographier l'oiseau lorsqu'il est en mouvement. Mais est-ce que la vitesse de l'oiseaux a un effet sur la difficulté thérapeutique dès le moment où la fenêtre de présence et de tir sont de la même durée peu importe cette vitesse ? Nous ne pouvons, par intuition, connaître l'impact de ces variables, il faudrait faire des playtests et des évaluations médicales pour mesurer leur effet réel.

Discussion

La conception du gameplay d'un jeu thérapeutique cristallise les différents enjeux de conception puisque le gameplay doit être à la fois l'activité thérapeutique produisant l'effet thérapeutique et l'activité ludique motivant le patient à continuer.

Cette conception est une tâche complexe. Le game designer doit trouver un équilibre entre le plaisir de jeu et l'efficacité thérapeutique. Pour que la thérapie soit efficace, la difficulté des challenges doit être adaptée au niveau de capacité du patient, mais ce niveau de difficulté est aussi un facteur important de la motivation. De plus, la difficulté du gameplay doit pouvoir s'adapter au patient en train de jouer, car la variabilité de niveau de capacité chez des patients est potentiellement plus élevée que chez la cible réduite d'un jeu de divertissement.

En conséquence, la courbe de difficulté d'un jeu thérapeutique ne peut pas être statique, elle doit s'adapter au patient, soit par configuration effectuée par le thérapeute, soit par adaptation automatique.

Ainsi, le game designer de jeu thérapeutique doit avoir une connaissance particulièrement détaillée de son gameplay afin de définir les paramètres qui permettent de varier les différents aspects de la difficulté indépendamment les uns des autres. Ceci est d'autant plus important que certaines actions dans le jeu produisent un effet thérapeutique, tandis que d'autres servent uniquement la motivation.

En effet, si nous prenons l'exemple du *Village aux Oiseaux*, l'effet thérapeutique est principalement produit par le fait d'observer l'écran, détecter les oiseaux et les suivre du regard pour savoir quand ils seront photographiables. L'autre étape du gameplay qui consiste à prendre la photographie en essayant d'avoir l'entier de l'oiseau dans le cadre n'est pas, à priori, fortement liée à l'efficacité thérapeutique. Cependant, cette étape du gameplay est très importante pour la motivation du patient et constitue son moyen principal d'interaction avec le jeu.

Dans le *Village aux Oiseaux*, l'audience est constituée principalement de seniors, donc certains présenteront aussi des troubles moteurs. Un patient pourrait détecter très rapidement les oiseaux, mais être très lent pour prendre la photographie. Connaître en détails le

gameplay est donc nécessaire pour délimiter chaque partie distincte du gameplay et trouver quelles sont les variables importantes pour chaque aspect de la difficulté de telle manière à pouvoir les varier indépendamment. Par exemple, augmenter la taille du curseur permet de faciliter la prise de photographie sans pour autant diminuer la difficulté de détection des oiseaux. Concevoir le gameplay à ce niveau de détail est nécessaire pour rendre le gameplay accessible et motivant pour un maximum de patients différents.

Une connaissance aussi approfondie du gameplay devrait reposer sur des méthodes de formalisation permettant de le réfléchir. En effet, la formalisation est une étape importante du design puisqu'elle force à réfléchir tous les détails du gameplay. Aussi, le résultat de la formalisation sert ensuite de support pour communiquer avec l'équipe et les experts santé.

Cependant, nous avons identifié dans notre état de l'art qu'aucune méthode ne permettait de formaliser de manière suffisamment simple et détaillée le gameplay.

En conclusion, nous pensons que ce problème est bien spécifique aux jeux thérapeutiques et général à la plupart d'entre eux. En outre, de nombreuses informations médicales nous ont manquées pour guider le design de notre gameplay, nous abordons ce point plus tard dans ce chapitre.

7.5 Gestion de la motivation

Le *Village aux Oiseaux* doit, à terme, pouvoir être joué pendant plusieurs dizaines d'heures de jeu, la gestion de la motivation du joueur est donc critique.

Si un gameplay amusant, qui se renouvelle et qui soit d'un niveau de difficulté adapté est un facteur important de la motivation, d'autres aspects sont aussi importants. Nous avons donc agrémenté le game design d'un *game world* : personnages, histoire, variété d'oiseaux et collection dans un album photo.

Nous avons aussi conçu des modes multi-joueurs pour renforcer les liens intergénérationnels grâce à des gameplay de coopération dans lesquels l'enfant s'amuse en aidant le senior pour qui l'activité reste thérapeutique. De plus, le joueur peut envoyer les photos prises dans le jeu à ces proches.

Savoir motiver le joueur fait partie de l'expertise du game designer. Cependant, selon la cible d'un jeu thérapeutique, il peut s'agir d'une audience peu connue du game designer. Dans ce cas, le problème sous-jacent est l'obtention d'informations concernant ses intérêts.

7.5.1 Intérêts des patients

L'absence quasi-complète d'études et statistiques sur la pratique du jeu vidéo des seniors nous a mené à étudier directement les seniors.

Tout d'abord, nous avons tenté de mettre en place des *focus group*⁴ avec une association de seniors pour comprendre leur rapport au jeu vidéo. Cependant, dès lors que nous avons

4. Session de discussion et d'échange entre designers et représentants de l'audience

prononcé le mot Alzheimer, nous n'avions plus aucun volontaire.

Nous avons finalement réussi à faire tester des jeux du commerce à une vingtaine de seniors pour nous assurer qu'ils appréciaient les jeux de photographie joué avec un dispositif de visée naturel (p.ex. *wiimote*⁵) et qu'ils seraient capable de manipuler le dispositif. Ces pré-playtests nous ont aussi permis d'obtenir de nombreuses observations intéressantes et de valider certaines de nos intuitions.

En résumé, notre objectif était de collecter des données qualitatives pour estimer si les seniors pouvaient apprécier un gameplay de type viser et tirer, et s'ils étaient capables d'utiliser une manette de type *wiimote*.

Notre échantillon était composé de 19 seniors sains recrutés dans des maisons de retraite. Aucun n'avait d'expérience préalable en jeu vidéo. Chacun d'entre eux a joué à l'un des quatre jeux que nous avons sélectionnés et remplis un questionnaire d'auto-évaluation. 15 sujets sur les 19 ont apprécié jouer. 15 sujets sur 19 pensaient avoir efficacement utilisé la *wiimote*. Ce résultat nous a rendu plus confiants dans nos décisions de conception.

De plus, en observant les seniors jouer, nous avons identifié que leur manque d'habitude de jeu faisait qu'ils étaient parfois bloqués et que nous devons souvent leur donner des indices pour qu'ils arrivent à résoudre des situations de jeu plutôt habituelles et simples à comprendre pour un joueur. Par exemple, les seniors étudiés ne déployaient pas les stratégies habituelles de résolution des joueurs. Notamment, les seniors observés n'agissaient pas par stratégie d'essai-erreur pour comprendre le fonctionnement de nouveaux éléments de jeux. En conséquence, nous avons veillé à ce que toutes les mécaniques de jeu importantes soient introduites et expliquées clairement aux joueurs. Les détails de ces playtests ont été publiés dans [Mader 12a].

Discussion

Il est attendu qu'un jeu thérapeutique soit très motivant pour le patient dès lors que la thérapie s'appuie sur un long protocole. En effet, l'un des problèmes les plus récurrents lors des thérapies est l'adhérence du patient au traitement qui lui a été prescrit. De plus, l'activité thérapeutique n'est pas motivante par elle-même, le patient étant par exemple amené à effectuer des tâches efficaces mais ennuyeuses et pénibles [Benveniste 10a, Burke 09, Burke 10].

Lors d'une thérapie, la motivation principale du patient est l'obtention d'un résultat qui, bien que produit par la thérapie, est extérieur : améliorer sa santé. Ce type de motivation est extrinsèque, provenant du résultat attendu de la tâche [Ryan 00]. Cette qualité de motivation est souvent moins forte que la motivation intrinsèque. La motivation intrinsèque est renforcée lorsque la personne apprécie l'activité et l'effectue pour le plaisir que la pratique de cette activité lui apporte.

Ainsi, outre proposer un jeu efficace d'un point de vue thérapeutique, l'objectif ludique

5. Wiimote : manette de la console Wii de Nintendo, qui permet notamment de viser des objets affichés à l'écran

idéal des jeux thérapeutiques est de renforcer la motivation de départ du patient vers une motivation intrinsèque.

Pour pouvoir réfléchir les facteurs de motivation du jeu, le game designer a besoin de connaître les facteurs de motivation des jeux et les intérêts du patient. Si les facteurs de motivation des jeux font partie des connaissances habituelles du game designer, les intérêts du patient ne sont pas connus dès lors que celui-ci fait partie d'une démographie qui n'est pas l'audience habituelle des jeux vidéo.

En effet, l'audience d'un jeu thérapeutique peut être hors des cibles habituelles du jeu de divertissement. Dans ce cas, le game designer a peu d'informations sur les goûts vidéo-ludiques de ceux-ci. La quantité de modèles du joueur existants, ainsi que l'orientation centrée joueur des méthodes de conception indique à quel point ceci est crucial pour fournir une expérience de jeu plaisante et adaptée au joueur.

Sans modèle du joueur, il est difficile de concevoir un jeu dont le *game world* et les activités à y réaliser puissent intéresser et motiver le joueur. L'autre aspect de ce manque de modèle du joueur concerne les informations santé le concernant, notamment l'état de ces capacités. Nous les discutons en détails dans la section suivante.

Cet aspect motivationnel est cependant moins important pour certains jeux thérapeutiques dès lors que leur usage régulier n'est pas nécessaire. C'est donc au game designer de jauger de cette importance pour savoir à quel point ce renforcement de motivation doit être fort. En conséquence, ce problème est important pour de nombreux jeux thérapeutiques, mais pas complètement général. De plus, ce problème n'est pas complètement spécifique, certains autres jeux utiles peuvent nécessiter d'être joués très longtemps pour compléter, par exemple, un apprentissage complexe.

7.6 Informations médicales (thérapie et patients)

Pour le game design du *Village aux Oiseaux*, nous nous sommes documentés sur le fonctionnement de l'attention et sur nos patients. Nous avons constaté qu'il était difficile d'accéder à des informations médicales à la fois vulgarisées et valables. De plus, la compréhension de ces informations reste complexe car différentes théories et modèles de l'attention cohabitent. Notre autre source d'informations était les experts santé du projet, mais les échanges avec eux étaient aussi difficiles.

Comme la plupart des méthodes existantes de game design sont centrées joueur, nous avons ici aussi placé le joueur au centre de nos préoccupations. Cependant, nous ne savions pas précisément ce qu'ils seraient capables ou non de faire dans un jeu vidéo. Nous commençons par expliquer nos démarches concernant l'étude de la cible, puis le fonctionnement de nos échanges avec les experts santé.

7.6.1 Profil des joueurs

Tout d'abord, nous avons défini plusieurs profils patients au travers de *personas*⁶ et effectué des recherches sur les seniors.

Lorsque nous avons les informations utiles, nous avons pu modifier notre gameplay ou d'autres éléments du jeu pour les adapter aux seniors. Par exemple, les personnes âgées ont une perception différentes des couleurs et différencient moins facilement le bleu et le violet. C'est la raison pour laquelle les graphismes du jeu ont un style *cell-shadé*, les objets sont entourés d'un trait noir dans le style des mangas.

Nous savions que certains patients auraient aussi des problèmes moteurs, par exemple des douleurs et tremblements. Nous avons adapté la conception et le paramétrage gameplay du jeu pour eux et l'un de nos partenaires devait créer une manette de jeu adaptée.

Finalement, nous savions qu'un patient présentant un Alzheimer très avancé ne pourrait pas se concentrer du tout et ne serait pas capable de jouer. Ces patients sont hors de notre audience, mais une version purement occupationnelle du jeu a quand même été réfléchi pour eux. En effet, les thérapies occupationnelles sont aussi un enjeu important pour le domaine et nous pouvions apporter une solution intéressante en adaptant un peu le jeu principal. Il s'agit principalement de proposer une version du jeu sans challenge dans lequel le joueur peut facilement photographier les oiseaux.

Par contre, nous n'avions pas de détails sur les différentes progressions de la maladie et dans quel état serait notre patient moyen. Comme nous avons prévu de mettre en place un système adaptatif de la difficulté (automatique ou paramétré par le thérapeute), nous pensions que notre gameplay pourrait s'adapter à tous les patients.

Avec le recul, nous pensons que le design aurait dû être plus approfondi à ce sujet. En effet, comme nous n'avions pas d'informations concernant les autres fonctions cognitives des patients, notamment s'ils seraient capables de mémoriser les objectifs du jeu, nous avons donc conçu le jeu pour qu'il soit jouable par un patient ayant un faible niveau cognitif. Néanmoins, il aurait été plus intéressant, principalement pour la gestion de la motivation, de proposer des options configurables comme activer l'affichage des objectifs en tout temps. Ainsi, nous pouvions à la fois prendre par la main les patients en difficulté en leur rappelant souvent les objectifs et laisser jouer en autonomie les patients en meilleure santé cognitive.

7.6.2 Echanges avec les experts santé

Nous avons pu échanger avec les experts santé du projet au sujet du game design et des patients. Même si nos échanges étaient intéressants, ils n'étaient pas suffisamment cadrés. Nous n'avons jamais constaté que nous manquions d'informations et les experts santé, n'étant pas des experts du jeu, ne pouvaient savoir quelles informations nous transmettre.

Par exemple, lors de discussions vers la fin de la conception, nous avons appris qu'il n'était pas possible que le patient joue plusieurs fois le même niveau de jeu. En effet, si le

6. méthode consistant à imaginer et créer deux ou trois profils d'utilisateurs types pour ensuite se demander comment chacun réagiraient aux différents aspects du produit conçu.

joueur mémorise ce qui va se produire, il utilise sa mémoire pour anticiper les événements et ce circuit cognitif n'entraîne pas l'attention.

Apprendre cette information tardivement était symptomatique de la complexité des échanges avec les experts santé. Nous ne savions pas quoi leur demander, et ils ne savaient pas de quelles informations nous pourrions avoir besoin.

Autre exemple, nous ne savions pas quels exercices existaient déjà en thérapie pour entraîner l'attention et nous n'avons jamais pensé que cette information nous manquait.

De plus, certains points n'ont jamais pu être résolus, comme l'effet des oiseaux perturbateurs. Dans l'ANT, les flèches perturbatrices ne pointent pas dans la même direction que la flèche cible, le patient doit donc les ignorer pour se concentrer sur la cible. Dans le *Village aux Oiseaux*, le joueur doit photographier une certaine race d'oiseau lors d'une mission et des oiseaux d'autres races servent de perturbateurs et doivent donc être des obstacles. Cependant, dans l'ANT rien n'est en mouvement, alors que les oiseaux se déplacent dans le *Village aux Oiseaux*. Selon les cas, les perturbateurs pourraient potentiellement être une aide pour le joueur s'ils attiraient son attention dans la direction d'un oiseau cible, tout comme lorsque les flèches supplémentaires sont congruentes à la cible dans l'ANT, mais les experts n'ont jamais pu se prononcer sur ce sujet.

Discussion

Les game designers sont rarement des médecins, leurs connaissances médicales concernant le patient et la thérapie ne sont pas suffisantes pour concevoir un jeu thérapeutique. Cependant, ces informations médicales sont nécessaires pour réfléchir le gameplay thérapeutique, la gestion de la motivation, et l'accessibilité.

En effet, le game designer ne peut pas savoir intuitivement ce qu'un patient sera capable ou non de faire dans un jeu, car le patient a des capacités très différentes des siennes et de celles des audiences habituelles du jeu vidéo.

Si ces informations sont importantes pour s'assurer que le jeu ne soit pas trop difficile pour le patient, une bonne connaissance des capacités du patient permet aussi d'éviter de lui proposer un jeu trop facile. En effet, nous avons observé une tendance à rendre les jeux thérapeutiques le plus simple possible.

Certaines possibilités de conception, par exemple tout gameplay nécessitant de naviguer dans un espace 3D, tendent à être exclu en partant du principe à priori que le patient n'en sera pas capable. D'une part, ceci est dommageable pour la motivation du patient puisqu'un niveau de challenge trop faible conduit à l'ennui et d'autre part, c'est dommageable pour le champ du jeu thérapeutique qui semble s'interdire régulièrement d'utiliser tout le potentiel des jeux vidéo. Une connaissance plus détaillée des capacités du patient peut donc conduire à interroger certains choix et à davantage considérer le patient comme un joueur capable.

Outre des informations sur le patient, le game designer a besoin d'informations concernant la thérapie et les activités qu'il peut mettre en oeuvre sous forme de gameplay.

Pour obtenir toutes ces informations, le game designer travaille en collaboration avec

des experts santé. Mais ces échanges restent compliqués, car le game designer ne sait pas forcément quelles informations précises demander et l'expert santé ne sait pas quelles informations sont utiles pour la conception.

La collecte et la formalisation des connaissances est un problème général. Par exemple, selon Brangier et Tedeshi, ces échanges constituent le principal *goulot d'étranglement* lorsque des systèmes experts sont conçus [Brangier 91]. Pour les jeux thérapeutiques, ces connaissances servent uniquement à prendre des décisions de design et non à concevoir un système d'aide à la décision. La particularité de ce problème pour les jeux thérapeutiques est donc que les domaines qui doivent entrer en communication sont celui de game design et de la santé.

Ce problème d'obtention d'informations est donc général à tout jeux thérapeutiques. Ces informations servent principalement à établir un modèle du joueur / patient et à comprendre le fonctionnement des activités thérapeutiques pour permettre au game designer de prendre des décisions de conception adaptées.

L'articulation des savoirs est adressée par la plupart des méthodes de conception dédiées aux jeux éducatifs, mais aucune méthode ou modèle du joueur existants ne permettent de guider ces échanges d'informations pour les jeux thérapeutiques.

7.7 Processus et évaluations

Nous avons identifié un problème plus général. Les étapes de conception dans le *Village aux Oiseaux* n'ont pas été effectuées dans le bon ordre. C'est au fur et à mesure du travail de conception que nous avons identifié les informations médicales dont nous avons besoin, alors que celles-ci auraient dû être recherchées dès le début pour guider nos décisions de conception.

Ceci provient du fait qu'il n'existe pas encore de processus de production des jeux thérapeutiques. Nous en avons réfléchi un pour le *Village aux Oiseaux*, mais nous nous étions concentrés sur comment mener les évaluations médicales dès lors que le prototype serait développé.

De plus, comme nos tentatives de recrutement de seniors pour tester le prototype a échoué (voir section sur la gestion de la motivation), nous n'avons pu affiner le gameplay selon leurs capacités effectives de jeu. Si nos pré-playtests sur des jeux similaires du commerce avaient été plus précis, nous aurions eu davantage de données à notre disposition.

Discussion

Par l'analyse des processus pour les jeux de divertissement comme des jeux sérieux, nous constatons que si l'aspect ludique est développé par itérations courtes, l'aspect sérieux est plutôt développé en cascade avec des objectifs plus précis dès le départ et des évaluations en fin de développement.

Dans le cas des jeux thérapeutiques, ceci est particulièrement important puisque l'effi-

cacité thérapeutique ne peut être validée avant la complétion du projet. En effet, un jeu thérapeutique devrait être validé avec la même rigueur qu'un médicament. Ainsi, toute évaluation sur prototype ne peut faire office de preuve d'efficacité pour le produit final. Le coût financier et temporel de telles évaluations signifie donc que celles-ci seront effectuées avec parcimonie et doivent donc avoir lieu aux moments les plus opportuns.

Ceci complexifie les autres tâches de design puisque le game designer travaille essentiellement sur la base d'informations théoriques et n'a pas la possibilité de tester régulièrement ces intuitions de conception.

Ce problème est général aux jeux thérapeutiques, tous nécessitent qu'une méthode clarifie les étapes principales pour s'assurer que l'articulation des savoirs soit effectuée au bon moment, mais aussi que les évaluations intermédiaires ludiques, comme thérapeutiques soient effectuées de manière à maximiser leur utilité.

7.8 Synthèse

A ce jour, en l'absence d'évaluation médicale et de playtests, nous ne pouvons affirmer que le gameplay conçu pour *le Village aux Oiseaux* atteint ses objectifs. Nos intuitions de game designer nous ont guidés lors de cette conception et même si nous pensons que le gameplay peut atteindre ses objectifs, nous ne pouvons l'affirmer sans validation, encore moins dans un domaine comme celui des jeux thérapeutiques.

De cette expérience, nous avons mis en évidence, au travers d'exemples, de nombreuses difficultés et enjeux de conception auxquels nous avons été confrontés. En plus des exemples provenant de notre expérience sur le *Village aux oiseaux*, nous avons expliqué ces difficultés plus généralement pour établir leur importance. En effet, ces difficultés sont globalement générales aux jeux thérapeutiques puisqu'elles émergent des objectifs fondamentaux de conception : un jeu efficace sur la plan thérapeutique et motivant.

Ces différentes difficultés sont liées les unes aux autres. Par exemple, si les échanges avec les experts santé présentent des difficultés, la nécessité de ces échanges provient du fait que le gameplay doit être thérapeutique, du manque de connaissances médicales du game designer et du fait que le prototype ne peut pas être évalué régulièrement. De plus, le manque de connaissances médicales du game designer est une source de difficulté pour les échanges avec les experts santé.

Nous pouvons donc résumer les enjeux principaux au travers de trois problèmes fondamentaux :

- Conception d'un gameplay thérapeutique
- Echanges de savoirs avec les experts santé
- Evaluations thérapeutiques et ludiques peu fréquentes

Le premier point concerne ce que le game designer doit réussir à concevoir et les deux autres soulignent des particularités méthodologiques dûes aux jeux thérapeutiques qui complexifient cette conception.

En effet, toutes ces difficultés et enjeux se cristallisent dans la **conception du gameplay**

thérapeutique. Dans de nombreux cas, le gameplay est l'activité thérapeutique et la conception du gameplay est donc une tâche particulièrement complexe. Les effets thérapeutiques proviennent des actions du joueurs dans le jeu et la difficulté des challenges doit être calibrée pour proposer une thérapie efficace.

Ce gameplay doit aussi être accessible et amusant, il doit intéresser et motiver le patient. En particulier, un niveau de difficulté des challenges adapté aux capacités du patient est un facteur de motivation important.

Dans le game design de jeu de divertissement, le gameplay n'est pas contraint par des objectifs thérapeutiques. Il n'est donc pas nécessaire de concevoir le gameplay avec autant de précision. En conséquence, les modèles et méthodes actuels ne permettent pas de réfléchir la conception du gameplay avec suffisamment de précision pour les jeux thérapeutiques.

Nous identifions ce problème comme étant le plus fondamental et celui pour lequel nous apporterons des solutions. En conséquence, **nos travaux visent particulièrement les jeux thérapeutiques dans lesquels le gameplay produit les effets thérapeutiques.**

Nous présentons dans le chapitre suivant comment nous transcrivons ces problèmes en problématique de recherche.

Chapitre 8

Problématique de recherche

Le manque de méthode de game design pour nous guider lors de la conception du projet de jeu thérapeutique *Le Village aux Oiseaux* et les nombreuses difficultés de design auxquelles nous avons été confrontés nous ont conduit à débiter ce travail de recherche.

Comme notre travail de recherche s'inscrit en recherche en design, nous avons pu nous appuyer sur les cadres existants (chapitre 5) pour définir nos principales étapes de recherche : 1. étudier le domaine d'application, 2. identifier les problèmes de conception, 3. construire des modèles et méthodes de conception, 4. évaluer les modèles et méthodes.

Ce travail de recherche a donc débuté sur plusieurs questions très générales auxquelles notre état de l'art devaient nous aider à répondre : Qu'est-ce qu'un jeu thérapeutique ? Le game design des jeux thérapeutiques présente-t-il des problèmes spécifiques et complexes ? Existe-t'il déjà des modèles et méthodes adaptés ?

Nous expliquons dans cette section comment l'état de l'art nous a permis de répondre à ces premières questions et de poser notre problématique de thèse.

Tout d'abord, pour répondre à la première question, nous avons d'une part étudié les jeux (chapitre 1) et les jeux utiles (chapitre 3). Nous avons identifié l'absence de définition et de classification du jeux thérapeutiques et avons donc utilisé cet existant pour identifier les particularités des jeux, des jeux utiles et des jeux thérapeutiques afin de construire une définition et classification du jeu thérapeutique (présentées dans le chapitre 6).

Ensuite, la réponse à la seconde question est particulièrement traitée dans notre analyse réflexive de notre expérience sur *Le Village aux Oiseaux* (chapitre 7). Dans ce chapitre, nous faisons le lien entre notre expérience et de nombreux éléments de l'état de l'art, dont notamment l'importance de la boucle de gameplay pour les jeux (chapitre 1), la gestion de la motivation du joueur (chapitre 1) et du patient (chapitre 3), l'équilibre entre objectif ludique et sérieux (chapitre 4).

Grâce à cette analyse, nous avons ainsi identifié trois problèmes fondamentaux auxquels sont confrontés les game designers de jeux thérapeutiques :

- Conception d'un gameplay thérapeutique
- Evaluations thérapeutiques et ludiques peu fréquentes

— Echanges de savoirs avec les experts santé

Nous avons aussi déterminé que l'existant en terme de méthodes et modèles de game design ne permettait pas de résoudre ces problèmes (chapitre 4).

Nous identifions la conception d'un gameplay thérapeutique comme étant le problème le plus important, il s'agit d'une tâche de conception très complexe et particulièrement fondamentale : un jeu thérapeutique ne saurait exister sans un bon gameplay thérapeutique.

A partir de ce constat, notre problématique générale de recherche se concentre sur l'établissement d'une méthode de conception visant particulièrement la conception du gameplay thérapeutique et tenant compte de la faible fréquence d'évaluations thérapeutiques et ludiques intermédiaires :

- **Étant donné qu'un jeu thérapeutique ne peut être conçu selon une méthode itérative classique de développement de jeu, c'est-à-dire en testant régulièrement le jeu auprès de patients pour en évaluer l'efficacité thérapeutique et ludique, pouvons-nous proposer une méthode pour guider les étapes de conception et de pré-production pour aboutir à un prototype gameplay permettant de faire de premières évaluations ludiques et thérapeutiques et de valider le passage en production du jeu ?**

L'objectif de la méthode est donc d'amener le game designer jusqu'au développement d'un prototype permettant de valider le gameplay thérapeutique et déterminer si le projet est prêt à passer production. Cependant, cette méthode ne saurait être complète et efficace si elle n'adresse pas les autres problèmes de conception, d'autant plus qu'ils sont justement rendus plus complexes à cause de ce manque d'évaluations continues. Nous clarifions ces autres objectifs au travers de trois sous-problématiques.

Tout d'abord, il est essentiel de pouvoir cadrer correctement le travail de design en obtenant toutes les informations nécessaires auprès de l'expert santé :

- **Est-il possible de construire des modèles et/ou des méthodes pour aider le game designer à obtenir auprès d'experts santé les informations médicales nécessaires à la conception d'un jeu thérapeutique ?**

Ensuite, des méthodes ou modèles doivent être proposés pour aider le game designer à concevoir le gameplay thérapeutique, mais aussi à le formaliser pour pouvoir obtenir des retours précis de la part de l'expert santé (validation théorique a priori du design) :

- **Est-il possible de construire des modèles et/ou des méthodes pour aider le game designer à concevoir le gameplay, notamment en le formalisant pour le présenter à un expert santé ?**

Finalement, pour maximiser l'utilité des quelques évaluations qui pourront être effectuées pendant ces phases de conception, nous abordons cette dernière sous-problématique :

- **Est-il possible d'apporter un outil d'évaluation permettant de réduire le nombre d'évaluations préliminaires nécessaires à l'établissement d'un gameplay thérapeutique efficace ?**

Pour répondre à ces différentes problématiques, nos contributions sont une méthode de conception de jeux thérapeutiques accompagnées de différents outils, méthodes et modèles.

La méthode de conception englobe toutes les problématiques, elle définit les étapes principales de la conception et comment les aborder au travers des autres composants. En particulier, cette méthode s'inspire des processus standard en design étudiés dans le chapitre 5 (définition du problème - construction de solution - évaluation), et des méthodes, étudiées dans le chapitre 4, pour le game design de jeux vidéo (conception centrée joueurs) et pour le game design de jeux utiles (articulation des savoirs).

La sous-problématique d'obtention d'informations auprès des experts santé est essentiellement traitée au travers des modèles du patient et de la thérapie. Le modèle du patient est inspiré des modèles du joueur présentés dans le chapitre 1.

Ces deux modèles sont aussi utiles pour la seconde sous-problématique puisqu'ils permettent de clarifier les contraintes de conception. Ces modèles sont complétés par un modèle du jeu et des modèles relationnels (jeu-thérapie, thérapie-joueur, joueur-jeu). La gestion de la motivation du patient n'est pas représentée par une sous-problématique à part entière. En effet, nous considérons son importance pour le jeu thérapeutique principalement au travers de la conception du gameplay. Mais au vu des très nombreux travaux présentés dans le chapitre 1, une vue d'ensemble des différentes propositions semble nécessaire pour aider le game designer à sélectionner les principes de motivation à intégrer dans le jeu. Nous avons donc intégré une liste de recommandation pour la gestion de la motivation dans le modèle du jeu.

Dans les chapitres 1, 6 et 7, nous soulignons l'importance de la boucle de gameplay pour les jeux thérapeutiques, tandis que le chapitre 2 démontre qu'il n'existe pas de méthode de formalisation du gameplay adaptée au design de jeux thérapeutiques. Nous apportons donc une méthode de formalisation du gameplay adaptée à la conception de jeux thérapeutiques.

Finalement, dans le chapitre 1 nous avons aussi présenté les modèles du joueur dynamiques qui permettent de caractériser un joueur au travers de l'analyse des traces de la session de jeu. Nous poursuivons cette piste en proposant un outil (PGS-EvalTool) pour maximiser l'utilité des évaluations préliminaires et répondre à la sous-problématique 3.

Dans la partie suivante, les trois premiers chapitres présentent nos propositions de méthodes, modèles et outils. Le chapitre 9 présente la méthode de conception du gameplay, ainsi que le modèle P/G/T. Le chapitre 10 présente la méthode de formalisation du gameplay. Le chapitre 11 présente l'outil d'évaluation des capacités de jeu du patient.

Ensuite, le chapitre 12 présente les étapes de constructions des différents outils présentés, tandis que le chapitre 13 présente les évaluations que nous avons effectués.

Troisième partie

Méthodologie de design de gameplay thérapeutique

Chapitre 9

Méthode de game design de jeux thérapeutiques

9.1 Introduction

La production de jeux thérapeutiques a pour principale particularité de viser les deux objectifs suivants : l'efficacité thérapeutique et l'efficacité ludique pour motiver le patient.

Si l'efficacité ludique est l'objectif du processus habituel de production des jeux vidéo, pour les jeux thérapeutiques le processus doit être aménagé afin d'inclure ce second objectif d'efficacité thérapeutique. Ceci se traduit notamment par l'inclusion de savoirs extérieurs (experts santé), de buts supplémentaires à atteindre à chaque étape et de procédures d'évaluation de l'efficacité thérapeutique.

Notre apport principal est une méthode de game design de jeu thérapeutique. Le processus de production de jeu thérapeutique est composé de cinq étapes comme postulé par Fullerton [Fullerton 08] : concept, pré-production, production, évaluation finale, suivi. Notre méthode se concentre sur les phases de concept et de pré-production. En effet, c'est durant ces deux étapes que le projet est défini dans son ensemble et que les problèmes de conception doivent être résolus. Par la suite, les phases de production, évaluation finale et suivi se déroulent globalement comme pour le développement d'un jeu de divertissement, à la différence que les objectifs thérapeutiques doivent aussi être évalués.

9.2 Objectifs de la méthode de game design de jeux thérapeutiques

Nous avons identifié que le problème le plus fondamental de conception des jeux thérapeutiques concerne la mise au point du gameplay. Notre méthode se concentre particulièrement sur la résolution de ce problème, mais intègre aussi des éléments de solutions pour les autres aspects difficiles de la conception.

En effet, comme il n'est pas possible d'évaluer régulièrement auprès de patients les propriétés ludiques et thérapeutiques du jeu, cette méthode vise à amener le game designer à davantage fonder son travail, notamment au travers des échanges avec les experts santé, pour affiner sa conception en l'absence d'évaluation. Ces échanges de savoirs étant complexes, cette méthode apporte aussi des éléments de solutions à ce sujet. Finalement, la gestion de la motivation du patient est un axe important de la conception des jeux thérapeutiques et est aussi traité dans notre méthode.

Notre méthode de game design de jeux thérapeutiques vise les objectifs suivants :

1. guider les étapes de concept et de pré-production pour aider le game designer à apporter une solution pertinente sous la forme d'un prototype de jeu thérapeutique dont les effets motivationnels et thérapeutiques peuvent être validés.

2. décrire de manière détaillée le projet pour pouvoir en extraire les connaissances importantes.

En effet, si l'idéal serait de connaître les effets thérapeutiques potentiels de chaque genre de jeu, gameplay, et autres aspects de jeu, de telles connaissances n'existent pas encore. En attendant que celles-ci soient découvertes, le game designer de jeu thérapeutique doit tâtonner pour trouver une solution. Cette solution doit ensuite être validée au travers d'un prototype afin de vérifier qu'elle permette bien de résoudre le problème de départ.

Du point de vue plus général de recherche, chaque solution apportée et validée est un apport à cette exploration des effets thérapeutiques des jeux à condition de décortiquer le jeu thérapeutique pour en extraire les données importantes, notamment le fonctionnement détaillé du gameplay. En conséquences, les modèles que nous proposons permettent aussi d'analyser des jeux thérapeutiques existants pour en extraire des connaissances.

La méthode que nous proposons vise donc à la fois à aider le game designer à apporter une solution pertinente, mais aussi à ce que cette solution soit décrite avec suffisamment de détails pour en apprendre davantage sur les effets thérapeutiques des jeux.

9.3 Vue d'ensemble de la méthode

Cette méthode est composée de trois étapes séquentielles et potentiellement itératives qui contiennent elles-mêmes plusieurs étapes (figure 9.1) :

- Etape 1 : Modélisation du problème avec un expert santé
- Etape 2 : Design itératif du gameplay
- Etape 3 : Design du prototype de pré-production

La première étape de notre méthode vise à définir et cadrer le problème précis, c'est-à-dire à échanger avec un expert santé afin de mettre au point un modèle du patient et un modèle de la thérapie.

La seconde étape est le design du gameplay thérapeutique grâce aux modélisations effectuées à l'étape précédente et à un modèle de jeu réalisé à cette étape. A la fin de cette étape, la qualité ludique du gameplay est validée auprès de patients.

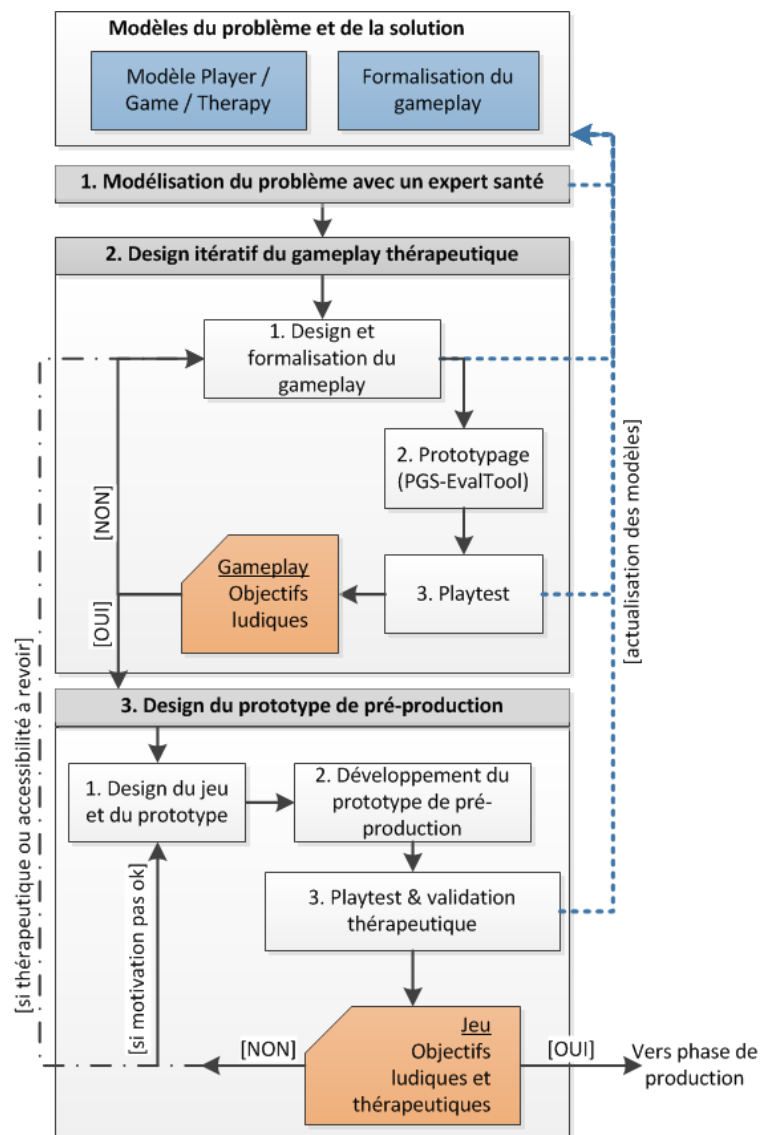


FIGURE 9.1 – Méthode de game design de jeu thérapeutique

La troisième étape est celle du design et développement du prototype de pré-production. A la fin de cette étape, les évaluations thérapeutiques sont effectuées.

Tout au long de ces trois étapes, les modèles du patient et de la thérapie sont précisés selon les résultats des playtests et des évaluations des effets thérapeutiques.

Cette méthode itérative de game design s'appuie sur plusieurs outils et modèles : un modèle *player / game / therapy* (P/G/T), une méthode de formalisation du gameplay, un outil informatique *Player in-Game Skill Evaluation Tool*), une liste de recommandations pour la gestion de la motivation. Ces quatre outils peuvent par ailleurs être utilisés indépendamment.

Modèle P/G/T (*player / game / therapy*) Modèle pour décrire et analyser le joueur / patient, le jeu et la thérapie. Le modèle P/G/T contient donc plusieurs sous-modèles, modèle du jeu, modèle du patient, modèle de la thérapie, modèle de la relation patient-thérapie, modèle de la relation thérapie-jeu, modèle de la relation patient-jeu. Ces différents sous-modèles sont utilisés à différentes étapes de la méthode, réalisés durant l'étape 1 et 2, puis utilisés et affinés tout au long du processus.

Méthode de formalisation du gameplay Méthode visant à décomposer un gameplay en actions du joueur. Cette méthode est principalement utilisée pendant l'étape 2.

PGS EvalTool (*Player in-Game Skill Evaluation Tool*) Outil pour analyser les capacités de jeu d'un patient. Cet outil est principalement utilisé pendant l'étape 2.

A part pour la première étape et pour les validations médicales, nous ne précisons pas quand l'expert santé doit intervenir. En effet, différentes modalités sont possibles. Par exemple, le design peut être effectué en collaboration constante entre le game designer et l'expert santé ou le game designer présente le résultat de son design lors de réunions ponctuelles avec l'expert santé. Nous pensons que la modalité adaptée varie selon les projets et la manière de fonctionner du game designer et de l'expert santé, nous les laissons donc ici juger de ce qui sera le plus efficace pour eux.

Dans les sections suivantes, nous présentons en détails le déroulement et les objectifs de chaque étape.

9.4 Etape 1 : Modélisation du problème avec un expert santé

Objectif Modélisation du patient et de la thérapie, validation théorique de la pertinence de cette association patient-thérapie.

Modèles et outils : Modèle P/G/T (modèle du patient, modèle de la thérapie, modèle de la relation patient-thérapie)

Déroulement La phase de modélisation du problème avec un expert santé consiste à obtenir les informations nécessaires sur la thérapie et le patient afin de cadrer la conception du gameplay thérapeutique. Cette étape devrait s'effectuer assez rapidement. Nous proposons un modèle du patient et un modèle de la thérapie pour guider les échanges d'informations entre les experts santé et les game designers. Nous proposons aussi un modèle de la relation patient-thérapie pour vérifier la pertinence de ce couple patient-thérapie. Une ou deux rencontres entre experts santé et game designers devraient permettre d'obtenir des premières modélisations du patient type et des contraintes du protocole thérapeutique nécessaire à l'étape suivante. En effet, ces modélisations de départ seront précisées et améliorées tout au long du projet.

Dans les deux sous-sections suivantes, nous présentons le modèle de la thérapie et le modèle du patient. Ensuite, nous expliquons comment ces deux modèles peuvent être mis en relation pour évaluer la cohérence de leur contenu à l'aide du modèle de la relation thérapie/patient.

9.4.1 Modèle de la thérapie

L'efficacité de la thérapie est l'objectif sans lequel le jeu thérapeutique n'a aucune raison d'exister. Pour bien décrire la thérapie à mettre en œuvre, plusieurs axes sont importants : effets thérapeutiques visés, protocole thérapeutique (durée et fréquence des sessions par exemple), contexte de pratique et activités thérapeutiques. Lors de la conception de jeux thérapeutiques, ces quatre axes constituent les informations nécessaires pour que le game designer puisse saisir les contraintes provenant des objectifs thérapeutiques du projet.

Nous insistons sur le fait que le dernier élément est critique, il faut pouvoir définir une méthode pour valider les effets thérapeutiques et il faut que cette méthode ait déjà une validité scientifique. En effet, sans cette méthode de validation, il ne sera pas possible de valider médicalement le jeu thérapeutique.

Description Description de la thérapie (objectifs et activités)

Finalité Finalité de la thérapie, par ex. guérison, diminution symptôme, palliatif

Effets à court-terme prévus Les effets thérapeutiques mesurables à court-terme, par ex. amélioration du contrôle moteur fin

Effets à long-terme prévus Les effets thérapeutiques mesurables à long-terme, par ex. amélioration de la qualité de vie

Occurrence Fréquence et condition de la thérapie, p. ex. Unique, quand apparition des symptômes, en accompagnement de soins, quotidien, hebdomadaire

Durée d'une session Durées minimum et maximum de session, peuvent être fixes ou dépendantes de critères à expliciter

Intervention du thérapeute Présence ou non d'un thérapeute et explications de son intervention, p. ex. expliquer l'exercice, modifier la difficulté de l'exercice

Lieu de pratique Le lieu où la thérapie prend place, p. ex. à domicile, à l'hôpital

Profilage du patient Présence ou non d'un outil de profilage du patient, description de ce que l'outil doit calculer et récupérer comme données, p. ex. score moyen, vidéo du patient

Origine de la thérapie La thérapie peut être nouvelle ou une adaptation vidéoludique d'une thérapie existante

Exemple d'activité thérapeutique Description de plusieurs activités thérapeutiques existantes et démontrées efficaces, soit pour qu'elles soient directement adaptées en jeu vidéo, soit pour inspirer le travail du game designer

Références scientifiques Liste de références sur les activités thérapeutiques permettant au game designer de se documenter

Méthode de validation des effets thérapeutiques Procédure à mettre en oeuvre pour valider et mesurer les effets thérapeutiques, preuve scientifique de l'efficacité de la méthode.

9.4.2 Modèle du patient

La cible d'un jeu thérapeutique est à la fois un patient et un joueur. La modèle du patient s'intéresse donc à quatre aspects : démographie, situation de patient, intérêts, et capacités de jeu.

9.4.2.1 Démographie

Les données démographiques sont des éléments de réflexion concernant les intérêts et les capacités des patients. Il est par exemple attendu que les seniors aient des troubles associés au vieillissement dont il faut tenir compte même s'ils ne sont pas l'objet de la thérapie. Ces questions d'intérêts et de capacités sont traitées en détails dans les sections qui les concernent.

Données :

- Tranche d'âge
- Genre

9.4.2.2 Situation de patient

La situation de patient permet de comprendre dans quel contexte et avec quelle aide le patient va interagir avec le jeu. Par exemple, si la majorité des patients vivent encore chez eux sans assistance particulière, le jeu doit pouvoir être manipulé et installé facilement par les patients eux-même. A l'inverse, il n'est pas utile de réfléchir un jeu utilisable à domicile si tous les patients vivent dans des maisons de retraite ou des centres spécialisés.

Ceci est aussi intéressant pour certaines mécaniques de motivation, principalement les interactions sociales. Si les patients vivent en maison de retraite, le game designer peut réfléchir des versions multi-joueurs pour renforcer les liens sociaux entre les pensionnaires par exemple.

Données :

- Condition médicale (maladie, trouble)
- Lieu de vie et assistance
- Rapport à sa maladie

9.4.2.3 Intérêts

Les intérêts doivent aider le game designer à comprendre quels médias ou types de divertissement sont appréciés par le patient. Ces données lui servent d'inspiration pour définir un

game world qui intéressera le patient et le motivera.

Par exemple, c'est en étudiant les séries télévisuelles habituellement appréciées par les seniors et les jeux à visées tout public que nous avons choisi un petit village provençal comme cadre pour le *Village aux Oiseaux*. Plus particulièrement, le choix d'avoir des oiseaux à photographier provient de l'idée que les seniors aiment bien nourrir et observer les oiseaux. Ces décisions sont essentiellement des intuitions, mais elles se basent sur une étude des goûts des seniors.

Données :

- Goûts et intérêts (livres, films, série, télévision, jeux vidéo, art)
- Connaissances et pratique du jeu vidéo
- Connaissances et pratique de l'informatique

9.4.2.4 Capacités de jeu

Pour concevoir un gameplay thérapeutique et accessible, ainsi que des challenges d'un niveau de difficulté adapté, de nombreuses informations concernant les capacités de jeu du patient sont nécessaires. En effet, les patients ont potentiellement des difficultés sensorielles, perceptives, cognitives ou motrices dont le game designer doit tenir compte pour concevoir un gameplay accessible et amusant.

Cette partie du modèle du patient s'intéresse donc aux capacités mobilisées fréquemment dans la pratique des jeux vidéo, par exemple savoir trouver son chemin dans un espace 3D grâce à une carte.

Ces actions de jeu mobilisent souvent plusieurs fonctions. Le game designer n'étant pas un expert santé, il ne connaît pas l'ensemble de ces fonctions, ni les déficiences qui pourraient avoir un impact sur la capacité du patient à jouer. A l'inverse, l'expert santé connaît très bien le patient, mais ne sait pas ce que le game designer a besoin de savoir. Ainsi, lorsqu'un game designer et un expert santé échangent, il est difficile pour l'un et l'autre de savoir quelles informations sont utiles à transmettre ou obtenir.

Ceci est d'autant plus problématique qu'une mauvaise connaissance des capacités du patient peut mener le game designer à proposer un jeu thérapeutique inutilisable, inefficace, dangereux, ou dans le meilleur des cas, moins motivant que ce qu'il pourrait être. Ne pas avoir ses informations pour guider la game design, c'est prendre le risque de concevoir un jeu non-utilisable parce que le patient ne peut pas se concentrer plus de 10 minutes, mais que les sessions de jeu en durent 30 ou de proposer un jeu de tir à des patients qui ne peuvent pas prédire le mouvement et sont donc incapables de tirer sur une cible qui se déplace.

De plus, pour le game designer, savoir que la mémoire de travail du patient est abîmée n'est pas une information suffisante. Il va devoir se renseigner et chercher des exemples afin d'en comprendre les implications concrètes pour la pratique du jeu vidéo.

Par exemple, pour le *Village aux Oiseaux*, nous nous demandions si le patient serait capable de mémoriser l'objectif (une race d'oiseau et un comportement) et s'il était envi-

sageable de lui permettre de naviguer lui-même dans l'univers 3D du jeu. Savoir ce dont le patient est capable à priori permet de cadrer le game design. Par exemple, si le patient a une lenteur motrice, le game designer doit en tenir compte en proposant un rythme de gameplay adapté pour que le patient soit capable de jouer.

Ce modèle des capacités de jeu a été conçu à la croisée entre la santé et le game design, sa construction est expliquée dans le chapitre 12). Renseigner ce modèle avec l'expert santé devrait informer le game designer sur ce qu'il peut proposer comme gameplay au patient et à quelles conditions. Le modèle est composé d'une trentaine d'éléments divisés en trois parties faisant écho aux étapes génériques de la boucle de gameplay telle que postulée par Crawford (voir chapitre 1).

- **Écouter / Analyser** : concerne les capacités nécessaires à la réception, le traitement et l'analyse des informations données par le jeu.
- **Réfléchir / Décider** : concerne les capacités nécessaires à la résolution, les prises de décision, les stratégies et l'apprentissage, ainsi que les fonctions cognitives plus globales comme la mémoire.
- **Parler / Implémenter** : concerne les capacités nécessaires à l'interaction physique avec le dispositif d'entrée du jeu.

Cette partie du modèle du patient est plus complexe que les autres, plusieurs informations servent à décrire chaque capacité pour permettre au game designer et à l'expert santé d'en saisir la signification et l'importance : description générale, un exemple de situation de jeu dans lequel la capacité intervient et une indication des points importants.

Plusieurs critères servent à décrire chaque capacité : description de l'état de la capacité, niveau de performance du patient en rapport à un adulte en bonne santé, niveau de confiance de l'expert.

Le niveau de performance en rapport à un adulte en bonne santé peut être indiqué sur une échelle de 1 à 7 (1 = niveau du patient beaucoup plus bas). Plusieurs éléments de l'échelle peuvent être sélectionnés puisque les patients n'ont pas tous le même niveau de capacité même pour un trouble similaire. L'objectif est de connaître le spectre des difficultés.

L'expert peut indiquer son niveau de confiance entre 1 et 5 (5 étant le maximum). Selon les corps de la médecine, les experts seront plus ou moins confiants sur différents aspects des capacités du patient.

Voici deux exemples d'éléments, le contenu complet de ce modèle des capacités de jeu est présenté en annexe A.3.

Vision *Acuité, contrastes, couleurs, taille du champ visuel, fatigue, sensibilité*

Voir. Taille des éléments pour qu'ils puissent être vus et identifiés, taille des caractères pour la lecture. Daltonisme. Expliciter les défauts de la vision dont il faut tenir compte, expliciter si possible la taille des caractères et éléments pour qu'ils puissent être vus.

Inhibition

Interrompre une action automatique. Par exemple, le joueur doit tirer sur les ballons, sauf s'ils sont rouges. Il faut que le patient arrive à s'interrompre et ne pas tirer sur le ballon rouge. Expliciter si le patient a des difficultés à inhiber ses actions.

Modèle des capacités du patient (Stéphanie Mader / Gam...) Logout

Base Modèle capacité joueurs Outils

Ecouter / Analyser Réfléchir / Décider Parler / Implémenter

Rapidité sensitive et perceptive
Temps de traitement sensitif et perceptif
 Vitesse à laquelle le joueur parvient à traiter les informations du jeu.
 Essayer d'évaluer le temps qu'il faut laisser au patient. Attention, essayez d'évaluer uniquement l'aspect sensitif et perceptif (et non la cognition), il s'agit, par exemple, du temps entre l'apparition d'une cible et la perception de celle-ci par le joueur.

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé) Niveau de confiance de l'expert (max:5)

--- -- - = + ++ +++ 1 2 3 4 5

Description des facilités et difficultés

Certains patients sont un peu plus lent que la moyenne.

Vision
Acuité, contrastes, couleurs, taille du champ visuel, fatigue, sensibilité
 Voir. Taille des éléments pour qu'ils puissent être vus et identifiés, taille des caractères pour la lecture. Daltonisme.
 Expliciter les défauts de la vision dont il faut tenir compte, expliciter si possible la taille des caractères et éléments pour qu'ils puissent être vus.

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé) Niveau de confiance de l'expert (max:5)

--- -- - = + ++ +++ 1 2 3 4 5

Description des facilités et difficultés

Aucun problème de vision.

FIGURE 9.2 – Capture d'écran de l'interface en ligne pour le modèle des capacités de jeu

Pour faciliter l'utilisation de ce modèle des capacités de jeu, nous avons conçu deux formats imprimables (voir annexe A.3) et développé un outil informatique pour compléter et stocker des modèles (voir figure 9.2)¹.

Dans le chapitre 13, nous présentons des évaluations conduites sur ce modèle des capacités de jeu.

9.4.3 Modèle de la relation patient - thérapie

La relation la plus évidente dans un jeu thérapeutique est celle entre le patient et la thérapie. En effet, une thérapie vise une certaine condition médicale, qui peut être une maladie, un désordre ou une fonction à récupérer. La thérapie a pour but d'améliorer l'état du patient et il est attendu qu'elle produise cet effet. Ainsi, aucun jeu ne peut être considéré

1. Accessible à l'adresse : http://interaction-project.net/research/therapeutic_game_design_tools/

comme étant thérapeutique *de facto*, car la fonction thérapeutique émerge de la relation entre le joueur et le jeu thérapeutique.

Cependant, un game designer n'est pas capable de juger de cet aspect et c'est une des raisons fondamentales pour laquelle des experts médicaux doivent être impliqués dans la conception. En effet, il est nécessaire d'argumenter dès le départ la cohérence de cette association patient-thérapie. Au-delà de l'argumentaire, l'efficacité thérapeutique ne pourra être établie qu'à la fin du développement au travers de preuves provenant d'études médicales répondant aux standards du domaine.

Argumentaire d'efficacité Les arguments et preuves scientifiques sur lesquels le game designer et l'expert santé se basent pour penser que cette association thérapie-patient sera bénéfique pour l'état du patient

Preuve d'efficacité Les preuves d'efficacité thérapeutique du jeu obtenues en évaluant médicalement les effets thérapeutiques recherchés sur une cohorte de patients cible en comparaison à un groupe contrôle

9.5 Etape 2 : Design itératif du gameplay

Les informations obtenues à l'étape 1 de *modélisation du problème avec un expert santé* définissent les contraintes de conception du gameplay : modélisation théorique des patients et de la thérapie, argumentaire sur la pertinence de cette association patient-thérapie. En conséquence, le problème précis est suffisamment défini pour que le game designer propose un gameplay.

Objectif Définition des grandes lignes du jeu : gameplay, challenges, *game world*, et interactions sociales. Validation de la qualité ludique du prototype gameplay. Validation théorique de la qualité thérapeutique du gameplay.

Modèles et outils : Modèle P/G/T (**modèle du jeu**², modèle du patient, modèle de la thérapie, modèle de la relation patient-thérapie, **modèle de la relation jeu-thérapie**, **modèle de la relation patient-jeu**), **Méthode de formalisation du gameplay**, **PGS-EvalTool**.

Déroulement général Cette phase de design est composée de trois étapes itératives. Le game designer définit les grandes lignes du projet, et particulièrement le gameplay. Le gameplay est prototypé, puis le prototype est testé avec des patients. Les résultats du test permettent d'améliorer le gameplay, mais aussi d'améliorer les modélisations du patient et de ses capacités de jeu. Lorsque le prototype gameplay remplit ses objectifs d'expérience de jeu et que l'expert santé valide théoriquement sa qualité thérapeutique, le projet peut passer à l'étape 3.

2. sont en gras, les outils utilisés pour la première fois à cette étape

Etape 2.1 - Design et formalisation du gameplay Le game designer conçoit le gameplay, les challenges, le *game world*, et les interactions sociales. Pour cette conception, les modèles du patient et de la thérapie définissent des contraintes précises.

Pour cette étape, nous proposons d'autres modèles pour alimenter la réflexion du game designer et l'aider à cerner les contraintes et enjeux : modèle du jeu, modèle de la relation jeu-thérapie, et modèle de la relation patient-jeu. Le modèle du jeu précise ce que le game designer doit définir dans les grandes lignes à cette étape. Le modèle de la relation patient-jeu permet d'évaluer si le gameplay est adapté au patient, tandis que le modèle de la relation thérapie-jeu permet d'évaluer théoriquement si le jeu fournit effectivement la thérapie.

A cette étape, le game designer doit aussi formaliser le gameplay de manière détaillée et précise. D'une part, pour analyser dans le détail la qualité ludique et l'accessibilité de chaque action gameplay pour le patient, et d'autre part, pour que l'expert santé puisse valider théoriquement le potentiel thérapeutique du gameplay. Nous proposons une méthode de formalisation pour aider le game designer à détailler les actions de jeu de son gameplay.

Ces différents aspects du design s'effectuent en parallèle, car les différents modèles et méthodes alimentent la réflexion globale en aidant le game designer à changer rapidement de perspective tout en le guidant sur ce qui est important dans chaque perspective et ce qui est contraint par plusieurs aspects. Cette étape se termine lorsque l'expert santé et le game designer sont satisfaits du design.

Etape 2.2 - Prototypage Dans cette étape, le gameplay est prototypé pour être testé auprès de patients. Nous ne proposons pas de méthode précise de développement. Nous définissons seulement le résultat à atteindre. Le prototype gameplay doit enregistrer un maximum de données sur ce qu'il se passe pendant la session de jeu. Ces données permettent ensuite d'analyser ce qui fonctionne ou non dans le gameplay. L'analyse de ces données sert aussi à préciser la modélisation des capacités de jeu du patient. Nous proposons en exemple l'outil *Player in-Game Skill Evaluation Tool*.

Etape 2.3 - Playtest Plusieurs patients jouent au prototype. Outre les données de la session de jeu, des formulaires, des entretiens, des observations et toutes autres techniques de playtests peuvent être mises en oeuvre pour vérifier que le gameplay atteint ses objectifs ludiques. Grâce aux résultats des playtests, la modélisation des patients peut être corrigée ou précisée. A l'issue de cette étape, si le gameplay n'est pas satisfaisant, le game designer reprend à l'étape 2.1, sinon le projet passe à l'étape 3.

Dans les sous-sections suivantes, nous présentons le modèle du jeu, le modèle de la relation patient-jeu, et le modèle de la relation jeu-thérapie. La méthode de formalisation du gameplay et le PGS-EvalTool sont brièvement présentés ensuite.

9.5.1 Modèle du jeu

Le modèle du jeu précise quelles sont les grandes lignes du projet que le game designer doit définir à cette étape. Il s'agit soit de données précises servant à cadrer le projet comme les plateformes cibles, le dispositif d'entrée / sortie, et le genre de jeu, soit de descriptions générales concernant l'expérience de jeu, le gameplay, les challenges, le *game world*, et les interactions sociales. Tous ces aspects doivent être réfléchis en fonction de la thérapie visée et du patient, notamment ses intérêts et ses capacités. Le game designer peut aussi s'appuyer sur les modèles des relations patient-jeu et thérapie-jeu pour mieux cerner les enjeux et évaluer la cohérence de ses décisions de design.

Plateformes Plateformes cibles, p. ex. console de salon

Dispositif interactif Le matériel d'entrée et sortie qui permet au joueur de percevoir les états de jeu et d'interagir avec le jeu, p. ex. souris, manette, écran, microphone

Genre Les genres auxquels le jeu appartient, p. ex. action, aventure, stratégie

Expérience de jeu Description générale de l'expérience de jeu visée, équivalent du pitch

Gameplay Description de toutes les interactions entre le joueur et le jeu indépendamment de leur liens avec les challenges, le *game world*, et les interactions sociales.

Challenges Description des challenges principaux.

Game World Description générale du *game world*.

Interactions sociales Description générale des interactions sociales.

9.5.2 Modèle de la relation patient - jeu

La relation entre le joueur et le jeu peut être résumée en deux questions : Est-ce que le joueur est capable de jouer au jeu ? Est-ce que le jeu est intéressant et motivant pour le joueur ? Les contraintes cernées par le modèle des capacités de jeu et les données concernant les intérêts du patient guident le game designer pour réfléchir un jeu jouable et intéressant pour leur audience.

Les points importants de l'analyse de cette relation sont d'une part, la liste des aménagements mis en oeuvre pour l'accessibilité, et d'autre part, l'argumentaire ludique concernant la pertinence de l'expérience de jeu prévue en fonction de l'audience visée. Le modèle intègre aussi les résultats d'expérimentations et playtests vérifiant que les joueurs sont capables de jouer et sont motivés par le jeu. Ces validations sont obtenues au travers des playtests du prototype gameplay de l'étape 2 et du prototype de pré-production de l'étape 3.

Argumentaire ludique Arguments de la pertinence pour l'audience visée de l'expérience de jeu, du gameplay, des challenges, du *game world*, et des interactions sociales

Aménagements pour l'accessibilité Liste des aménagements spécifiques à l'accessibilité, p. ex. taille de caractères

Evaluation de l'accessibilité du prototype gameplay Description des résultats démontrant l'accessibilité du jeu pour les patients

Evaluation ludique du prototype gameplay Description des résultats démontrant que les patients s'amuse, ont du plaisir à jouer et ont envie de continuer à jouer

Evaluation de l'accessibilité du prototype de pré-production Description des résultats démontrant l'accessibilité du jeu pour les patients

Evaluation ludique du prototype de pré-production Description des résultats démontrant que les patients s'amuse, ont du plaisir à jouer et ont envie de continuer à jouer

Evaluation motivationnelle du prototype de pré-production Description des résultats démontrant que le prototype génère de la motivation à long-terme

9.5.3 Modèle de la relation jeu - thérapie

Le jeu et la thérapie sont deux aspects différents dans notre modèle afin de rendre plus lisible les relations que les éléments du jeu entretiennent avec les effets thérapeutiques attendus.

D'une part, nous pensons que tous les éléments du jeu ne sont pas liés à la thérapie, puisque certains d'entre eux peuvent avoir pour objectif fondamental d'améliorer la motivation du joueur, tandis que d'autres sont nécessaires à la mise en œuvre de l'activité thérapeutique. Lors de la conception, cette distinction est fondamentale, car ces éléments ne peuvent pas être traités de la même manière par le game designer.

D'autre part, cette séparation permet aussi de mettre en évidence que nous visons la conception de jeux thérapeutiques intrinsèques. C'est-à-dire que le jeu ou une partie du jeu est l'activité thérapeutique. En effet, utiliser le jeu comme récompense après une phase de travail ne permet d'améliorer qu'artificiellement et temporairement la motivation. Ce procédé se révèle inefficace sur le long-terme.

En séparant les aspects thérapie et jeu dans notre modèle, pour ensuite les mettre en relation, il est facile de vérifier si l'objet analysé est un jeu thérapeutique ou une thérapie qui offre un jeu en récompense.

Comme nous prenons la perspective d'un game designer, certaines caractéristiques de notre modèle sont dans le *jeu*, mais pourraient aussi être incluses dans la *thérapie* parce qu'elles sont fortement liées à celle-ci. En effet, ce n'est pas une coïncidence si *Virtual Iraq* simule la guerre en Irak et si dans le Village aux Oiseaux le joueur vise et tire sur des cibles. Ces caractéristiques sont nécessaires pour fournir la thérapie et sont donc fortement contraintes par le protocole thérapeutique.

En conséquence, selon le protocole thérapeutique, au moins un aspect du jeu est pertinent à la fois pour le jeu et la thérapie, il peut s'agir des challenges moteurs, cognitifs ou perceptifs, du *game world*, des interactions sociales, ou de l'expérience de jeu. Ceci signifie aussi que les autres aspects du jeu ont une influence faible, voir aucune influence sur le protocole thérapeutique et donc que ces aspects doivent être conçus dans l'unique objectif d'augmenter le plaisir de jeu et la motivation du patient.

Par exemple, dans le Village aux Oiseaux, la mécanique viser-tirer est nécessaire pour fournir la thérapie, alors que les oiseaux pourraient être remplacés par des avions en papier sans effet direct sur l'efficacité thérapeutique. Savoir quelles caractéristiques sont liées à la thérapie et plus particulièrement quelles caractéristiques fournissent l'activité thérapeutique et influent sur sa difficulté est fondamental pour le game designer de jeux thérapeutiques. Ces informations lui permettent notamment d'être plus créatif sur les éléments non liés à la thérapie afin de livrer l'expérience de jeu la plus intéressante possible pour le joueur.

Nous postulons que, comme les jeux sont des dispositifs interactifs, au minimum une action gameplay du jeu est vecteur de la thérapie. Ceci est notamment nécessaire pour pouvoir motiver le joueur à effectuer cette action. Cette action n'est cependant pas nécessairement explicite³ pour le système de jeu, mais fait partie de la résolution du challenge. Par exemple, si le joueur doit trouver des objets dans un décor complexe, la seule action explicite de jeu est de presser sur l'écran à l'endroit de l'objet. S'il s'agit d'une thérapie pour améliorer la motricité du bras, c'est cette action qui est le vecteur de la thérapie.

Admettons maintenant qu'il s'agisse d'une thérapie d'exposition pour traiter l'arachnophobie du patient. L'important devient donc que le patient soit exposé à des représentations d'araignées qui apparaissent de temps à autre à l'écran⁴. Mais c'est le fait que le patient doive observer l'écran pour trouver les objets qui le pousse à se confronter aux représentations. Ainsi dans ce cas, une des actions gameplay liée à la thérapie est celle d'observer et chercher un objet dans le décor de jeu. Une autre action gameplay liée à la thérapie qu'il faut considérer est celle de résister à sa peur, car cette action aura en effet un impact sur la réussite du challenge *trouver les objets*.

Ainsi, même lorsque les représentations du *game world* ou les interactions sociales sont l'aspect important pour la thérapie, une ou plusieurs actions gameplay sont liées à cet effet thérapeutique.

Nous conseillons au game designer d'inclure ces actions gameplay liées à la thérapie dans des challenges pour pouvoir motiver le patient à effectuer ces actions en les rendant nécessaires à sa progression dans le jeu, mais aussi pour réfléchir la gestion de la difficulté et le calcul du score en fonctions des objectifs thérapeutiques.

Si aucun aspect du jeu n'est lié à la thérapie, il est alors probable que le jeu ne fournisse pas la thérapie et qu'il faille interroger plus en détail le jeu en cours de conception. De plus, le game designer doit veiller à aménager particulièrement les objectifs, le calcul des scores et la gestion de la difficulté des challenges lorsque ceux-ci sont reliés à la thérapie.

Importance de l'expérience de jeu pour l'effet thérapeutique Explications concernant l'importance de l'expérience de jeu pour l'effet thérapeutique, par exemple l'expérience de jeu doit être paisible et aider le patient à rester calme.

Importance du *game world* pour l'effet thérapeutique Explications concernant l'importance du *game world* pour l'effet thérapeutique, par exemple, le *game world* doit représenter l'intérieur d'un avion pour aider le patient à vaincre sa phobie.

3. Nous apportons plus de précisions sur ces notions d'actions implicites et explicites dans le chapitre 10.

4. Nous ne postulons en aucun cas que ce procédé soit efficace pour traiter l'arachnophobie.

Importance des interactions sociales pour l'effet thérapeutique Explications concernant l'importance des interactions sociales pour l'effet thérapeutique, par exemple le jeu aide le patient à rompre son isolement social.

Actions gameplay thérapeutiques Liste des actions gameplay qui fournissent l'effet thérapeutique

Importance des challenges pour l'effet thérapeutique Liste des challenges amenant le joueur à effectuer des actions gameplay qui produisent l'effet thérapeutique, fonctionnement des objectifs, du système de score et de la difficulté.

9.5.4 Méthode de formalisation du gameplay

La méthode de formalisation est décrite en détail dans le chapitre 10, en voici un résumé. L'objectif de la méthode de formalisation du gameplay est de définir précisément toutes les actions gameplay effectuées par le joueur, que celles-ci soient explicites (presser un bouton) ou implicites (détecter la présence d'un oiseau). La formalisation doit aider le game designer à réfléchir et concevoir son gameplay en détails et permet aussi de discuter avec l'expert santé de l'accessibilité et du potentiel effet thérapeutique de chaque action.

La formalisation détaillée du gameplay est cruciale afin de définir précisément quelles actions gameplay sont thérapeutiques, puis de réfléchir les variables de difficulté reliées à ces actions. Outre l'aspect thérapeutique, réfléchir chaque action permet de réfléchir quelles capacités du patient sont mobilisées par ces actions pour évaluer si le patient sera capable de les effectuer, mais aussi si ces actions de jeu peuvent l'intéresser et le motiver.

Pour expliciter la démarche au travers d'un bref exemple, nous pouvons reprendre l'exemple de jeu proposé plus haut dans lequel il faut trouver des objets cachés dans le décor. Si le gameplay est simplement décrit sous la forme de l'action *trouver un objet caché dans le décor*, la formalisation donne très peu de détails sur les nombreuses sous-actions qui composent cette action. Il est donc possible de décomposer cette action en : regarder l'objet à trouver, mémoriser la forme de l'objet à trouver, parcourir du regard l'écran, identifier l'objet, presser sur l'objet. Grâce à cette décomposition, il devient clair que ce gameplay mobilise beaucoup la perception visuelle, un peu de mémoire, et un peu de motricité. Si le patient a de gros problèmes de mémoire de travail, par exemple, ce gameplay ne sera pas forcément adapté pour lui s'il ne parvient pas à garder en tête la forme de l'objet à trouver.

De plus, cette décomposition permet à l'expert santé de définir quelle action en particulier fournit l'effet thérapeutique. Si la thérapie vise la motricité, ce sera le fait de presser sur l'objet qui est important et l'emplacement de l'objet à l'écran (relativement à la position du bras du joueur) et le rythme auquel le joueur est amené à toucher l'écran sont les deux variables de difficulté les plus importantes pour la thérapie. Si l'objet de la thérapie est l'amélioration de la mémoire de travail, c'est donc le fait de mémoriser la forme de l'objet qui est l'action importante. Dans ce cas, les variables importantes sont, par exemple, le nombre d'objets à mémoriser, la complexité des formes à mémoriser, le temps à disposition pour mémoriser et le temps pendant lequel il faut retenir ces informations.

La décomposition est nécessaire lorsque le gameplay est haut-niveau, à l'inverse, le projet peut se baser sur des actions déjà décomposées, par exemple, le game designer sait qu'il doit faire en sorte que le joueur suive des yeux une cible. Dans ce cas, il commence son gameplay par cette action et réfléchit qu'elles sont les autres actions qui vont entourer cette action pour composer un challenge intéressant pour le joueur.

Cette méthode a fait l'objet d'une évaluation présentée dans le chapitre 13.

9.5.5 PGS-EvalTool

L'outil d'évaluation des capacités de jeu du patient (PGS-EvalTool) est un exemple de prototype gameplay pour l'étape 2.3 (*Playtest*). Le principe générale du PGS-EvalTool est de concevoir un enchaînement de mini-jeux visant à établir si le patient peut facilement maîtriser les différents aspects d'un gameplay. L'outil enregistre de nombreuses données permettant par exemple de calculer le temps de complétion moyen d'un niveau. Plus particulièrement, si le game designer fait aussi jouer des sujets sains ou d'autres démographies, il pourra comparer les résultats afin de saisir au mieux les différences de capacités des patients en jeu en rapport à un public plus conventionnel.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons développé plusieurs mini-jeux pour montrer l'intérêt de ce type d'outil. Le premier mini-jeu tente d'obtenir des informations générales sur la réactivité du joueur, tandis que les autres concernent les capacités requises pour les jeux 3D en vue subjective. Ce travail, ainsi que les recommandations de prototypage acquises au travers de cette expérience sont décrits dans le chapitre 11.

9.6 Etape 3 : Design du prototype de pré-production

Grâce à la phase précédente, la qualité ludique du gameplay et son accessibilité ont été validées expérimentalement auprès de patient et l'expert santé a pu valider théoriquement le potentiel thérapeutique du gameplay. Les grandes lignes de l'expérience de jeu, des challenges, du *game world*, et des interactions sociales ont été définies en tenant compte des contraintes thérapeutiques et de l'intérêt et des capacités des patients.

Objectif Validation de la qualité ludique, motivationnelle et thérapeutique du prototype de pré-production. Définition de toutes les mécaniques motivationnelles du jeu, du système de profilage, et du système de gestion de la difficulté.

Modèles et outils : Modèle P/G/T (modèle du jeu, modèle du patient, modèle de la thérapie, modèle de la relation patient-thérapie, modèle de la relation jeu-thérapie, modèle de la relation patient-jeu), **liste de recommandations pour la gestion de la motivation**⁵.

5. sont en gras, les outils utilisés pour la première fois à cette étape

Déroulement Durant cette étape, le game designer doit concevoir l'entier du jeu, notamment toutes les mécaniques motivationnelles, le système de profilage du patient et le système d'adaptation de la difficulté. Ensuite, le prototype de pré-production est développé, puis évalué afin de valider ses effets thérapeutiques et motivationnelles. Si les résultats sont positifs, le développement du jeu thérapeutique peut commencer.

Etape 3.1 : Design du prototype et du jeu Durant cette étape, les aspects du jeu qui permettent de maximiser la motivation à moyen et long-terme du patient sont conçues en détails, par exemple l'ajout de personnage ou de modes de jeu multi-joueurs. Le game designer définit aussi le fonctionnement du système de profilage du patient et d'adaptation de la difficulté. Le game designer doit aussi définir le contenu exact qui sera développé et intégré dans le prototype de pré-production. Les différentes modélisations précédemment établies permettent de guider ce travail. Pour aider le game designer à trouver des mécaniques motivationnelles, nous proposons une liste de recommandations concernant l'expérience de jeu, des challenges, du *game world*, et des interactions sociales.

Etape 3.2 : Développement du prototype de pré-production Pour cette étape (comme pour l'étape 2.2), nous ne définissons pas de méthode précise de développement. Nous définissons par contre le résultat. Le prototype de pré-production doit être de qualité finale. La durée de jeu du prototype dépend de la méthode de validation des effets thérapeutiques, le prototype de pré-production doit fournir suffisamment d'heures de jeu pour que cette validation puisse avoir lieu. Par ailleurs, le prototype doit intégrer toutes les mécaniques motivationnelles pour pouvoir valider expérimentalement que le jeu motive les patients efficacement.

Etape 3.3 : Playtest et validation des effets thérapeutiques Durant cette étape, les effets thérapeutiques du gameplay et la motivation moyen ou long-terme générée par le jeu sont évalués pour la première fois. Comme les protocoles de validation d'effets thérapeutiques sont souvent longs, l'évaluation de la qualité ludique et motivationnelle du jeu peut s'effectuer en parallèle. A l'issue de ces validations, les modélisations doivent être actualisées grâce aux nouvelles données. Si les évaluations ludiques ou motivationnelles sont négatives, le projet revient à l'étape 3.1 pour améliorer ses aspects. Si les évaluations thérapeutiques sont négatives, l'expert santé et le game designer remettre en question le modèle de la thérapie et reprendre à l'étape 2 pour réfléchir à nouveau le gameplay et les aspects du jeu importants pour la thérapie. Finalement, si les résultats sont positifs, le projet peut passer en phase de développement.

Dans la sous-section suivante, nous présentons la liste de recommandations pour la gestion de la motivation, puis nous abordons la suite de la production.

9.6.1 Liste de recommandations pour la gestion de la motivation

Les travaux étudiés dans le chapitre 1 abordent de nombreux aspects du plaisir de jeu et identifient des facteurs pouvant améliorer la motivation du joueur. Par exemple, avoir un niveau de difficulté adapté, approfondir les relations sociales, ou proposer un monde fantastique.

Nous expliquons dans le chapitre 12 comment nous avons analysé cet état de l'art afin d'identifier les facteurs les plus importants de la motivation et du plaisir de jeu, puis démontré que notre structure challenge, *game world*, et interactions sociales permettait de tous les référencer.

En conséquences, nos recommandations sont construites autour de cinq axes : expérience de jeu, challenge, *game world*, et interactions sociales. L'objectif est de rappeler au game designer les différents ingrédients qu'il peut ajouter dans le jeu pour maximiser la motivation du patient. En effet, de manière générale, les jeux thérapeutiques se focalisent sur la composante nécessaire à la mise en œuvre de la thérapie et incluent peu d'éléments des autres composantes. Nous pensons au contraire que pour maximiser la motivation du patient, il est important d'exploiter les différentes composantes à la disposition du game designer. Par exemple, dans les jeux ne proposant que du challenge, il est probable que le jeu soit motivant à court-terme, cependant, après plusieurs jours de pratique, le patient pourrait se lasser de toujours faire la même activité. L'ajout d'une composante multi-joueurs ou d'un *game world* riche dans lequel les activités gameplay ont un effet sont des systèmes motivationnels qui peuvent être mis en œuvre par le game designer.

Expérience de jeu Le game designer doit tenir compte des émotions du joueur et des effets potentiels de son jeu. Il peut manipuler des paramètres de jeu pour renforcer les émotions et effets positifs, ou pour amoindrir ceux qui sont négatifs.

- **Emotions / Sensations** : Les jeux peuvent faire ressentir de nombreuses émotions et sensations à leurs joueurs.
- **Effets secondaires positifs possibles** : Les jeux peuvent produire des effets positifs, p. ex. amélioration de l'humeur, amélioration de l'estime de soi..
- **Effets secondaires négatifs possibles** : Les jeux peuvent produire des effets négatifs, p. ex. frustration face à l'échec, fatigue visuelle.

Objectif Les objectifs guident le joueur et le motivent à agir dans le jeu, soit parce que le jeu lui propose des objectifs, soit parce que le joueur se fixe lui-même des objectifs

- **Moyens de communication** Les objectifs peuvent être communiqués au joueur de différentes manières, p. ex. éléments d'interface, dialogue avec des personnages du jeu.
- **Explicite / Implicite** Les objectifs explicites sont ceux fixés par le jeu. Ils servent à guider les activités du joueur. Les objectifs implicites sont ceux que le joueur se fixe indépendamment des objectifs explicites.
- **Multiple niveaux d'objectifs** Plusieurs objectifs peuvent coexister en parallèle, tandis que certains objectifs nécessitent la réalisation de plusieurs sous-objectifs pour être atteints. Le joueur doit savoir quels objectifs ses actions alimentent à court, moyen et long-terme.
- **Choix et autonomie** : Avoir le choix entre plusieurs objectifs à remplir peut renforcer la

sensation d'autonomie du joueur.

- **Besoins** Les besoins sont une forme d'objectif implicite, p. ex. obtenir une meilleure arme pour son personnage, débloquer un nouvel espace du jeu.

Challenge Les challenges sont les obstacles ou défis que relèvent les joueurs pour progresser dans le jeu. Dans les jeux thérapeutiques, certains challenges doivent amener le joueur à effectuer certaines actions pour produire l'effet thérapeutique, tandis que d'autres challenges ont pour unique but de renforcer la motivation du joueur. Les challenges reliés à l'efficacité thérapeutique doivent être réfléchis avec l'expert santé, notamment en ce qui concerne le paramétrage de la difficulté

- **Contingence** : Les actions de jeu doivent être fiables et reproductibles afin que le joueur puisse les apprendre et les maîtriser, p. ex. si le personnage peut sauter, sa hauteur maximale de saut doit, dans des conditions similaires, être toujours la même.
- **Incertitude** : Un challenge n'existe que si le joueur doit réaliser des actions non-triviales pour l'accomplir. Si le joueur est certain de réussir ou d'échouer, il n'y a pas d'incertitude et donc pas de challenge.
- **Challenges perceptifs** : Les challenges perceptifs mobilisent des capacités perceptives, p. ex. détecter rapidement l'apparition d'un ennemi.
- **Challenges cognitifs** : Les challenges cognitifs mobilisent des capacités cognitives, p. ex. trouver la solution d'un puzzle, prendre une décision stratégique.
- **Challenges moteurs** : Les challenges moteurs mobilisent les capacités motrices, p. ex. presser le bon bouton de la manette.
- **Difficulté** : La difficulté des challenges est centrale dans le plaisir de jeu et la motivation, mais aussi pour l'efficacité thérapeutique. La difficulté peut suivre une courbe de progression statique et prédéfinie, être dynamiquement adaptée par un système ou être définie par le joueur.
- **Variabilité** : Pour maintenir l'intérêt de joueur dans le temps, il faut proposer des variations des challenges, p. ex. différents types d'ennemis.
- **Choix et autonomie** : La sensation d'autonomie du joueur provient du degré de liberté que le jeu lui laisse. Ici, les choix concernent la manière d'atteindre un objectif, p. ex. contourner les ennemis en avançant sans être découvert au lieu de les combattre.

Récompenses et feedbacks Les feedbacks communiquent les modifications d'états du jeu en retour des actions du joueur. Les récompenses sont ce que le joueur obtient selon la réussite de ses actions et lorsqu'il complète des challenges.

- **Feedback de performance** : Le joueur doit recevoir des feedbacks clairs et immédiats sur sa performance. Ceux-ci lui permettent de savoir si son action est efficace ou s'il doit changer de stratégie. Sans feedback de performance, le joueur n'a aucun moyen de savoir s'il est en train de réussir ou échouer.
- **Feedback de progression** : Le joueur doit recevoir des feedbacks opportuns sur sa progression. Il doit toujours savoir où il se trouve dans l'atteinte de son objectif.
- **Amplitude des feedbacks** : Les effets utilisés pour que le joueur perçoive ses actions et leurs résultats dans le jeu sont importants. D'une part, chaque action doit être validée par un feedback pour que le joueur sache que le jeu a enregistré son action (effectance). D'autre part, les effets peuvent être amplifiés pour renforcer la sensation d'effectance. Plus l'action de jeu est difficile, plus les effets doivent être amplifiés.

- **Récompenses** : Le joueur peut recevoir des récompenses lorsqu'il atteint un objectif ou réussit des actions. Des objets utiles pour le gameplay sont un des types de récompenses les plus intéressants pour le joueur. D'autres récompenses peuvent être cosmétique, p. ex. un nouveau costume pour habiller son avatar. Comme pour l'amplitude des feedbacks, plus le challenge relevé est difficile, plus la récompense doit être grande.
- **Accomplissement** Le joueur doit pouvoir constater ses accomplissements majeurs p. ex. système de trophées, niveaux de l'avatar.

Game World L'espace virtuel du jeu a une importance variable selon le type de jeu. Lorsque le *game world* a une place importante, il peut être un facteur important de motivation.

- **Evasion** : L'évasion est l'une des motivations principales des joueurs. Cette possibilité de s'évader de la réalité nécessite de pouvoir s'engager dans un monde virtuel riche.
- **Traitement visuel et sonore** : Le traitement visuel et sonore peut être réaliste ou stylisé. Il doit être réfléchi selon les goûts et intérêts de l'audience. Outre permettre au joueur de bien détecter les informations importantes, le traitement visuel et sonore est un facteur important de l'expérience de jeu.
- **Simulation** : Le monde simulé est régi par des règles (p.ex. sociales) et lois (p. ex. physiques). Celles-ci doivent être cohérentes et compréhensibles pour le joueur, les découvrir peut être une part du plaisir du jeu.
- **Personnages et histoire** : Des personnages et une histoire peuvent renforcer la motivation du joueur en lui permettant de s'investir davantage dans le jeu. Si les actions du joueur font progresser la narration ou ont des effets sur les personnages, le joueur peut sentir l'importance de son action dans le *game world*.
- **Choix et autonomie** : Le joueur peut effectuer des choix qui ne sont pas d'ordre stratégique, p. ex. des choix moraux ou des choix ayant une influence sur la narration.
- **Exploration & Découverte** : Si le monde est vaste et ouvert, le joueur peut l'explorer librement et découvrir de nouveaux espaces. Ceci permet de renforcer la sensation d'autonomie, mais aussi d'évasion.
- **Autres activités de jeu** : Selon les règles de fonctionnement du *game world* et les règles du jeu, le joueur peut s'amuser au travers d'autres activités qui ne servent pas les objectifs explicites du jeu, p. ex. décorer sa maison, admirer des paysages.

Interactions Sociales Pouvoir jouer à plusieurs pour s'entraider ou pour s'affronter est un autre facteur de motivation important des jeux.

- **Coopération** : Les systèmes de coopération permettent à plusieurs joueurs de coopérer pour atteindre un objectif commun ou de s'entraider dans la complétion de leurs objectifs individuels.
- **Compétition** : Les systèmes de compétition permettent à plusieurs joueurs de se comparer et s'affronter.
- **Relations sociales** : Certains jeux permettent de créer et alimenter les relations sociales en intégrant des outils de communication et regroupement p. ex. liste d'amis, groupes de joueurs, discussions. Dans les jeux thérapeutiques, les interactions pour renforcer les relations avec les proches, notamment les liens intergénérationnels, peuvent être un facteur de motivation important pour le patient.

9.7 Suite de la production

Lorsque l'efficacité thérapeutique et l'efficacité ludique du prototype de pré-production ont été validées, le projet passe en phase de production. Pour le reste de la production du jeu thérapeutique, les modélisations guident toujours la conception et doivent être actualisées lorsque de nouvelles données permettent de les améliorer.

La phase d'évaluation finale en particulier, doit répondre aux mêmes exigences que les évaluations de fin de pré-production et constitue aussi une opportunité d'améliorer les modélisations.

9.8 Communication des résultats

Pour qu'un jour le design de gameplay thérapeutique soit simplifié grâce aux nombreuses connaissances acquises par des game designers de jeu thérapeutique, nous conseillons aux game designers de communiquer (si possible) les modélisations finales, les schémas du gameplay du projet, et les résultats des évaluations des prototypes et du jeu final.

Cette pratique, de dévoiler directement les documents ayant servis au game design d'un jeu, n'est pas forcément habituelle dans l'industrie ou dans la recherche, mais nous pensons que cette transparence est nécessaire pour faire avancer plus efficacement et rapidement le domaine.

A terme, ceci pourra permettre aux game designers de jeux thérapeutiques d'avoir accès à une base de connaissances, notamment une liste des différents effets thérapeutiques des gameplay, ainsi que des modélisations précises de différents types de patients.

En outre, afin que ces travaux puissent être améliorés, nous leur conseillons aussi de communiquer leurs expériences d'utilisation de cette méthodologie.

9.9 Note concernant l'ordre de définition des aspects

Dans notre méthode, le patient et la thérapie sont définis en premier, le game designer cherche comment traduire la thérapie en jeu. Il est aussi possible de baser le projet sur un effet connu d'un gameplay ou d'un genre de jeu. Dans ce cas, le genre de jeu ou certaines boucles de gameplay sont aussi définis dès le début de l'étape 1.

Par exemple, le *Village aux Oiseaux* a pour origine une étude démontrant que les jeux de tir en vue subjectives améliorent les réseaux attentionnels de leurs joueurs [Green 03]. Cet aspect gameplay était donc un fondement du projet au même titre que le type de thérapie et de patient visé.

9.10 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons proposé une méthode de conception de jeu thérapeutique. Cette méthode est composée de trois étapes : modélisation du problème avec l'expert santé, design itératif du gameplay thérapeutique, et design du prototype de pré-production.

La première étape vise à cerner les contraintes du projet en modélisant le patient et la thérapie avec l'expert santé. Ensuite, pour les deux étapes suivantes, la méthode explicite les objectifs et un ensemble de sous-étapes de design, de prototype et d'évaluations à conduire concernant l'efficacité thérapeutique et l'efficacité ludique.

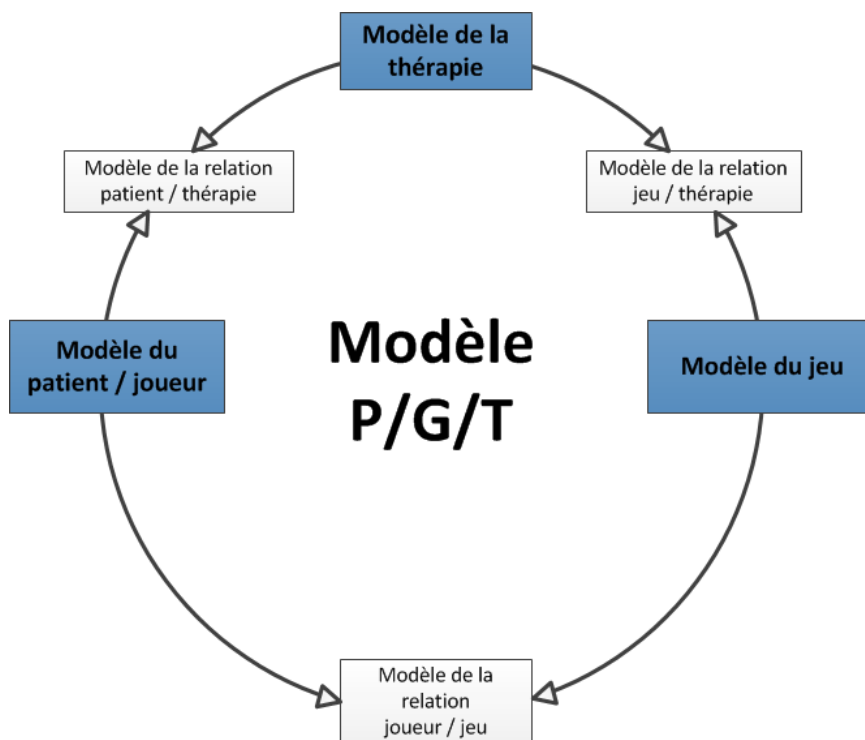


FIGURE 9.3 – Modèle P/G/T

Outre la méthode, nous apportons le modèle P/G/T (voir figure 9.3). Ce modèle a pour objectif de 1. guider les échanges avec l'expert santé, 2. proposer une liste des aspects importants à modéliser concernant le jeu, le patient, et la thérapie, 3. souligner les enjeux et contraintes de conception au travers des modèles de relations thérapie-jeu, thérapie-patient, et patient-jeu.

Nous avons aussi présenté brièvement une méthode de formalisation du gameplay (présentée en détails dans le chapitre 10) et un outil d'évaluation des capacités de jeu du patient (présenté en détails dans le chapitre 11).

Chapitre 10

Méthode de formalisation du gameplay

10.1 Introduction

Dans les jeux thérapeutiques, le game designer conçoit un gameplay pour amener le joueur à effectuer certaines actions nécessaires à l'activité thérapeutique. Outre s'assurer que les challenges amènent bien le joueur à effectuer ces actions, le game designer doit veiller à ce que son joueur soit capable d'effectuer chaque interaction nécessaire. Il doit donc pouvoir décomposer le gameplay pour en identifier toutes les actions de jeu et vérifier avec l'expert santé que ces actions sont faisables pour les patients. Si ce n'est pas le cas, le game designer doit réfléchir comment les rendre accessibles ou modifier le gameplay pour que le patient n'ait pas besoin d'effectuer ces actions.

Dans de nombreuses définitions (voir chapitre 1), le gameplay est composé de deux aspects : un challenge, c'est-à-dire un objectif à atteindre, et les actions que le joueur peut effectuer pour adresser ce challenge. Ces actions doivent être non-triviales afin de maintenir une part d'incertitude dans la résolution. Cependant, toutes les actions permettant l'atteinte de l'objectif ne sont pas nécessairement non-triviales.

Aussi, comme nous l'avons déjà expliqué, nous considérons ici le gameplay dans sa globalité, c'est-à-dire toutes les interactions entre le joueur et le jeu. Le gameplay inclut donc aussi les interactions avec le *game world* et les autres joueurs.

La méthode que nous proposons ici vise à formaliser le gameplay d'un jeu thérapeutique, en gardant toujours à l'esprit une notion d'échec ou de réussite de challenge, même si celui-ci n'est composé que d'actions triviales. En effet, la trivialité d'une action est dépendante du niveau de capacités du joueur. Plus particulièrement, un gameplay composé à priori uniquement d'actions triviales peut présenter des difficultés au joueur : nombre d'actions triviales simultanées, durée du challenge (endurance), actions implicites non triviales (plannification complexe). C'est donc seulement dans une vue globale de toutes les actions du joueur qu'il est possible de pondérer l'impact en terme de difficulté, et notamment de charge cognitive,

de chaque action.

En conséquences, notre méthode propose un point de vue neutre sur cette question et toute action y est décrite comme pouvant être échouée ou réussie, donc chaque action peut aussi être vue comme un sous-challenge en tant que tel. L'interprétation revient donc au game designer qui peut s'appuyer sur cette formalisation pour paramétrer et calibrer son jeu selon le résultat qu'il souhaite atteindre, et notamment concernant le niveau de difficulté de chaque action.

L'identification de toutes les actions de jeu est d'autant plus cruciale que la variation de difficulté des challenges est ce qui permet de proposer une activité thérapeutique qui reste adaptée et efficace selon l'état des capacités du patient. Ceci est d'autant plus important que les capacités du patient varient dans le temps selon son rétablissement ou la progression de la maladie. Il est donc nécessaire de relier les différentes actions gameplay aux capacités du joueur, et d'identifier les différentes variables de difficulté de chaque action pour adapter efficacement la difficulté des challenges.

Nous avons identifié dans le chapitre 2 que les méthodes de formalisation en game design visent principalement à décrire le système de jeu. Si certaines des actions du joueur y sont représentées, il s'agit uniquement d'actions *explicites*, c'est-à-dire des actions qui agissent sur le système de jeu et dont le système de jeu a connaissance.

Or, de très nombreuses actions du joueur ont une importance dans la résolution de la situation de jeu sans pour autant que le système de jeu puisse en avoir connaissance. Ces actions que nous nommons *implicites* concernent notamment la perception et l'analyse de la situation, tout comme les choix et décisions stratégiques.

Pour les jeux thérapeutiques, toutes les actions de jeu, explicites comme implicites, doivent être décrites pour pouvoir réfléchir l'accessibilité et l'objectif thérapeutique. En effet, si nous prenons l'exemple du *Village aux Oiseaux*, l'effet thérapeutique est généré par des actions implicites du joueur (par exemple détecter la présence d'un oiseau).

De plus, si la formalisation du système de jeu est une pure description de ce qui doit être construit et est donc maîtrisable par le game designer, la formalisation du gameplay, à l'inverse, est une prédiction du comportement et des actions du joueur face à ce système de jeu. Si cette formalisation peut représenter l'objectif à atteindre, elle constitue aussi une prédiction plus ou moins intuitive et précise de la manière dont le joueur réagira en interaction avec le système de jeu et donc des actions qu'il effectue pour réussir le challenge.

En conséquence, une telle méthode de formalisation doit être un processus qui aide le game designer à décrire toutes les actions de jeu et les variables de difficulté afin de cerner au mieux les effets des règles du jeu sur le joueur. De plus, le game designer doit discuter du gameplay avec l'expert santé entre autre pour s'assurer que le gameplay peut effectivement produire un effet thérapeutique. La décomposition du gameplay en actions est nécessaire pour faciliter ces échanges.

Nous proposons deux versions de cette méthode, car nous avons identifié l'existence de deux processus différents de conception de gameplay pour les jeux thérapeutiques. Dans le premier cas, le gameplay est déjà défini, car le projet se base sur une étude démontrant

les effets positifs de ce gameplay. Ici, l'objectif du game designer est donc de *décomposer ce gameplay* existant pour l'analyser et mieux le définir. Dans le second cas, le game designer sait quelles actions il doit amener le patient à effectuer, mais ces actions n'ont pas encore la forme d'un gameplay. Il doit donc *composer un gameplay* contenant ces actions thérapeutiques, notamment en ajoutant d'autres actions de jeux pour créer un challenge intéressant et motivant.

Dans ce chapitre, nous commençons par présenter notre modèle générique de la boucle de gameplay, puis nous expliquons plus en détails les notions d'actions *implicites* et *explicites* introduites ici.

Ensuite, nous expliquons les objectifs généraux de notre méthode de formalisation. Nous présentons ensuite les étapes principales de la méthode dans le cas d'une décomposition de gameplay, puis expliquons brièvement comment la méthode s'applique pour une composition de gameplay.

Finalement, nous présentons l'ébauche d'un format de schématisation avec des exemples de schémas du gameplay du *Village aux Oiseaux* et d'*Unreal Tournament 3* (Epic Games, 2007).

10.2 Modèle de la boucle de gameplay

L'objectif du modèle de la boucle de gameplay est d'explicitier les groupes de fonctions sensorielles, perceptives, cognitives, et motrices, que la boucle de gameplay mobilise automatiquement indépendamment du genre de jeu. En effet, la boucle de gameplay est un cycle d'interaction qui nécessite que le joueur reçoive les informations transmises par le jeu, réfléchisse, puis applique ses décisions dans l'espace de jeu. Ce cycle mobilise différentes capacités du joueur et l'état de ces différentes fonctions a donc une influence sur la performance du joueur.

Tout d'abord, le joueur obtient les informations transmises par le jeu au travers de ces sens (principalement vision, audition et haptique) et traite ces données grâce à ses fonctions perceptives. Les fonctions exécutives lui permettent d'analyser la situation de jeu et de décider ce qu'il va faire. Finalement, le joueur utilise son corps pour agir sur le système d'entrée du jeu, par exemple une manette, une caméra ou un micro.

Les mémoires sont utiles à différentes étapes et servent différentes autres fonctions. Par exemple, la mémoire procédurale est celle qui est utilisée pour automatiser les gestes et permet, par exemple, de presser le bon bouton de la manette sans devoir y réfléchir. D'autres types de mémoire permettent de stocker les connaissances générales du jeu.

La mémoire de travail et l'attention sont représentées à un niveau supérieur car ces deux groupes de fonctions conditionnent le niveau de fonctionnement des autres. En dernier lieu, les états psychologiques et physiologiques englobent l'ensemble, car ceux-ci ont un effet sur les performances des autres fonctions.

Ce modèle de la boucle de gameplay apporte une vue générale de la boucle de gameplay et des fonctions qu'elle mobilise : fonctions sensibles, perceptives, exécutives, et motrices, ainsi

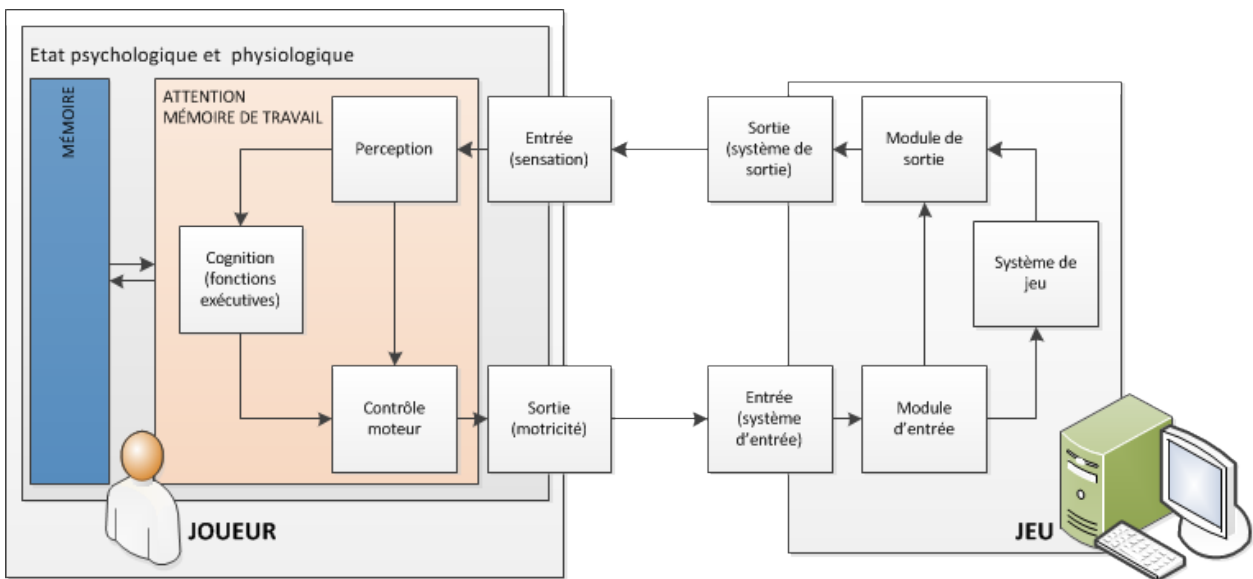


FIGURE 10.1 – Modèle de la boucle de gameplay

que certaines fonctions et états plus précis : attention, mémoire de travail, autres mémoires, état psychologique et physiologique (voir figure 10.1).

Ce modèle permet de mettre en évidence que toute boucle de gameplay est composée à la fois d'actions *implicites* et *explicites*.

10.3 Actions explicites et implicites

Sur la base du modèle de la boucle de gameplay présenté précédemment, nous avons identifié deux types d'actions gameplay : les actions *explicites* et les actions *implicites*. Les actions explicites sont les actions que le joueur communique au système de jeu, que ce soit par exemple, par pressions de boutons, commandes vocales, ou par gestes. Ces actions sont principalement motrices et sont celles dont le système de jeu peut avoir connaissance.

A l'inverse, les actions sensorielles, perceptives, et cognitives sont implicites. Sans dispositif d'interaction particulier comme un *Eye Tracking* pour mesurer ce que le joueur observe à l'écran, le système de jeu n'a pas connaissance des actions implicites au moment où elles se produisent. Le système de jeu peut parfois les inférer à la fin d'un challenge selon la réussite du joueur. Pour exemple, si le joueur a tiré sur un ballon rouge, à priori il en a détecté la présence et l'a identifié comme cible.

A notre connaissance, aucune méthode de game design ne propose au game designer de formaliser toutes les actions implicites effectuées par le joueur, les méthodes se concentrent habituellement sur les actions explicites et leurs effets sur les états de jeu. Tout l'intérêt de notre méthode de formalisation réside donc dans la décomposition des actions de jeu pour

permettre au game designer de cerner aussi ce type d'action gameplay.

Ceci est important, car dans le cadre des jeux thérapeutiques, les actions explicites ne sont pas toujours les plus importantes. En effet, lors de thérapies perceptives ou cognitives, l'activité thérapeutique est généralement constituée d'actions implicites.

Décomposer le gameplay en actions permet aussi au game designer de définir quelles actions de jeu doivent être simples à réaliser pour le joueur, et donc quelles aides peuvent lui être apportées pour simplifier la réalisation de ces actions.



FIGURE 10.2 – Aide à l'acquisition d'information dans Hearthstone (Blizzard, 2014)

Pour exemple, dans le jeu de carte *Hearthstone* (Blizzard, 2014), l'acquisition d'informations concernant les cartes en main et les ressources à disposition n'est pas une action qui est challengées par le gameplay. Ainsi dans *Hearthstone*, les cartes jouables et les cartes qui peuvent attaquer l'adversaire sont cerclées de vert pour que le joueur ait immédiatement accès à cette information, sans avoir besoin de la réfléchir (figure 10.2). Cette aide permet au joueur de se concentrer sur le coeur de gameplay : les décisions stratégiques.

10.4 Objectifs de la formalisation

La méthode de formalisation que nous proposons se concentre sur les actions que le joueur effectue pour relever un challenge donné, c'est-à-dire l'ensemble des actions implicites (p. ex. planifier) comme explicites (p. ex. presser un bouton pour attaquer) que le joueur effectue pour influencer la situation de jeu.

D'une certaine manière, chacune de ces actions alimente la réussite ou l'échec d'un challenge donné, mais la réalisation de cette action constitue aussi un sous-challenge à part entière qui peut être plus ou moins réussi par le joueur. Ainsi, chacune de ces actions doit être d'un niveau de difficulté adapté aux capacités particulières du patient. Du reste, certaines actions

ne doivent pas être un challenge, souvent parce que le patient ne peut pas réaliser efficacement ces actions à cause de l'état de ses capacités. Le game designer doit donc les identifier et modifier son gameplay pour que ces actions soient facilitées, voir supprimées.

De plus, parmi toutes ces actions, seule une partie d'entre elles est importante pour le bénéfice thérapeutique. Il est donc nécessaire de décomposer le gameplay pour comprendre quelle action mobilise quelle capacité du patient. La décomposition permet aussi d'échanger plus efficacement avec un expert santé pour établir avec lui quelles actions de jeu amènent le bénéfice thérapeutique et vérifier la justesse des liens actions-capacités.

En conséquence, la méthode de formalisation du gameplay vise à :

1. Identifier toutes les actions d'un gameplay
2. Identifier les capacités mobilisées par ces actions
3. Identifier les actions liées au bénéfice thérapeutique
4. Identifier les variables de difficulté importantes de chaque action

Ainsi, d'une part cette méthode vise à aider le game designer à réfléchir le gameplay, et les variables de difficulté des différents challenges, et d'autre part, à lui faire formaliser son gameplay pour faciliter les échanges, entre autre avec l'expert santé. Dans cette section, nous expliquons comment le game designer peut décomposer son gameplay en plusieurs étapes sous forme de tableau. Nous expliquons ensuite comment la méthode peut être utilisée pour composer un gameplay. En fin de chapitre, nous présenterons nos ébauches de schématisation du gameplay.

La formalisation du gameplay proposée dans ce chapitre n'a pas pour but de remplacer les méthodes actuelles, le système de jeu et ses états doivent aussi être formalisés. Notre méthode est donc complémentaire et se concentre sur les actions du joueur et leur influence sur la réussite ou l'échec des challenges.

10.5 Les étapes de formalisation

Dans cette section, nous expliquons les différentes étapes de formalisation pour la décomposition du gameplay. Nous proposons d'effectuer la formalisation en cinq étapes distinctes :

- Etape 1 : Description textuelle synthétique du gameplay
- Etape 2 : Division du gameplay en actions principales
- Etape 3 : Identification et hiérarchisation des actions du joueur
- Etape 4 : Identification des actions liées au bénéfice thérapeutique
- Etape 5 : Identification des variables de difficulté

Ces étapes ne sont pas forcément séquentielles et peuvent être effectuées en parallèle ou de manières itératives. Dans cette section, nous expliquons les étapes en exemplifiant avec le *Village aux Oiseaux*. En fin de section, nous expliquerons comment effectuer ces étapes lorsqu'il s'agit de composer un gameplay à partir d'actions thérapeutiques déjà identifiées.

10.5.1 Etape 1 : Description textuelle synthétique du gameplay

La première étape consiste à décrire en quelques phrases le gameplay qui sera formalisé. Il est important dans cette phase d'identifier les objectifs du joueur, les moyens mis à sa disposition, les obstacles, ainsi que les facteurs de réussite et d'échec du challenge. Cette première étape permet de cadrer quelle partie du gameplay va être étudié, ainsi que ces éléments principaux. Ceci est d'autant plus important si le jeu contient plusieurs gameplay différents ou différents modes de jeu.

Pour le *Village aux Oiseaux*, nous formalisons le challenge suivant : « *L'objectif du joueur est de photographier des oiseaux d'une certaine race (hirondelle) lorsqu'elles effectuent un certain comportement (picorer). Des oiseaux de différentes races apparaissent, restent un certain temps à l'écran en effectuant différents comportements et déplacements, puis sortent de l'écran. Lorsqu'un oiseau cible (hirondelle) effectue le bon comportement (picorer), le joueur doit le photographier. Le joueur aligne son curseur sur l'oiseau et presse un bouton. Si l'oiseau est dans le cadre de la photographie, le joueur a réussi le challenge. Lorsqu'un oiseau cible sort de l'écran et que celui-ci a effectué le bon comportement sans que le joueur ne le photographie, le joueur a échoué le challenge. Lorsqu'un oiseau a déjà été photographié, le reprendre en photographie n'apporte rien au joueur.* »

Dans le *Village aux Oiseaux*, la photographie reçoit un score entre une et cinq étoiles selon si l'oiseau est entièrement ou partiellement dans le cadre. Par souci de brièveté, nous laissons cet élément du gameplay de côté pour notre exemple.

10.5.2 Etape 2 : Division du gameplay en actions principales

Même pour un gameplay simple comme celui du *Village aux Oiseaux*, il est plus efficace de diviser le problème en sous-problèmes. Nous commençons donc par diviser le gameplay en actions principales pour simplifier le processus de formalisation. Dans le cadre d'un jeu plus complexe, cette première décomposition en actions principales permet donc d'identifier et articuler les différents sous-objectifs du jeu.

Il est important de garder à l'esprit que certaines de ces actions sont effectuées en permanence et d'autres uniquement en certaines occasions plus précises. De plus, toutes ces actions peuvent être effectuées en parallèle par le joueur et même certaines actions peuvent être effectuées plusieurs fois en parallèle par le joueur. Par exemple, le joueur regarde continuellement l'écran pour détecter la présence de cibles et peut suivre du regard plusieurs cibles présentes à l'écran en même temps.

Les déclencheurs principaux de ces actions doivent donc aussi être identifiés. Dans le cas du *Village aux Oiseaux*, nous avons identifié trois actions principales et leurs déclencheurs :

- **Observation** : En tout temps, le joueur observe constamment l'écran pour repérer les oiseaux cibles.
- **Suivi d'oiseau** : Lorsque le joueur a détecté la présence d'un oiseau cible, il tente de savoir en tout temps où celui-ci se trouve et de prédire son comportement pour détecter quand il sera photographiable. Ce processus est effectué en parallèle pour

tous les oiseaux cibles que le joueur a identifié comme tel, il tentera constamment de savoir où chacun des oiseaux se trouve et lesquels vont probablement se mettre à picorer bientôt. A priori, le joueur commence à viser l’oiseau qu’il pense être le prochain à picorer.

- **Photographie** : Lorsqu’un ou plusieurs oiseaux cibles effectuent le bon comportement, le joueur tente de les photographier.

Ces différentes informations peuvent être inscrites dans un tableau qui constitue le niveau le plus élevé de la hiérarchie. Toutes les autres étapes sont des descriptions plus détaillées du contenu de cette vue générale.

10.5.3 Etape 3 : Identification et hiérarchisation des actions du joueur

Durant cette étape, le game designer prend chaque action principale du gameplay et liste toutes les actions que le joueur effectue. Son objectif est donc de lister toutes les actions qui contribuent au niveau d’échec ou de réussite du challenge, et qui sont donc des sous-challenges puisque chacune de ces actions peut être réussie ou échouée.

Pour le *Village aux Oiseaux*, voici les actions que nous avons identifiées pour chaque action principale :

- **Observation** : Observer l’écran, détecter la présence d’un oiseau, identifier un oiseau, ignorer les perturbateurs
- **Suivi d’oiseau** : Suivre un oiseau du regard, prédire le comportement de l’oiseau, prédire la trajectoire de l’oiseau, viser
- **Photographie** : Planifier (si plusieurs oiseaux, définir un ordre de photographie), prédire la trajectoire de l’oiseau, viser, prendre la photo

Pour cette étape, nous proposons la méthode de formalisation suivante. Lorsque le game designer a listé les actions principales, il prend une page A4 en format paysage par action principale. Sur chaque page, il prépare un tableau de cinq colonnes : thérapeutique, actions, capacités, variables de difficulté et remarques (figure 10.3). Ces tableaux sont le second niveau de la hiérarchie.

Le Village aux Oiseaux		Photographie		OBSERVER
thérapeutique	actions	capacités	variables de difficulté	remarques
x	Observer écran	perception, attention		
x	Détecter oiseau	perception, attention	Différence de couleur entre l’oiseau et le décor. Différence de traitement entre l’oiseau et le décor Distance entre le focus du joueur et la position de l’oiseau	cell-shading oiseaux pour faciliter
x	Identifier oiseau	perception, attention, mémoire	Nombre de races différentes d’oiseaux Différences de taille entre les différents types d’oiseaux Différences de couleur entre les différents types d’oiseaux	
x	Ignorer perturbateur	attention (orientation)	Nombre de perturbateurs Différences de taille / couleur entre perturbateurs et cibles	

FIGURE 10.3 – Le Village aux Oiseaux : Observer - niveau 2

Dans la colonne *actions*, le game designer liste toutes les sous-actions qui composent cette action principale. Pour s'aider à lister toutes les actions, le game designer peut utiliser le modèle des capacités de jeu (sous partie du modèle patient appartenant au modèle P/G/T).

Les actions principales sont souvent composées de sous-actions que peuvent à leur tour être décomposées en sous-actions aussi. C'est au game designer de juger quel niveau de détails est suffisant pour son analyse. Si le game designer doit décomposer une sous-action, il peut le faire sur un niveau hiérarchique supplémentaire et sur une page A4 indépendante. Ceci est important, car les sous-actions "complexes" qui nécessitent d'être décomposées sont souvent présentes dans plusieurs actions principales. Un troisième niveau de hiérarchie sert donc à la fois à alléger la quantité de données décrites ici, mais aussi à éviter la redondance.

Le game designer doit donc veiller à décomposer les actions principales de telle manière à éviter la redondance. Si le game designer constate que plusieurs sous-actions se répètent dans plusieurs actions principales, il peut analyser s'il est possible de grouper ces sous-actions de manière logique pour diminuer la redondance. Par exemple, si dans les actions principales *s'infiltrer* et *aller chercher un équipement*, il y a les sous-actions *se souvenir d'un emplacement*, *trouver un chemin optimal* et *se déplacer*, le game designer peut définir l'action *se rendre à quelque part*. Cette action contient les trois sous-actions et est décrite sur une page indépendante. Ceci vise à clarifier les décompositions d'actions principales tout en gérant efficacement la redondance.

S'il ne nous semble pas nécessaire de décomposer *se souvenir d'un emplacement*, *trouver le chemin optimal pour s'y rendre* peut encore être décomposée. C'est une action qui compose de nombreuses autres actions principales et sous-actions. Il est donc pertinent que *trouver le chemin optimal* soit aussi décrite et décomposée au troisième niveau de la hiérarchie afin de pouvoir facilement y référer dans plusieurs actions principales ou sous-actions sans devoir écrire plusieurs fois sa décomposition.

Cette étape permet par ailleurs de constituer une librairie d'actions génériques réutilisables. Par exemple, l'action *trouver un chemin optimal* est une action générique de nombreux gameplay et est nécessaire pour plusieurs actions principales dans les jeux. *Trouver un chemin optimal* est nécessaire pour *infiltrer une base ennemie sans se faire repérer*, *aller chercher un équipement dans une zone difficile d'accès*, mais aussi pour simplement *se déplacer dans l'espace de jeu*. Grâce à ce principe de hiérarchisation, le game designer peut donc à terme se créer sa bibliothèque d'actions génériques et les exploiter dans d'autres design.

Le game designer peut décomposer les actions en encore plus de niveaux s'il le juge nécessaire, mais nous avons constaté que trois niveaux étaient habituellement suffisants (vue générale, tableaux de décomposition des actions principales en sous-action, décomposition des sous-actions).

10.5.4 Etape 4 : Identification des actions liées au bénéfice thérapeutique

Lorsque le game designer a identifié et détaillé les différentes actions gameplay, il peut réfléchir quelle action mobilise quelle capacité et donc identifier celles qui ont un effet thérapeutique. Plus particulièrement, il pourra plus facilement présenter son gameplay en

détails à l'expert santé pour que celui-ci puisse confirmer ses intuitions.

En effet, il est plus facile pour un expert santé de statuer sur l'effet thérapeutique d'une action précise comme *suivre la position de plusieurs oiseaux en parallèle* que sur une action complexe comme *s'infiltrer dans une base ennemie*. Si un expert santé doit statuer sur une action de jeu qui peut se décomposer en de nombreuses sous-actions et possibilités, il devra imaginer quelles sont toutes ces sous-actions. D'une part, il n'est pas certain que ce que l'expert santé imagine rejoigne la vision du game designer, et, d'autre part, le niveau de précision entre ce qui est thérapeutique de ce qui ne l'est pas sera moins détaillé puisque déterminé à un plus haut niveau d'abstraction.

Dans le cas du *Village aux Oiseaux*, il est intéressant de noter que les actions à priori thérapeutiques concernent uniquement les deux premières actions principales : observation et suivi des oiseaux. La troisième action principale (photographie) consiste à prendre la photographie de l'oiseau. Cette action principale n'a pas à priori d'effets thérapeutiques puisqu'il s'agit d'une tâche avant tout motrice. Cependant, il est important de garder à l'esprit que pour une stimulation cognitive, la complexité des tâches peut avoir un effet d'entraînement. Ceci devrait donc être vérifié avec des experts santé.

10.5.5 Etape 5 : Identification des variables de difficulté

Dans cette étape, le game designer peut lister, dans la colonne au centre, les différentes variables de difficulté pour chacune des actions. Finalement, il peut écrire différentes remarques dans la colonne de droite : à quelle courbe de difficulté la variable appartient, les aides à mettre en oeuvre pour faciliter l'action concernée. Ces variables de difficulté et aides peuvent aussi être directement annotées sur les schémas des actions (voir section suivante).

D'une part, la décomposition permet de réfléchir les variables de difficulté pour chaque action, et, d'autre part, la vue globale des actions principales permet d'envisager la difficulté globale, par exemple, la complexité cognitive ou la quantité d'informations que le joueur doit mémoriser. En dernier lieu, comme les actions thérapeutiques sont identifiées, le game designer sait quelles variables de difficulté influencent la difficultés de la thérapie.

Dans le *Village aux Oiseaux*, nous avons identifié une vingtaine de variables de difficulté. En voici quelques exemples :

- **Détecter oiseau** : Différence de couleur entre l'oiseau et le décor, différence de traitement entre l'oiseau et le décor, distance entre le point de fixation du regard du joueur et la position de l'oiseau
- **Identifier oiseau** : Nombre de races différentes d'oiseaux, différences de taille entre les différents types d'oiseaux, différences de couleur et de forme entre les différents types d'oiseaux
- **Suivre oiseau** : Nombre d'oiseaux à suivre en parallèle, distance entre les oiseaux à suivre en parallèle
- **Viser** : Vitesse de déplacement des oiseaux, taille du curseur
- **Photographier** : Durée de la fenêtre de tir

Ces éléments permettent aussi de réfléchir le profil du joueur pour le gameplay. Par

exemple, dans le *Village aux Oiseaux*, le profil du joueur contient deux paramètres principaux : capacité attentionnelle et capacité motrice. Ainsi, il est possible de faire varier la difficulté de ces deux aspects indépendamment, notamment pour des raisons d'accessibilité. En effet, un patient avec de bonnes capacités attentionnelles, mais des difficultés motrices a seulement besoin que les actions de photographie soit facilitées (par exemple, en augmentant la taille du curseur) pour être capable de prendre les oiseaux en photo. Pour ce patient, le niveau de difficulté des tâches attentionnelles (par exemple, nombre d'oiseaux à suivre en parallèle) ne doit pas changer.

Outre l'établissement du profil de joueur, l'identification des actions et variables de difficulté permet d'établir quelles aides doivent être ajoutées pour simplifier certaines actions. Par exemple, dans le *Village aux Oiseaux*, nous avons appliqué un *cell-shading* pour faciliter la détection des oiseaux et un système d'aide à la visée pour faciliter la photographie a été réfléchi pour rendre le jeu accessible aux joueurs ayant beaucoup de difficultés motrices.

10.5.6 Composition d'un gameplay

Lorsque le game designer doit composer un gameplay pour un jeu thérapeutique, il a connaissance des actions qu'il doit amener le joueur à effectuer, par exemple *lever le bras*. En conséquence, le game designer possède déjà les informations de l'étape 4 (*Identification des actions liées au bénéfice thérapeutique*). Il va donc effectuer l'étape 5 (*Identification des variables de difficulté*) pour ces actions, afin de bien cerner les enjeux de gestion de difficulté du protocole thérapeutique et potentiellement de profilage du patient.

Par exemple, pour l'action *lever le bras*, la durée pendant laquelle le patient doit lever le bras, ainsi que l'amplitude du mouvement sont des exemples de variables très importantes pour la difficulté du protocole thérapeutique.

Ces variables donnent au game designer des informations fondamentales pour composer son gameplay, car il doit imaginer une expérience de jeu et un challenge qui correspondent, par exemple, au niveau d'intensité et au rythme nécessaires à l'effet d'entraînement. Par exemple, si le patient doit étendre son bras devant lui pendant une minute, le game designer doit ajouter d'autres actions gameplay pour rendre cette minute de jeu intéressante, tout en faisant en sorte que garder le bras levé soit une nécessité pour l'accomplissement du challenge.

Admettons que pour cet exemple, le jeu fonctionne avec un dispositif de captation du corps, le game designer peut proposer que le bras doive rester tendu en avant car le joueur porte un bouclier. Il peut ajouter des actions à effectuer avec l'autre bras, des coups d'épée par exemple. Ensuite, il doit réfléchir pourquoi le joueur donne des coups d'épées et comment, donc composer aussi les aspects perceptifs (qu'est-ce que le joueur voit à l'écran qui le pousse à agir) et cognitifs (comment le joueur décide d'agir) de son gameplay.

Lorsque le game designer a composé le challenge, il peut reprendre les étapes 1 à 5 de la méthode pour s'assurer d'avoir décrit et analysé complètement son gameplay.

10.6 Ebauche de schématisation du gameplay

10.6.1 Introduction

La schématisation du gameplay a pour but de représenter différentes vues globales et détaillées du gameplay. Une telle schématisation est prioritairement un support de réflexion pour le game designer. En effet, parvenir à produire un schéma est un processus qui peut alimenter sa réflexion sur le gameplay. Particulièrement, le game designer peut décomposer et schématiser des gameplay existants pour inspirer sa conception. Finalement, les résultats de ce processus, les schémas, peuvent être un support supplémentaire pour discuter du gameplay avec l'expert santé.

La schématisation du gameplay peut être effectuée en parallèle ou après les autres étapes de la méthode de formalisation.

10.6.2 Difficultés et propositions de solutions

Schématiser un gameplay est un exercice difficile pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, il n'existe pas de format de schématisation dédié à ce type de formalisation. Dans le chapitre 2, nous avons présenté plusieurs formats spécifiques au game design (*Game Grammar* de Koster et *Micro-machination* de Rozen et Dormans). Ces formats sont dédiés à la schématisation du système de jeu. S'ils permettent de représenter en détails le système de jeu, dont notamment ces états et les effets des actions explicites du joueur sur ces états, ils ne permettent pas de représenter avec détails les actions du joueur, notamment les actions implicites.

Nous pensons donc qu'il est nécessaire de proposer un nouveau format dédié à la schématisation du gameplay côté joueur. Nous n'avons pu, pour ce travail de thèse, construire un format suffisamment abouti et précis. Nous avons cependant schématisé plusieurs gameplay et actions de jeu au travers de notre format en cours de construction. Nous présentons donc dans la section suivante notre travail sur ce format de schématisation, ainsi que ce que ces travaux nous ont appris pour continuer ce travail.

Nous nous sommes principalement inspirés des *Behavior Tree* (voir chapitre 2), notamment pour leur représentation simple des actions (une boîte = une action) et leur structure hiérarchique en arbre.

Nous proposons deux types de schématisation : une vue générale du gameplay sur une page A4 et une décomposition détaillée d'une action gameplay.

La vue générale est structurée pour mettre en évidence la boucle de gameplay (percevoir, réfléchir, agir) et la complexité générale du gameplay. L'autre type de schéma permet de décomposer les actions de jeu pour 1. décrire en détails les sous-actions qui la composent, 2. constituer une forme de librairie de schémas de ces actions.

Nous avons effectué des schématisation des gameplay du *Village aux Oiseaux* et d'*Unreal Tournament 3* et avons été confronté à plusieurs difficultés au vu de nos objectifs.

Premièrement, le schéma ne peut pas être une vue purement séquentielle du gameplay, plusieurs actions effectuées en même temps, voir même plusieurs occurrences d'une même action peuvent exister en parallèle. Cependant, dans le même temps, le schéma doit tenter de proposer un déroulé logique de l'enchaînement entre les différentes actions pour rester lisible.

Ensuite, il est difficile de trouver le bon niveau de détail. Si nous avons immédiatement défini deux niveaux hiérarchiques (vue générale, décomposition d'action), il était difficile de définir à quel moment arrêter la décomposition en sous-actions. Plus particulièrement, nous étions confrontés à notre manque de connaissances médicales du fonctionnement humain pour pouvoir décomposer certaines actions comme *anticiper la trajectoire d'un projectile*.

Finalement, de nombreuses actions sont utiles pour plusieurs actions, la redondance ne peut donc pas être complètement évitée.

Dans cette section, nous présentons donc le travail effectué jusqu'à présent et des exemples de schémas. Nous discutons ensuite ces travaux et leur intérêt.

10.6.3 Vue générale du gameplay du Village aux Oiseaux

Nous avons commencé par schématiser le gameplay du *Village aux Oiseaux*. D'une part, nous le connaissons très bien puisque nous l'avons créé, et d'autre part, ce gameplay est suffisamment simple pour être décomposé en détails.

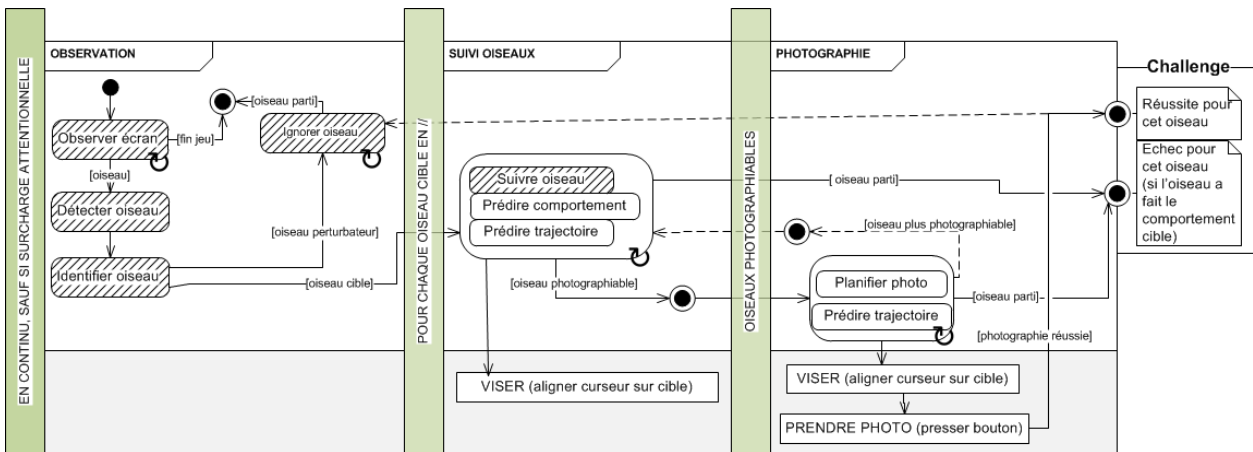


FIGURE 10.4 – Schématisation du gameplay "photographie" du Village aux Oiseaux

La boucle de gameplay du *Village aux Oiseaux* est un enchaînement globalement séquentiel de trois actions principales qui peuvent être décomposées en seulement quelques actions. Cette simplicité du gameplay permet une schématisation détaillées des actions continues, de leurs conditions de déclenchement et de leurs conditions de fin. Une seule page A4 est nécessaire pour représenter l'entier du gameplay du Village aux oiseaux (voir figure 10.4), il

n'y a donc pas de niveau hiérarchique¹.

Pour cette schématisation, nous nous étions basé sur les diagrammes d'activité en UML, nous expliquons dans la section suivante les raisons pour lesquelles nous avons abandonné rapidement cette première piste.

10.6.4 Structuration et hiérarchisation

Le *Village aux Oiseaux* propose un gameplay simple et relativement linéaire, le joueur n'est confronté qu'à un seul challenge qui occupe tout l'espace de jeu (photographier le bon oiseau au bon moment) et les sous-objectifs de ce challenge sont séquentiels. Dans ce cas, il est possible de formaliser l'entier du gameplay sur une seule page avec un certain niveau de détails.

A l'inverse, dans de nombreux jeux, le joueur peut suivre plusieurs objectifs en parallèle, se fixer ses propres objectifs ou poursuivre des objectifs secondaires. Par exemple, dans les jeux d'action-aventure, prendre le temps d'explorer un niveau n'est pas toujours nécessaire à la réussite de l'objectif principal, mais peut permettre au joueur de trouver des équipements pour améliorer les capacités de son personnage et donc d'augmenter ses chances de réussite lors des prochains combats.

Un autre aspect est celui des informations, dans le *Village aux Oiseaux*, il y a très peu d'enjeu de mémorisation long-terme, d'autant plus que les niveaux sont générés et ne se répètent donc jamais. A l'inverse, l'acquisition d'informations, la mémorisation et les connaissances stratégiques sont un élément d'expertise important dans de nombreux jeux.

Souvent le joueur doit identifier plusieurs types d'éléments et d'informations pour chaque état de jeu, alors que dans le *Village aux Oiseaux*, seuls les oiseaux sont importants. Ainsi, pour permettre de formaliser des gameplay plus complexes, le format ne peut plus contenir toutes les conditions détaillées, les retours à des états précédents ou la gestion d'action continue et d'arrêt de ses processus.

Cette complexité de certains gameplay rend nécessaire une structuration et une hiérarchisation du schéma. D'une part, plusieurs pages seront nécessaires pour décrire l'entier du gameplay, et d'autre part, il devient nécessaire de guider le game designer dans son processus de schématisation.

10.6.4.1 Niveaux hiérarchiques

Nous avons travaillé avec deux niveaux hiérarchiques : la vue générale et la décomposition détaillées d'une action.

Le premier niveau de la hiérarchie est donc une vue générale de l'ensemble du gameplay : les informations importantes pour le joueur et les actions principales.

Le second niveau de la hiérarchie est un ensemble de schéma permettant de décomposer les actions décrites dans la vue générale.

1. Le schéma est aussi inclus en format pleine page en annexe [A.2](#)

Nous présentons les structures de ces schémas accompagnées d'exemples.

10.6.4.2 Structure de la vue d'ensemble

Nous avons travaillé la hiérarchisation et la structuration de nos schémas en formalisant le gameplay du mode *Deathmatch* de *Unreal Tournament 3* (UT3). UT3 est un jeu de tir multi-joueurs en vue subjective. Dans le mode de jeu *Deathmatch* (match à mort), les joueurs s'affrontent et le joueur qui obtient 20 *frags*² a gagné la partie.

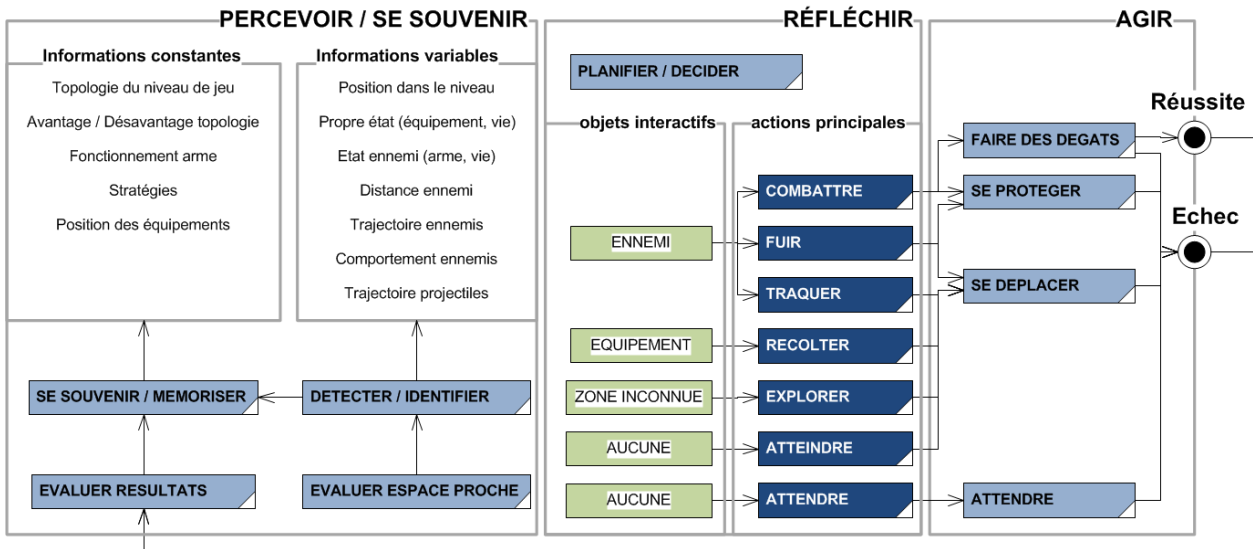


FIGURE 10.5 – Schéma du gameplay du mode *Deathmatch* UT3 : Vue d'ensemble

Pour structurer ce schéma du premier niveau de la hiérarchie (figure 10.5)³, nous avons travaillé une structure en trois colonnes : *percevoir / se souvenir*, *réfléchir*, *agir*.

La colonne de gauche **percevoir / se souvenir** concerne l'observation de l'espace de jeu et la récupération en mémoire des connaissances importantes, ainsi que les processus de détection et d'identification. Les éléments de type informations que le joueur doit acquérir sont séparés en deux colonnes : à gauche, les informations qui sont constantes et peuvent donc être acquises et définitivement mémorisées par le joueur, et à droite, les informations variables qui changent constamment et doivent donc être actualisées constamment par le joueur.

Dans UT3, les informations sont très nombreuses, ceci signifie qu'il existe une courbe d'apprentissage, par exemple, des topologies des niveaux et du fonctionnement des armes. En comparaison, aucune mémorisation n'est nécessaire dans le *Village aux Oiseaux*. Dans UT3, ces actions sont génériques.

2. frag = avoir tué l'avatar d'un autre joueur

3. Ce schéma est proposé en orientation paysage en annexe A.2

En effet, dans *percevoir / se souvenir*, nous avons constaté que les actions étaient relativement génériques, nous pensons que cette colonne devrait donc presque toujours contenir les actions suivantes :

- **Évaluer espace proche** : Le joueur observe et écoute ce qui se passe autour de lui pour obtenir des informations et savoir où il se trouve.
- **Détecter / Identifier** : Le joueur détecte et identifie les éléments importants.
- **Se souvenir / mémoriser** : Le joueur utilise ses connaissances du jeu, par exemple topologiques pour informer ses décisions. Lorsqu'une nouvelle donnée est découverte, le joueur la mémorise (plan du niveau de jeu, emplacements des éléments importants)
- **Évaluer résultats** : A la fin d'un challenge, le joueur évalue sa stratégie et la réussite de celle-ci et la compare aux stratégies précédentes.

La colonne au centre **réfléchir** concerne toutes les actions cognitives qui mobilisent les fonctions exécutives, il peut s'agir par exemple de prise de décision, de planification ou de résolution de problèmes. Pour UT3, nous avons identifié une seule action purement cognitive *planifier / décider*.

Finalement, la colonne de droite **agir** concerne toutes les actions qui permettent au joueur d'agir ou interagir avec le jeu. La plupart de ces actions seront décomposées. Elles doivent être reliées à une ou plusieurs actions principales du bloc *réfléchir*. Ces actions sont aussi reliées à la réussite ou l'échec du challenge.

Dans UT3, nous avons identifié quatre actions **agir**. Il serait cependant possible de décider de les détailler davantage, par exemple en considérant *sauter* et *esquiver* comme des actions à part entière et non-incluse dans *se déplacer*.

- **Faire des dégâts** : Le joueur utilise ses armes pour infliger des dégâts à un adversaire
- **Se protéger** : Pour éviter d'encaisser des dégâts, le joueur esquive ou se place en couverture
- **Se déplacer** : Le joueur se déplace
- **Attendre** : Le joueur attend

Un dernier bloc est nécessaire. Nous le positionnons en dessous du bloc **réfléchir**. Ce bloc contient les actions principales, ainsi que les objets interactifs auxquels elles sont liées, par exemple, il n'est pas possible de combattre s'il n'y a pas d'ennemi.

Dans UT3, nous avons identifié sept actions principales :

- **Combattre** : Lorsque le joueur décide de combattre un ennemi
- **Fuir** : Lorsque le joueur décide de fuir un ennemi
- **Traquer** : Lorsque le joueur décide de poursuivre un ennemi qui s'enfuit
- **Récolter** : Lorsque le joueur décide d'aller chercher de l'équipement
- **Explorer** : Lorsque le joueur décide d'explorer une zone qu'il ne connaît pas
- **Atteindre** : Lorsque le joueur décide de se rendre à une position particulière (dans un but stratégique, par exemple une zone de combat)
- **Attendre** : Lorsque le joueur décide de ne rien faire.

Ces actions principales, lorsqu'elles seront décomposées, contiendront aussi certaines actions des trois autres colonnes. Par exemple, pour combattre, le joueur devra notamment *détecter/identifier* un ennemi et *faire des dégâts*.

Cette redondance est volontaire. D'une part, elle sert à mettre en exergue les charges perceptives, cognitives et motrices du jeu par le nombre d'actions spécifiques à ces aspects. D'autre part, la liste des actions principales qui utilisent ces autres actions permet de mettre en lumière l'arbre de choix d'actions principales du joueur. Ces actions principales sont aussi composées d'autres actions non représentées dans cette vue générale, car purement dédiées à cette action particulière, tandis que les autres existent aussi de manière indépendante et sont considérées comme centrales pour ce gameplay.

Cette vue générale a aussi pour but de donner une impression générale de la complexité du jeu, notamment concernant la mémorisation long-terme (liste des informations constantes), la charge perceptive et de mémoire de travail (liste des informations variables), la difficulté de planification et décision (taille de l'arbre de choix décisionnel) et le difficulté motrice (nombre d'actions explicites à disposition pour agir sur le système de jeu).

Cette vue peut permettre en outre une évaluation rapide de l'élégance du gameplay. C'est la raison pour laquelle, dans nos schémas, nous relierons les objets interactifs à des actions principales, et les actions principales à des actions **agir**.

Par exemple, dans UT3, le système contient peu de possibilité d'actions **agir**, mais celles-ci servent à de nombreuses actions principales. A l'inverse, si dans un jeu, il existe de nombreuses actions **agir** et que certaines d'entre elles n'alimentent qu'une seule actions principales, il est possible de rendre le système plus élégant en supprimant ces actions ou en leur donnant plus de potentiel dans l'espace du jeu. Cette évaluation est évidemment à équilibrer avec l'objectif d'expérience de jeu et de bénéfice thérapeutique.

10.6.4.3 Structure d'une décomposition d'action

A partir de cette vue générale, nous proposons de décomposer toutes les actions qui y sont représentées. Notre structure actuelle est un bloc contenant des blocs ordonnés d'actions implicites et explicites. Sur la gauche, nous annotons les informations dont le joueur a besoin pour réaliser cette action, et à droite, nous ajoutons parfois les variables de difficulté générales à l'action ou spécifiques à une sous-action.

Pour donner un exemple, nous prenons l'action *se protéger*. Lorsque nous décrivons *se protéger*, elle contient deux actions : *esquiver un projectile* et *se mettre à couvert*. Ces deux actions sont composées de sous-actions et peuvent donc être décomposées (figure 10.6). Si les actions peuvent souvent être décomposées encore, nous avons dans nos tests constatés que le troisième niveau de décomposition est en règle général suffisant.

L'action *esquiver un projectile* contient les sous-actions *détecter un projectile* et *prédire la trajectoire du projectile*. Ces deux actions, d'une certaine manière, appartiennent à l'action *détecter / identifier* de la vue d'ensemble. Comme nous l'avons déjà expliqué plus haut, cette redondance est normale.

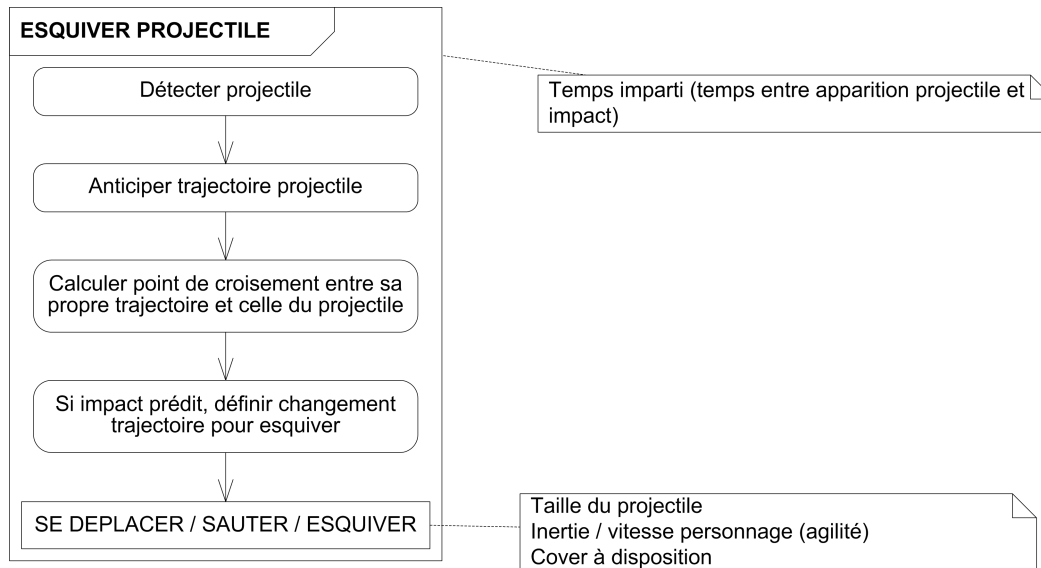


FIGURE 10.6 – Schéma décomposant l'action esquiver un projectile

En décomposant l'action de cette manière, il est plus facile d'identifier toutes les variables de difficulté en analysant chaque action séparément. Le tableau 10.1 présente quelques exemples de variables de difficulté et d'aides.

Action	Variable de difficulté	Aides
Détecter un projectile	Contraste visuel et sonore	Effet sonore
Prédire trajectoire	Simplicité de la trajectoire	Indice point d'impact
Calculer point de croisement	Complexité trajectoire	Indice point d'impact
Calculer modification de trajectoire	Complexité trajectoire	
Se déplacer / sauter / esquiver	Inertie de l'avatar	

TABLE 10.1 – Esquiver un projectile : exemples de variables de difficulté et aides

10.6.5 Discussion et perspectives

Tout d'abord, nous avons rapidement laissé de côté le type de schéma que nous avons fait pour le *Village aux Oiseaux*. D'une part ce type de schéma est approprié uniquement pour des jeux ayant un gameplay très simple, et d'autre part, malgré le fait qu'il soit plus détaillé, ce schéma apporte moins d'informations que notre schéma de vue générale d'UT3.

Dans l'introduction de cette section, nous avons listé les différentes difficultés auxquelles nous avons été confrontés pour réaliser ces schémas : non-séquentialité du schéma, niveau de détails, redondance, clarté et concision.

Nos réponses à ces difficultés sont une structuration et une hiérarchisation de nos schémas. La structure de la vue générale permet de savoir rapidement ce qui doit être étudiés par le

game designer : liste d'informations, actions principales de jeu. Ce schéma ressemble au tableau proposé dans notre méthode de formalisation, tout en étant une représentation plus visuelle qui peut générer une impression.

Ensuite, grâce à la hiérarchie, le game designer peut décider de décomposer autant qu'il le souhaite ces actions décrites dans la vue générale. Nous n'avons cependant jamais eu besoin de décomposer sur plus de trois niveaux (vue générale incluse). Ainsi, le niveau de détails est à la discrétion du game designer, de ses besoins et potentiellement de son accès à un expert santé pour l'aider lorsque la décomposition s'approche de fonctions perceptives, cognitives ou motrices "atomiques".

Nous pensons que ces deux niveaux hiérarchiques et leur structure permettent de fournir des schémas relativement clairs et concis. Nous pensons cependant que le format en lui-même (type de bloc, flèche) nécessite encore des améliorations pour être plus formel et rapidement compréhensible.

De plus, pour la vue générale, nous avons géré la non-séquentialité du schéma et la redondance par une logique très particulière dont la pertinence reste à vérifier. En effet, le schéma de vue générale a une forme de linéarité grâce aux colonnes qui forcent la décomposition du challenge en perception, cognition et motricité, tout en y incluant les actions principales de jeu. Ces actions principales de jeu, lorsqu'elles sont ensuite décrites peuvent inclure des actions déjà présentes dans la vue générale.

Nous pensons cependant que ces schémas de décomposition d'actions sont pertinents. En effet, nous avons pu constater que de nombreuses actions étaient génériques. Par exemple *détecter / identifier* (figure 10.7) est certainement une action générique à tout jeux. Les variables de difficulté ou informations en entrée seront peut-être différentes selon les jeux. Par exemple un jeu strictement sonore ne contiendra pas de flux visuel, mais le principe général est identique. En plus d'être générique, cette action est un élément de nombreuses actions complexes comme *esquiver un projectile* ou *prendre une photographie*.

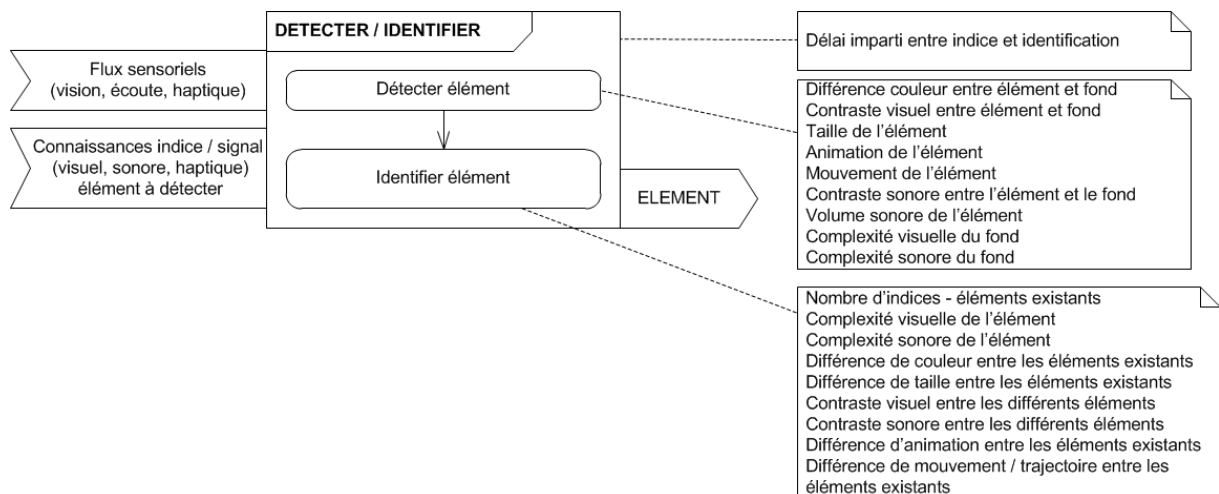


FIGURE 10.7 – Schéma décomposant l'action détecter / identifier

En formalisant de nombreux jeux, d'autres actions génériques pourront être identifiées et décrites pour créer une librairie d'actions génériques. Par la suite, chaque action pourrait être étudiée pour en définir les effets thérapeutiques possibles et faciliter grandement la conception de jeux thérapeutiques à terme. Cet effort ne pourra être réalisé que de manière collaborative et nous expliquerons dans les perspectives de cette thèse comment nous pensons que cet effort peut être mis en oeuvre.

10.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une nouvelle méthode de formalisation du gameplay. Cette méthode de formalisation vise quatre objectifs : 1. obtenir une boucle de gameplay détaillées incluant toutes les actions du joueur, 2. proposer une vue schématique claire de ces différentes actions, 3. identifier les actions qui sont corrélées au bénéfice thérapeutique, 4. identifier pour chaque action les variables de difficulté importantes.

La particularité de notre méthode est que toutes les actions du joueur doivent être décrites, y compris les actions *implicites* qui sont des actions que le système de jeu ne connaît pas (par exemple définir une stratégie ou réfléchir).

La méthode est constituée de cinq étapes ordonnées différemment selon si le game designer doit composer ou décomposer un gameplay. Lorsqu'il s'agit de décomposer un gameplay, le game designer commence par décrire textuellement le challenge qu'il va décomposer. Dans la seconde étape, il décompose dans un premier temps le gameplay en actions principales. Ensuite, dans la troisième étape, il décompose encore ces actions pour identifier toutes les actions gameplay du jeu.

En quatrième étape, le game designer peut ensuite analyser avec l'expert santé quelles sont les capacités du joueur que chacune de ces actions mobilisent pour identifier quelles sont les actions thérapeutiques du gameplay. Finalement, la dernière étape consiste à identifier les variables de difficulté. Selon si le game designer souhaite que l'action en question soit un challenge un non pour le joueur, il peut calibrer ces variables et ajouter des aides pour simplifier la tâche.

Finalement, nous avons présenté nos ébauches de schématisation de gameplay. Nous avons proposé une manière de hiérarchiser et de structurer deux types de schémas : une vue générale du gameplay et une décomposition d'action. Ce format doit encore être amélioré, notamment sur ces aspects formels.

Cette méthode de formalisation du gameplay fait l'objet d'une évaluation présentée dans le chapitre 13.

Chapitre 11

PGS-EvalTool : Outil d'évaluation des capacités de jeu

11.1 Introduction

Si le modèle des capacités de jeu du patient permet de réfléchir avec un expert santé ce dont les patients seront capables dans un jeu vidéo, le modèle ne permet pas d'avoir une estimation précise du niveau de fonctionnement de ses capacités. Le modèle permet principalement de pointer ce que le patient risque de réussir moins facilement que quelqu'un qui n'a pas ces problèmes de santé, voir permettre de savoir que le patient ne pourra pas du tout faire certaines actions.

Le modèle ne permet pas non plus d'explorer les difficultés du patient dû au fait qu'il n'a pas l'habitude de jouer, notamment les interactions qu'il devra longuement apprendre pour atteindre un niveau de compétences similaire à celui d'un joueur.

De plus, l'entier du contenu du modèle provient des échanges entre un game designer et un expert santé. Le game designer utilisant ses intuitions et l'expert santé ses connaissances théoriques et du terrain. Pour s'assurer de baser le travail de conception sur des données objectives et précises, il est nécessaire d'évaluer directement de nombreux patients en train de jouer afin de déterminer ce qu'ils sont capables ou non de faire.

Proposer un outil permettant d'évaluer toutes les capacités mobilisées par les jeux est un travail de recherche à part entière et bien au-delà du cadre de cette thèse. Cependant, un tel outil permettrait à l'expert santé et au game designer d'obtenir rapidement des données objectives sur les capacités de jeu du patient. Ceci est d'autant plus critique qu'il n'est pas facile de recruter une cohorte de patients régulièrement, il s'agit donc de maximiser l'utilité des évaluations qui pourront être effectuées. Ainsi, nous proposons une première version d'un tel outil afin d'établir les bases de conception et de développement d'un outil entier.

Nous avons décidé, pour ce prototype, de nous concentrer sur les capacités mobilisées par les jeux de tir en vue première personne, principalement pour le déplacement et l'orientation dans l'espace. En effet, il s'agit d'une compétence difficile à acquérir et pour cette raison, nous

en avons exclu l'utilisation dans le *Village aux Oiseaux*. Pourtant, décider principalement sur la base d'intuitions que les patients et non-joueurs en général ne pourront acquérir assez rapidement cette compétence, c'est se priver d'une partie de ce que le jeu vidéo peut faire.

Nous voulons donc explorer cet aspect en particulier pour déterminer si l'apprentissage est effectivement trop laborieux. Nous pensons qu'il est possible d'aménager les contrôles et l'apprentissage afin de permettre à un non joueur d'acquérir rapidement cette compétence.

Dans une démarche itérative, nous avons fait une première évaluation du prototype afin de définir les améliorations et corrections à y apporter et pour guider la suite du développement.

Dans ce chapitre, nous expliquons tout d'abord ce que nous imaginons être l'outil idéal pour évaluer les capacités de jeu du patient. Ensuite, nous expliquons la conception et le développement du prototype. Puis, nous présentons les résultats que nous avons obtenus en analysant les données de 16 joueurs. Finalement, nous présentons les améliorations qu'il faudrait apporter à ce prototype et des recommandations pour continuer un tel développement.

11.2 Vision d'ensemble

Un outil idéal pour évaluer les capacités de jeu du patient doit être modulaire, donc contenir de nombreux mini-jeux configurables. Chaque mini-jeu visant l'évaluation d'une ou plusieurs capacités de jeu.

Ainsi, le game designer et l'expert santé peuvent sélectionner dans une bibliothèque de mini-jeux ceux dont ils ont besoin selon les pistes de conception qu'ils ont déjà ou les informations supplémentaires qu'ils ont besoin d'obtenir au sujet du patient. Ils peuvent aussi paramétrer les mini-jeux, par exemple pour en varier la difficulté, la durée, mais aussi le type de manette utilisée.

Après cette sélection, les tests sur patient peuvent débuter. L'outil enregistre automatiquement toutes les informations utiles (trace) et un deuxième outil permet de les analyser. Pour que les résultats soient intéressants et compréhensibles, différentes populations saines (joueur et non-joueur à différents âges) doivent aussi être évaluées au travers de l'outil de telle manière à pouvoir comparer les résultats des patients à ceux des populations saines.

Comme l'objectif n'est pas le diagnostic, mais seulement de pouvoir prendre des décisions de conception sur la base de ces informations, l'outil fournit des informations comme le temps moyen nécessaire pour atteindre un bon niveau de maîtrise de la compétence ou la différence de compétence au départ entre les sujets sains et les patients. Des exemples de résultats seraient : les patients ont besoin de deux fois plus de temps pour s'orienter dans l'espace ou 80% des patients n'arrivent jamais à compléter le mini-jeu 18.

Des différences de niveau de capacité existent aussi chez les sujets sains et joueurs. Le profil relatif des capacités du patient devra donc en tenir compte, par exemple en répartissant les sujets sains en différents groupes par niveau de capacités et ainsi permettre d'évaluer le niveau de performance des patients face à ces différents groupes. Par exemple, certains patients pourraient avoir des performances relativement normales, mais qui correspondent au groupe des moins bonnes performances chez les sujets sains.

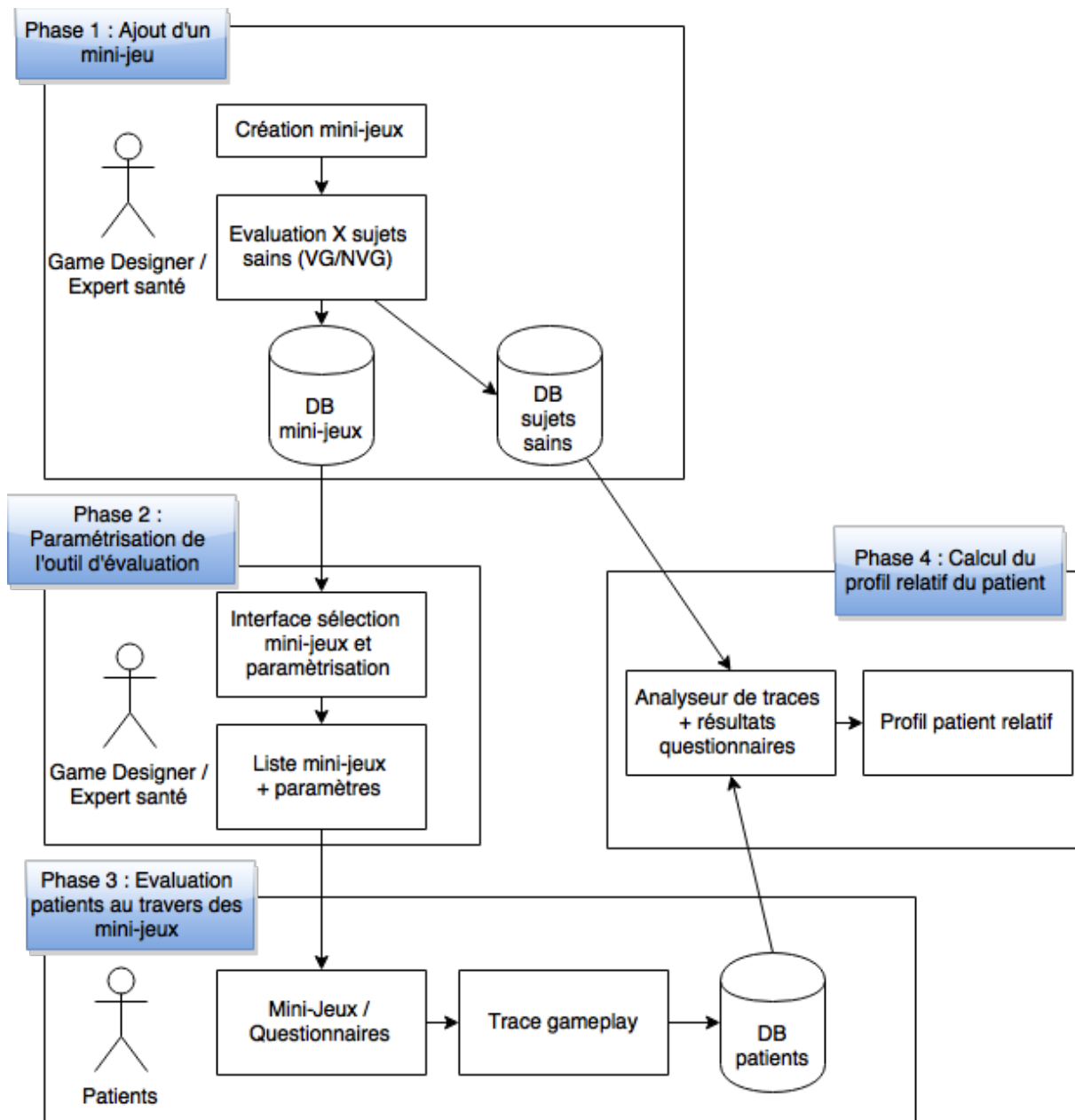


FIGURE 11.1 – Fonctionnement de l'outil d'évaluation des capacités de jeu

L'intérêt est principalement d'obtenir un profil patient relatif à d'autres populations mieux connues du game designer pour lui permettre de bien comprendre les différences. Le schéma (voir figure 11.1) représente le fonctionnement général de l'outil d'évaluation des capacités de jeu.

Finalement, l'outil peut aussi intégrer des questionnaires de telles manières à récolter des informations supplémentaires de manière intégrée.

Dans l'idéal, l'outil est modulaire pour permettre au game designer et à l'expert santé de réfléchir et développer des mini-jeux supplémentaires s'ils en ont besoin. Dans ce cas, ils devront donc aussi évaluer des sujets sains avec leur mini-jeu pour permettre à l'outil de fournir le profil relatif.

Cette vision globale nous a servi de guide pour la conception et le développement du prototype.

11.3 Conception du prototype : gameplay des mini-jeux

Pour le prototype, nous avons décidé de concevoir deux mini-jeux, donc deux gameplay différents. Le premier est un jeu de réaction dans lequel le joueur doit capture des balles le plus vite possible après leur apparition en pressant sur le bon bouton. Le second mini-jeu est un jeu de tir en vue subjective, mais dont l'enchaînement des niveaux permet d'apprendre progressivement les différentes actions de jeu.

11.3.1 Jeu de balle

Avant de débiter les niveaux qui évaluent les capacités nécessaires pour jouer aux jeux de tir en vue première personne, le joueur doit d'abord faire un premier niveau qui se charge d'évaluer sa rapidité générale.

L'objectif du jeu de balle (figure 11.2) est d'obtenir des valeurs de base concernant la rapidité de réaction du joueur, c'est-à-dire le délai entre l'apparition d'un objet de jeu et la pression d'une touche pour agir sur l'objet. Les résultats des patients sur ce mini-jeu aideront à modérer certains résultats. Par exemple, si les patients sont plus lents que les joueurs sur une tâche complexe et qu'ils sont aussi plus lents sur cette tâche simple, la lenteur ne provient pas forcément de difficulté sur la capacité complexe évaluée, mais d'une lenteur plus générale. Dans ces cas, les valeurs de base de ce premier mini-jeu servent à mieux calculer cet écart de performances et déduire d'où la lenteur provient.

Gameplay Des balles de différentes couleurs apparaissent et le joueur doit presser le plus vite possible sur le bouton de la manette ou la touche du clavier qui correspond à la balle. Parfois, des bombes apparaissent et dans ce cas, le joueur doit d'abord presser sur la touche qui correspond à la bombe avant de pouvoir attraper d'autres balles. Si le joueur ne capture pas la bombe assez vite, celle-ci explose et détruit les autres balles. Si le joueur essaie de capturer une balle alors qu'une bombe est présente, la balle se désactive et ne vaut plus aucun point. Chaque balle ou bombe capturée apporte des points au score du joueur. Si trois bombes explosent, la partie est perdue. La partie se termine sur une victoire lorsqu'un certain temps s'est écoulé après que le joueur ait atteint le niveau de difficulté maximal ou lorsqu'il atteint un certain score.

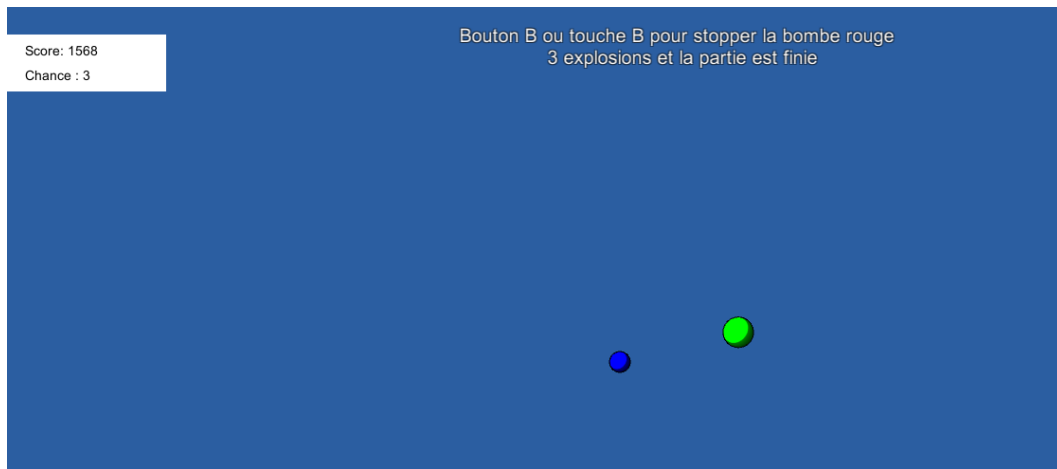


FIGURE 11.2 – Outil évaluation des capacités de jeu : Jeu de balle

Difficulté Nous avons défini un système de dix paliers de difficulté pour changer les paramètres de difficulté au fur et à mesure de la réussite du joueur. Le passage d'un palier à un autre est conditionné par l'obtention d'un score. Les paramètres de difficulté sont le nombre maximal de balle affichée à l'écran en même temps, le nombre de balle différentes (1 à 3), la durée d'affichage de la balle avant qu'elle disparaisse, la durée d'affichage de la bombe avant qu'elle n'explose, la taille de la zone sur l'écran dans laquelle les balles peuvent apparaître.

11.3.2 FPS

Grâce à la formalisation du gameplay des FPS (voir chapitre 10), nous avons une vue des actions de jeux les plus importantes. Nous avons ensuite sélectionné de notre modèle des capacité de jeu plusieurs éléments que nous jugeons indispensables pour la réalisation de ces actions :

- Traitement de l'espace de jeu et orientation spatiale
- Perception des distances et de la profondeur
- Perception du temps et des rythmes
- Perception et prédiction des mouvements
- Planification
- Apprentissage et automatisation des procédures d'interaction

La *prise de décision* et les différents types de *rapidité* sont aussi importants généralement dans les FPS, mais leur importance dépend du rythme du jeu et de la possibilité de poursuivre plusieurs objectifs en parallèle. Ici, nous nous concentrons sur les six autres capacités et avons conçu le mini-jeu pour que le *prise de décision* et la *rapidité* soient moins cruciales.

11.3.2.1 Actions explicites

Chacune de ces capacités se traduit par des tâches différentes selon les jeux. Pour les FPS, nous avons donc défini les tâches précises que nous souhaitons évaluer. Comme nous nous concentrons sur le déplacement et l'orientation dans l'espace, nous avons tout d'abord défini que nous devons confronter le joueur de manière graduelle aux différents aspects qui composent cette tâche.

Dans un FPS, pour déplacer son avatar le joueur peut :

- Avancer (clavier ou joystick gauche)
- Reculer (clavier ou joystick gauche)
- Faire un pas sur la gauche (clavier ou joystick gauche)
- Faire un pas sur la droite (souris ou joystick droit)
- Sauter (clavier ou bouton)
- Se tourner vers la droite (souris ou joystick droit)
- Se tourner vers la gauche (souris ou joystick droit)

Le joueur peut aussi regarder en haut et en bas à l'aide de la souris ou du joystick droit d'une manette. Cette action est moins fondamentale pour le déplacement, mais il est nécessaire que le joueur oriente la vue de son personnage correctement pour avoir une bonne visibilité. Outre le déplacement, l'orientation de la vue du personnage permet aussi de viser en alignant le curseur (en général au centre de l'écran) sur la cible.

En plus du déplacement et du tir, nous avons inclus d'autres mécaniques grâce à des objets à collecter et des boutons à activer.

Pour que l'apprentissage soit graduel, ces actions sont introduites les unes après les autres au joueur. Pour s'assurer que l'apprentissage soit vraiment focalisé sur l'action, les actions non-introduites ne sont pas actives. Ainsi, si dans le premier niveau, le joueur presse la barre d'espace pour sauter, son personnage ne saute pas. Ceci nous permet aussi de nous assurer que le joueur ne change pas la vue en bougeant la souris accidentellement.

Concernant l'orientation de la vue en haut et en bas, nous l'amenons aussi progressivement. Dans un premier temps, le degré de liberté d'orientation fait que la vue fournit toujours une visibilité suffisamment. Par la suite, le joueur peut orienter sa vue dans des contraintes similaires aux FPS.

11.3.2.2 Objectif

L'objectif est transmis par une consigne écrite qui reste affichée en tout temps. Cette consigne concerne toujours l'atteinte de la fin du niveau. Le joueur doit donc trouver la sortie et s'y déplacer. D'autres obstacles interviennent sur son chemin :

- murets par dessus lesquels sauter
- murs qui bougent automatiquement
- cibles à détruire en tirant dessus
- boutons à activer pour ouvrir une porte
- objets à collecter pour ouvrir une porte

Atteindre la fin du niveau Pour atteindre la fin du niveau, le joueur doit réussir à se déplacer dans l'environnement de jeu.

Muret Pour sauter par dessus un muret, le joueur doit correctement évaluer les distances pour sauter à la bonne distance du muret afin de réussir à sauter par-dessus.

Murs qui bougent Le joueur doit passer au bon moment, ce qui nécessite qu'il se synchronise avec le mouvement du mur. Ceci nécessite à la fois de percevoir le mouvement et sa temporalité pour pouvoir se synchroniser.

Cibles à détruire Les cibles permettent de tester si le joueur parvient à aligner son curseur et tirer sur une cible qui ne bouge pas.

Boutons Les boutons servent surtout dans les niveaux de fin à voir si le joueur arrive à efficacement se rendre vers les différents boutons pour les activer.

Objets Les objets servent souvent de bonus pour voir si les joueurs décident de les collecter en plus. Ils servent aussi pour créer une tâche de planification de déplacement, ainsi qu'une tâche de mémorisation spatiale.

Portes Les portes permettent de bloquer la fin du niveau ou un espace de jeu tant que le joueur n'a pas remplis certaines conditions. Celles-ci peuvent être de collecter des objets, d'activer des boutons ou de tirer sur des cibles. Lorsqu'il s'agit de boutons et de cibles, ceux-ci sont de la même couleur que la porte pour rendre le lien entre les objets plus évidents.

11.3.3 Level Design du FPS

Nous avons conçu 31 niveaux différents pour le jeu en vue première personne. Les 21 premiers niveaux (1 à 19, ainsi que 2a et 2b) sont un apprentissage graduel des différentes actions de jeu. Par exemple, dans le premier niveau, le joueur peut seulement avancer et il n'y a pas d'obstacle. Dans le second, il peut avancer, mais il doit se synchroniser avec des murs qui bougent.

Les niveaux 20 à 26 visent l'apprentissage de la visée verticale, donc des limites sur l'axe verticale permettent d'éviter que le joueur regarde le sol ou le ciel. Enfin, pour les 3 derniers niveaux (27 à 29), il n'y a plus de contraintes sur l'axe vertical de visée.

Outre l'apprentissage graduel des contrôles et actions de jeux, certains niveaux portent des objectifs particuliers, ainsi que l'évaluation de certaines capacités grâce aux obstacles récurrents, certains niveaux portent d'autres intentions d'évaluation. Nous présentons dans les sections suivantes quelques exemples de niveaux.

11.3.3.1 Niveau 17

Dans le niveau 17, le joueur reçoit l'instruction de collecter treize diamants avant de rejoindre la sortie. Les diamants sont éparpillés dans une grande salle et le joueur doit donc planifier dans quel ordre il va les récolter (voir fig. 11.3).

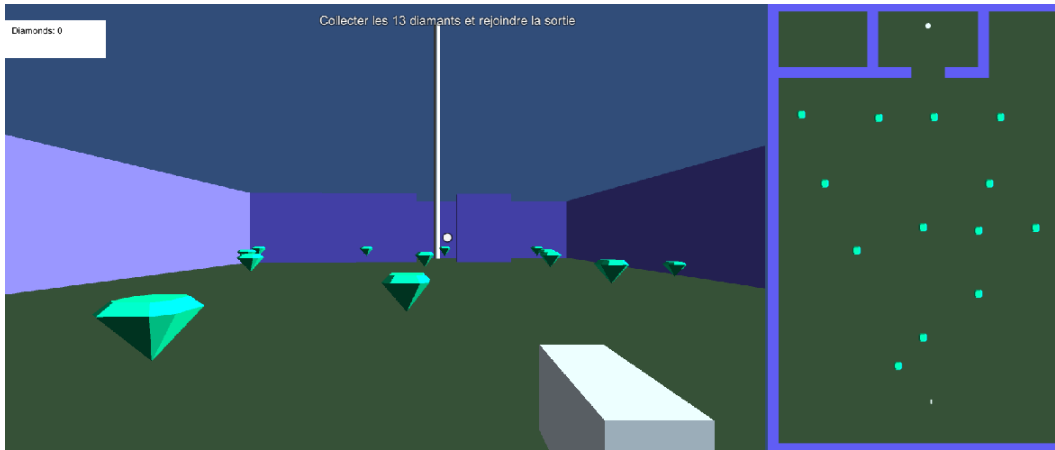


FIGURE 11.3 – Niveau 17 : Vue dans le jeu et vue du dessus du niveau

11.3.3.2 Niveau 20 et 21

Les niveaux 20 et 21 sont un enchaînement réfléchi pour évaluer les différences de performances entre ces deux niveaux alors qu'ils sont identiques. Dans le niveau 20, l'instruction est de trouver les six diamants cachés dans un petit labyrinthe pour pouvoir sortir (fig. 11.4). Dans le niveau 21, le jeu mentionne simplement que les diamants sont à la même place. Comme le joueur commence au même endroit du labyrinthe, le joueur devrait donc être plus rapide pour réaliser ce second niveau s'il a mémorisé le labyrinthe et l'emplacement des diamants.

11.3.3.3 Niveau 28 et 29

Les niveaux 28 et 29 sont les mêmes à l'exception de deux paramètres : les positions des diamants et la position de départ du joueur (figure 11.5). Les diamants n'ont pas d'utilité dans ces deux niveaux. Le joueur doit ouvrir la porte jaune pour sortir du niveau. Pour y arriver, il doit activer quatre boutons, mais l'un d'entre eux est caché derrière la porte bleue. Pour ouvrir la porte bleue, il doit tirer sur deux cibles et activer deux boutons bleus.

Ces deux niveaux sont les plus compliqués du jeu d'un point de vue logique. À la différence de l'enchaînement précédent, dans le second niveau, le joueur ne sait pas que la topologie est la même que dans le niveau précédent. De plus, il commence à une autre position ce qui ne l'aide pas à remarquer la ressemblance. Le joueur devrait cependant rapidement trouver ses marques et être capable de faire le niveau plus rapidement que la première fois.

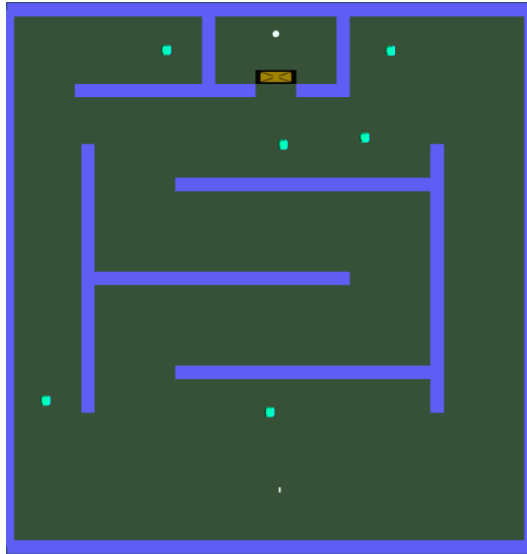


FIGURE 11.4 – Niveau 20 : Vue du dessus du niveau

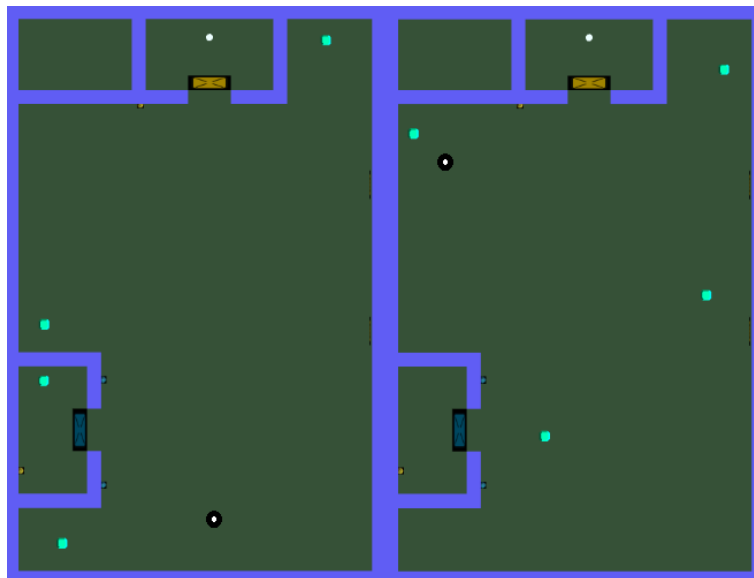


FIGURE 11.5 – Niveau 28 et 29 : Vues du dessus (point blanc = position de départ du joueur)

11.3.4 Architecture et développement

Pour le développement, nous avons choisi Unity Engine. Unity Engine est un moteur de jeu très modulaire. Nous développons en C# et avons utilisé certains modules inclus dans Unity comme le déplacement en vue 1ère personne. Dans cette section, nous abordons rapidement le développement de l'architecture de l'outil, des gameplay, des différentes mécaniques et du système qui permet d'enregistrer toutes les actions explicites du joueur.

11.3.4.1 Gameplay et mécaniques

Pour le jeu de balle, quatre boutons de la manette ou touches de claviers différentes servent à attraper les trois types de balles et la bombe. Ensuite, nous avons développé le comportement général des balles et bombes. Ce comportement est ensuite paramétré par le système d'adaptation de la difficulté qui définit quand les balles et bombes apparaissent et avec quelles variables (p.ex. durée avant explosion).

Pour le FPS, le module *first player controler* de Unity a été utilisé pour les déplacements, le saut et l'orientation de la caméra. Nous y avons ajouté tous les paramétrage dont nous avons besoin, notamment pour les deux modes différents de visée sur l'axe verticale : le mode libre qui permet de regarder jusqu'au sol et dans le ciel dans les limites habituelles des jeux de tir, et un mode qui limite l'axe vertical de visée pour maintenir une bonne visibilité.

Nous avons développé les autres mécaniques : tir, récolte automatique des diamants, activation de boutons, murs qui se déplacent à gauche et à droite selon un délai d'attente et une vitesse, des boutons à activer, des portes qui s'ouvrent quand certaines conditions sont remplies, des murs et des cibles qui se détruisent lorsque le joueur tire dessus.

Nous avons exploité un maximum les possibilités modulaires de Unity en créant des *prefabs*, ainsi chaque élément est définitivement conçu une seule fois (par exemple les murs mouvants) et ces éléments peuvent ensuite être ajoutés dans n'importe quel niveau (figure 11.6).

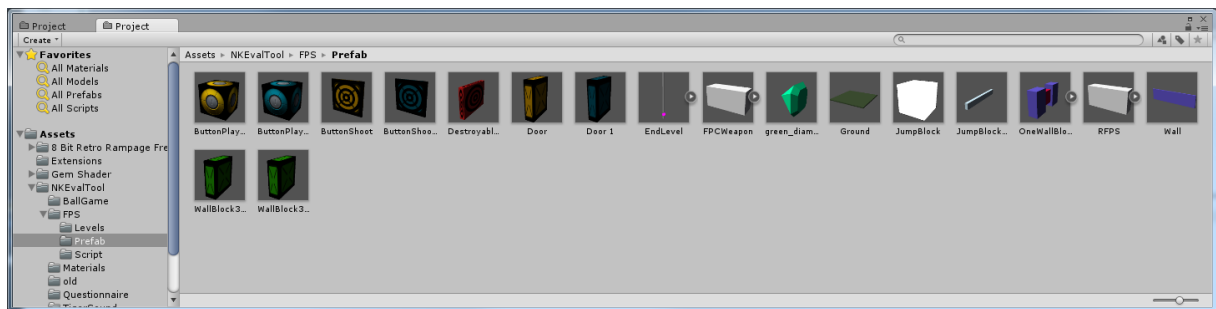


FIGURE 11.6 – *Prefabs* pour les niveaux de type FPS

Enfin, une combinaison de touche permet d'activer une fenêtre pour changer de niveau et de fournir une explication qui est aussi enregistrée dans la trace 11.7.

Nous avons fait nous-même le graphisme, comme ce n'est pas notre spécialité, nous avons gardé des formes simples et compréhensibles. Nous avons surtout essayé d'instaurer un codification de couleur, par exemple les murs qui se déplacent sont toujours verts, ceux qui peuvent être détruits en tirant dessus sont rouges. Un sound designer¹ nous a aidé pour la sonorisation.

1. Guillaume Tiger, aussi de notre laboratoire

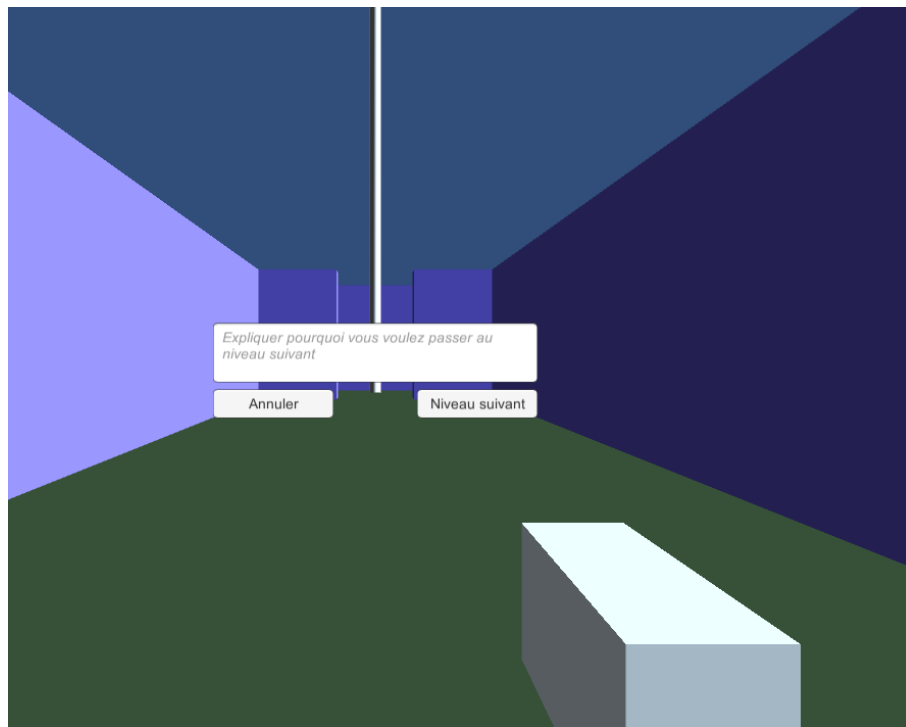


FIGURE 11.7 – Outil évaluation : Passer au niveau suivant

11.3.4.2 Traces

Pour garder une trace du déroulement de la session de jeu et des actions du joueur, le jeu enregistre de nombreuses données dans un fichier XML. Par exemple, pour le jeu de balle, une dizaine de types d'événements différents sont enregistrés, par exemple : chaque apparition de balle, chaque pression de bouton du joueur, chaque capture de balle, chaque fois qu'une bombe explose.

Pour chaque événement, le temps (depuis le début de l'exécution du programme) et les positions x , y , et z (uniquement pour les éléments localisés) sont enregistrés.

Certaines données sont enregistrées à intervalle régulier et prédéfini afin d'éviter de surcharger la trace. Par exemple, la position du joueur et où il regarde sont enregistrés toutes les 300 millisecondes. D'autres sont dépendantes d'événements, par exemple lorsque l'avatar du joueur entre en collision avec un objet du jeu.

Voici deux exemples d'entrée de trace. La première stocke la position du joueur et la seconde une collision entre l'avatar et un objet du jeu. Chacune contient le temps (Time), un identifiant de type d'événement (Type), le nom du type d'événement (Name), la position de l'évènement (x , y , z). L'évènement de collision contient deux valeurs supplémentaires, le nom de l'objet et la catégorie d'objet. En effet, il est possible dans Unity d'attribuer un *tag* aux différents objets. Dans la trace d'exemple, il s'agit d'un objet qui n'a pas de *tag*.

```
<Event Time="932.96420" Type="15" Name="playerPosition" x="-9.775241E-07"  
y="0.98" z="12.83" Valeur0="" Valeur1="" Valeur2="" />
```

```
<Event Time="933.10000" Type="27" Name="playerCollide" x="-1.21213E-06"
      y="0.98" z="12.11" Valeur0="JumpBlock9x2" Valeur1="Untagged" />
```

Pour une session d'environ 25 minutes, une trace contient environ 10'000 lignes, soit 10'000 événements de jeu et actions du joueur. Un petit logiciel en Java permet ensuite de traiter les données pour en extraire des données calculées (p. ex. temps de complétion de chaque niveau) dans un fichier qui peut ensuite être utilisé avec un outil de statistiques.

11.3.4.3 Paramétrisation de la session

Enfin, nous avons défini un fichier XML qui permet au jeu de savoir quels niveaux il doit charger, dans quel ordre et avec quelle configuration. Tout d'abord, le XML contient la liste des niveaux, avec leur objectif. Il est ainsi possible de présenter plusieurs fois le même niveau de jeu avec des objectifs différents et des configurations différentes.

```
<level id="1" name="level1">
  <config type="fps" NoLookingX="true" NoLookingY="true"
        YLimit="easy" NoJump="true" NoStrafe="true" NoFire="true"/>
  <objective> Avancez (touche Z ou stick gauche) pour atteindre la
            fin du niveau.</objective>
</level>
```

A la fin du fichier, l'ordre des niveaux est aussi défini en XML.

```
<levelOrder>
  <order>999</order>
  <order>100</order>
  [...]
</levelOrder>
```

Au démarrage de la session, le jeu récupère le XML et définit ainsi quel niveau il doit afficher. Pour le moment, la paramétrisation est très simple et consiste uniquement à désactiver certaines actions de jeu pour les niveaux du FPS, p. ex. sauter (*noJump*), regarder horizontalement (*NoLookingY*), ainsi que le mode de visée (*YLimit*).

11.4 Evaluation du prototype

Nous avons eu l'occasion d'évaluer le prototype sur une quinzaine de joueurs, étudiants de l'ENJMIN. Les tests ont été conduits par des ergonomes en formation dans l'école.

Nous présentons dans cette section les retours que les étudiants en ergonomie nous ont fait à-priori et à-posteriori des tests, puis l'analyse effectuée sur les données des traces. Dans la section suivante, nous expliquons et motivons les améliorations et corrections à apporter au prototype pour une version ultérieure.

11.4.0.1 Retours des étudiants en ergonomie

Avant d'effectuer les passations, nous avons présenté le prototype aux quatre étudiants en ergonomie pour qu'ils puissent réfléchir un protocole de test. Outre l'obtention des données, nous voulions vérifier que les instructions de jeu étaient bien comprises, en particulier que les joueurs comprenaient le fonctionnement implicite des bombes dans le jeu de balle.

En effet, lorsqu'une bombe apparaît, il n'est plus possible de collecter les autres balles. Si le joueur essaie tout de même de capturer une balle, celle-ci devient grises et ne vaut donc plus de points. Ce fonctionnement du jeu n'est jamais explicité dans les instructions afin de vérifier si le joueur parvient à déduire cette règles du jeu.

A partir de ces instructions, les étudiants ont défini un protocole simple dans lequel ils observent les sujets, puis leur posent des questions sur le fonctionnement des jeux.

Avant les tests, les étudiants en ergonomie nous ont proposé quelques améliorations que nous avons pu directement appliquer sur le prototype, principalement la lisibilité des instructions à l'écran ou le choix des touches pour interagir avec le jeu.

A posteriori, les étudiants nous ont fait d'autres retours. Nous avons prévu que le jeu de la balle soit joué deux fois. Cependant, comme les sujets étaient tous de bons joueurs, ils parvenaient à réussir l'entier du niveau et donc à jouer pendant une dizaine de minutes. Les ergonomes ont donc décidé de passer la répétition du niveau pour éviter que les sujets ne s'ennuient.

Les entretiens ont confirmé que tous les sujets avaient bien compris les instructions, y compris la règle implicite concernant la bombe. Par contre, certains sujets ont aussi expliqué comment ils avaient pu "tricher" dans le jeu de balle. Comme le jeu ne sanctionne pas les mauvaises pressions de touches, ils se contentaient d'appuyer très souvent sur tous les boutons de la manette en même temps. Comme nous le verrons, cette stratégie est très visible dans les traces de joueurs.

11.4.0.2 Analyse de traces de joueurs

Les traces des joueurs contiennent tous les événements importants de la session de jeu, y compris les actions des joueurs. Un premier traitement des données est donc nécessaire.

Nous avons utilisé la dernière version de l'outil d'analyse de trace décrit dans la thèse de Guillaume Levieux [Levieux 11]. Cet outil permet de prendre une ou plusieurs traces et d'exécuter toutes les fonctions d'un script en LUA sur chaque événement. Par exemple, l'une des fonctions permet de détecter l'apparition de chaque balle et une autre fonction détecte quand le joueur capture une balle. Comme la première fonction a stocké l'identifiant de la balle et le temps auquel la balle est apparue, la seconde fonction peut calculer le délai entre l'apparition de la balle et sa capture.

De la même manière, une fonction vérifie les événements de type balle non capturée, balle détruite par une bombe, balle désactivée parce que le joueur a voulu la capturer alors qu'il y avait une bombe. Ceci permet de connaître le statut de chaque balle : capturée, ratée, détruite, désactivée, et donc de calculer le pourcentage de réussite du joueur.

Aussi, la trace contient toutes les pressions de boutons et il est possible de savoir à chaque fois que le joueur a pressé un bouton si cette pression était efficace (capturer une balle ou une bombe) ou une erreur. Donc de calculer sa précision sur les contrôles. C'est ce calcul qui permet d'ailleurs de différencier les trois joueurs qui ont "triché" en pressant à chaque fois tous les boutons à la fois, leur taux de précision est très faible.

Ce passage des traces dans le logiciel permet d'obtenir plusieurs fichiers CSV que nous avons ensuite analysé dans le logiciel de calculs statistiques *R Studio*. Nous avons exclu des calculs sur le jeu de balle les trois utilisateurs "tricheurs" (taux de précision inférieur à 50%). Nous avons aussi exclu le seul utilisateur qui n'est pas parvenu à atteindre le niveau maximal de difficulté.

	idUser	N	delay	sd	se	ci
1	1	136	0.8102570	0.5401615	0.04631846	0.09160367
2	3	130	0.7232541	0.4190822	0.03675594	0.07272253
3	4	117	0.8117609	0.4881188	0.04512660	0.08937892
4	5	131	0.7317533	0.4153738	0.03629138	0.07179815
5	6	126	0.7842676	0.4703534	0.04190241	0.08293008
6	7	123	0.9022330	0.5077349	0.04578091	0.09062789
7	9	131	0.5780546	0.3192439	0.02789247	0.05518192
8	10	136	0.7674904	0.5037970	0.04320024	0.08543678
9	11	131	0.7856977	0.5334832	0.04661064	0.09221358
10	13	131	0.6806667	0.3606321	0.03150858	0.06233595
11	15	128	0.8818209	0.5158845	0.04559818	0.09023056
12	16	133	0.6527876	0.3770005	0.03269009	0.06466422

FIGURE 11.8 – Délai de capture moyen par utilisateur

Jeu de balle Sur les 1908 balles et bombes qui sont en apparues, les sujets en ont capturé en moyenne 86.37 % (déviation standard : 7.63). A l'exception d'un sujet, le pourcentage de réussite est assez homogène. Les sujets mettent en moyenne 0.876 secondes pour attraper une balle (écart type : 0.763, erreur type : 0.017). Le délai moyen par sujet varie entre 0.57 et 0.9 secondes (figure 11.8).

FPS Sur les niveaux de FPS, nous avons uniquement analysé les temps de complétion moyens par niveau (figure 11.9). La diminution du temps moyen de résolution entre les niveaux 20 et 21 est plus marqué que celui entre les niveaux 28 et 29. Les temps de complétion varient beaucoup entre les niveaux. Sur certains niveaux, les joueurs ont des performances très proches (p. ex. niveau 18 et 19 tout à droite de la figure), tandis que sur d'autres le delta entre le joueur le plus rapide est le plus lent est très élevé (p.ex. niveau 20).

Ces temps de complétion sont très instructifs et sources de nombreuses améliorations à apporter au prototype, nous les expliquons dans la section suivante.

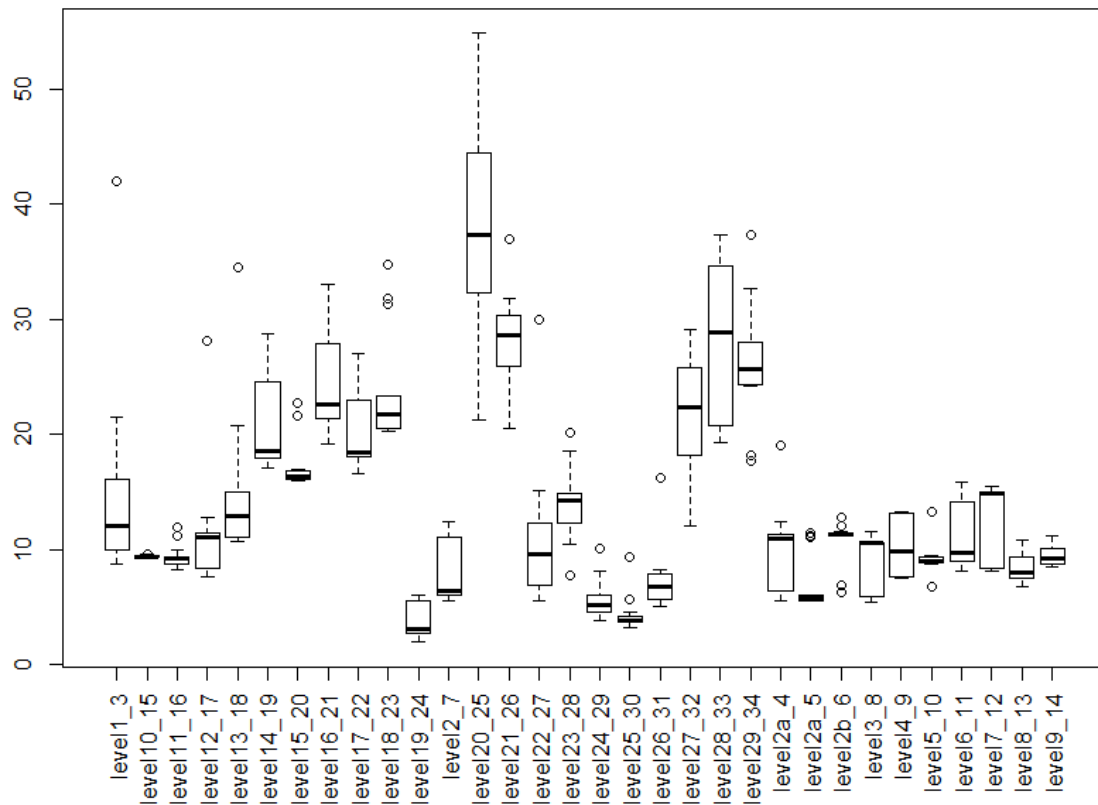


FIGURE 11.9 – Temps de complétion moyen des niveaux au gameplay FPS

11.5 Améliorations et corrections vers une version deux du prototype

Cette première évaluation du prototype nous permet de voir ce qui fonctionne, mais surtout tout ce qui doit encore être amélioré pour permettre une collecte intéressante de donnée. Nous expliquons pour chaque aspect du prototype ce qui peut être amélioré ou corrigé, puis abordons en discussion des pistes plus générale pour la suite du développement.

11.5.1 Général

Tout d'abord, d'un point de vue général, il est nécessaire d'ajouter avant chaque mini-jeu un écran de pause pour que le joueur valide quand il est prêt. Ceci est particulièrement visible dans le premier niveau du gameplay de FPS dans lequel les temps de complétion vont d'un peu moins de 10 secondes à plus de 20 secondes alors que le joueur doit simplement avancer en ligne droite. Un écran tampon permet aussi aux personnes qui font les passations

de donner des explications supplémentaires si nécessaire sans que celles-ci ne modifient le temps de complétion du niveau.

Selon les retours des étudiants en ergonomie, il est aussi nécessaire de faire en sorte que la fenêtre pour passer le niveau soit plus facile à activer.

Enfin, lorsque le joueur termine le dernier niveau, l'application quitte abruptement et ceci peut donner l'impression que le jeu a eu un problème. Si le jeu a effectivement un problème et quitte abruptement, à moins d'analyser les logs, les personnes faisant la passation ne pourront savoir s'il s'agissait de la fin de la session et d'un plantage. Il faut donc intégrer un écran final qui stipule que la session est terminée.

11.5.2 Jeu de balle

Le jeu de balle est actuellement trop long, il faut revoir la courbe de difficulté de telle manière à ce que le mini-jeu soit plus court. En effet, la répétition n'est pas envisageable pour des joueurs ayant déjà joué 10 minutes. Actuellement, un joueur peut perdre lorsque trois bombes ont explosé, ceci peut arriver assez rapidement et dans ce cas, trop peu de traces auront été générées pour l'analyse. Ceci peut être corrigé en augmentant le nombre de bombes qui peuvent exploser avant que la partie soit perdue ou en définissant que le mini-jeu se répète si le joueur a joué moins d'un certain temps.

Pour éviter les stratégies de triche, il est nécessaire d'inclure une sanction ou de modifier le fonctionnement du gameplay. Par exemple, si une touche a été pressée, elle ne peut être réactivée après un petit délai. Cet aspect est particulièrement compliqué car nous voulons obtenir le temps de réaction le plus brut possible. Si le joueur est sanctionné à chaque fois qu'il se trompe, il risque de perdre quelques instants à chaque essai pour s'assurer qu'il presse la bonne touche. Ceci met en exergue un problème plus général que nous abordons en discussion qui est le fait que nous ne pouvons maîtriser ce que le joueur fait exactement ou la stratégie qu'il décide d'employer.

La position exacte d'apparition des balles et leur délai précis avant disparition est défini par un aléatoire borné, les bornes provenant des paramètres de difficulté. Cette approche était importante puisque le joueur allait jouer deux fois au mini-jeu et nous ne voulions pas que la mémorisation de la session précédente ait un effet sur les performances du joueur. Malheureusement cette approche signifie aussi que la comparaison des résultats entre joueurs est plus difficile puisqu'ils n'ont pas eu exactement la même session de jeu.

Finalement, le mini-jeu manque encore de dynamisme et semble rapidement ennuyer les joueurs, ce qui peut avoir un impact sur leurs performances, leur envie de tricher ou leur abandon du jeu. L'ajout d'effets visuels et sonores et d'une courbe de difficulté progressant plus rapidement selon les performances sont deux pistes d'amélioration pour rendre le jeu plus attrayant.

11.5.3 FPS

Lorsque nous avons conçu les niveaux du FPS, nous nous sommes concentrés sur l'apprentissage des actions de jeu et sur quelques idées qui permettraient de révéler les capacités des joueurs. Une évaluation beaucoup plus large et impliquant d'autres groupes démographiques, ainsi que des non-joueurs est nécessaire pour valider ces aspects de la conception du prototype.

Avant d'effectuer une telle évaluation, plusieurs améliorations sont à apporter au prototype. Premièrement, les durées de complétion des niveaux sont très hétérogènes inter-joueurs, certains temps de complétion vont du simple au double (voir figure 11.9). Par exemple les joueurs ont mis entre 20 et 55 secondes pour compléter le niveau 20. Ceci doit signifier que le labyrinthe est mal conçu et que certains joueurs trouvent très vite les diamants par hasard. Ces temps de complétion disparates ont plus de chance de provenir d'une mauvaise conception des niveaux de jeu (objectif pas assez clair ou peu motivant par exemple) que de différences de capacités entre les sujets étant donné l'homogénéité démographique et de pratique du jeu vidéo de la population étudiée.

Il est donc nécessaire de refaire les niveaux pour qu'ils soient de meilleure qualité. Pour apporter des corrections précises sur les niveaux, nous pourrions nous baser sur une représentation du parcours des joueurs et trouver exactement quels sont les problèmes à résoudre.

En particulier, nous avons voulu inclure trop de choses différentes, notamment la présence de diamants dont la récolte est optionnelle alors que le niveau a déjà pour but d'évaluer une certaine compétence. Ceci a pour effet de bruyé les résultats, les joueurs qui sont allés droit au but sans s'occuper d'objectifs secondaires ont donc des temps de complétion plus faibles que les autres. Les diamants inutiles doivent donc être retirés et nous ajouterons un niveau supplémentaire pour évaluer l'envie des joueurs de collecter des diamants même s'ils ne sont pas un objectif explicite.

D'autres petites corrections doivent être apportées comme la calibration de la manette, mais aussi des corrections dans certains niveaux. Par exemple, dans le niveau 17 qui teste la planification sur une tâche de récolte de diamants, il n'est pas obligatoire de les récolter pour terminer le niveau.

11.5.4 Autres outils

Si à l'heure actuelle l'outil contient les différents systèmes nécessaires pour mettre en oeuvre une évaluation, des outils ou modules supplémentaires sont à envisager. En effet, un outil pour créer les paramètres des sessions, ainsi qu'un outil permettant d'afficher les résultats et de les comparer avec d'autres populations sont nécessaires pour faciliter l'utilisation de l'outil, ainsi que l'interprétation des données.

11.6 Discussion et conclusion

Ce premier prototype permet de soulever plusieurs problèmes de l'évaluation de joueurs au travers d'un jeu.

D'une part, les joueurs peuvent se lasser, ne pas complètement se concentrer sur le jeu, voir abandonner. Et d'autre part, les joueurs peuvent aussi décider d'utiliser des stratégies inattendues soit parce qu'elles sont efficaces, soit parce qu'elles les amusent.

Notre démarche est différente de celle des playtests. Lors de playtests, l'objectif est d'observer les joueurs pour corriger le jeu de telle manière à ce que les joueurs soient motivés, mais aussi pour que le jeu réagisse correctement à leurs différentes stratégies.

Ici, ce sont les joueurs que nous cherchons à évaluer. De plus, nous cherchons à les évaluer en train de jouer, soit dans un environnement beaucoup plus libre que peut l'être par exemple un test de diagnostic de l'attention.

Ceci est le paradoxe central d'un tel développement. Il faut que le dispositif ressemble le plus possible à un jeu, donc donne une certaine liberté au joueur alors que pour le traitement des données, plus le joueur est libre, plus l'analyse de celles-ci devient compliquée. Créer un tel outil d'évaluation signifie donc de devoir parfois trancher entre le jeu et la nécessité d'obtenir des données les moins bruitées possible pour faire une analyse statistique valable. Cependant, il est certain qu'il ne sera pas possible de prédire à priori tout ce que les joueurs peuvent décider de faire. Outre des niveaux de jeu relativement contraints, c'est à force d'évaluation comme celle que nous décrivons dans ce chapitre que nous pourrions adapter le prototype aux différentes pratiques et collecter des données viables. C'est seulement ensuite qu'une analyse approfondie de ces données pourra avoir lieu et conduire à des résultats intéressants et utilisables.

Dans tous les cas, ceci signifie que pour obtenir des données de bases viables, lorsque l'outil aura atteint un bon niveau de maturité, une large population devra être évaluée au travers du jeu. Ensuite, selon la quantité de variation inter-individus de ces populations, il sera possible de déduire le nombre de patient qui doit passer l'évaluation pour que les résultats aient une signification.

Chapitre 12

Processus de construction des modèles

12.1 Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons présenté la méthode de game design de jeu thérapeutique et les modèles et méthodes qui la composent :

- Modèle P/G/T
- Méthode de formalisation du gameplay
- Outil d'analyse des capacités de jeu du patient (PGS-EvalTool)
- Liste de recommandations pour la gestion de la motivation

Nous avons aussi expliqué le fondement et les objectifs de chacun de ces modèles et méthodes.

Comme l'expliquent plusieurs chercheurs en design (voir chapitre 5), il faut expliquer et argumenter le processus de construction des artefacts, notamment pour permettre à d'autres scientifiques de reproduire le processus ou de s'en inspirer.

Dans ce chapitre, nous présentons une vue globale des étapes du processus de recherche, notamment pour présenter la temporalité des étapes effectuées. Ensuite, nous présentons certaines phases de construction des modèles et quelques évaluations préliminaires.

12.2 Etapes principales du processus de recherche

12.2.1 Etude du champ d'application

L'étude du domaine a pris la forme d'un recensement des jeux vidéo, jeux sérieux, jeux santé et jeux thérapeutiques, ainsi que d'une étude bibliographique des méthodes pour les concevoir.

Pour nous aider dans cette étude, nous avons conçu une première version du modèle P/G/T et nous en sommes servis pour analyser plusieurs jeux thérapeutiques. Cette version du modèle et ces analyses ont fait l'objet d'une publication ([Mader 12c]).

Nous avons aussi structuré le domaine des jeux santé et des jeux thérapeutique en proposant une définition du jeu thérapeutique et des classifications. Nous les avons présentées,

ainsi que leur construction dans le chapitre 6).

12.2.2 Identification des problèmes

Nous avons analysé notre expérience sur le *Village aux Oiseaux* pour identifier plusieurs difficultés de conception des jeux thérapeutiques et utilisé notre revue bibliographique et notre classification des jeux thérapeutiques pour déterminer quelles étaient les difficultés de design les plus fondamentales et les plus génériques. A partir de ces difficultés, nous avons défini les objectifs des solutions. Ce travail a été présenté dans le chapitre 7.

12.2.3 Construction des modèles et méthodes

Nous avons ensuite amélioré notre modèle P/G/T, particulièrement en détaillant la partie capacité du modèle du patient. Nous avons aussi élaboré une liste de recommandations pour la gestion de la motivation et deux méthodes (formalisation gameplay, game design de jeu thérapeutique).

Trois étapes se sont révélées complexes :

- Etude et organisation des facteurs motivationnels liés aux jeux vidéo
- Etude et organisation du domaine de la santé
- Itérations sur le modèle des capacités de jeu

Si la première étape servait uniquement à l'établissement de la liste des recommandation pour la gestion de la motivation, la seconde servait le modèle de la boucle de gameplay, le modèle des capacités de jeu (sous-partie du modèle du patient), et indirectement la méthode de formalisation du gameplay. La troisième étape présente les différentes démarches entreprises pour affiner et améliorer le modèle des capacités de jeu.

Ces trois étapes sont expliquées en détail à la fin de ce chapitre. Nous donnons d'abord ici une vue globale des différentes étapes de construction pour chaque modèle et méthode.

Modèle de la boucle de gameplay Nous avons étudié le domaine de la santé pour y chercher les connaissances dont nous avons besoin pour construire ces solutions, notamment pour construire un nouveau modèle de la boucle de gameplay.

Nous nous sommes servis des modèles existants et de ces connaissances médicales pour proposer un modèle de la boucle de gameplay explicitant les fonctions perceptives, cognitives, et motrices automatiquement mobilisées pour interagir avec un jeu vidéo.

En nous appuyant sur ce modèle de la boucle de gameplay, nous avons ensuite construit en parallèle la méthode de formalisation du gameplay et le modèle des capacités de jeu du patient.

Méthode de formalisation du gameplay : itération et démonstration Nous avons construit cette méthode en formalisant plusieurs jeux existants. Cette méthode a donc connu de nombreuses itérations. Au départ, nous avons identifié des actions gameplay mobilisant

les fonctions présentes dans le modèle des capacités de jeu. Puis, les formalisations nous permettaient d'identifier d'autres capacités de jeux qui sont venues compléter le modèle. Les formalisations finales sont la preuve que la méthode peut atteindre ces objectifs.

Modèle des capacités de jeu : itération et démonstration Bien que ce modèle soit une sous-partie du modèle du patient (inclus dans le modèle P/G/T), nous le traitons séparément car son élaboration a été particulièrement complexe (à mi-chemin entre le game design et la santé). Plus particulièrement, nous avons effectué de nombreuses d'itérations sur ce modèle en particulier, dont des évaluations préliminaires.

La première version du modèle des capacités de jeu est une liste de capacités importantes provenant de notre étude du domaine de la santé. En plus d'améliorer le modèle grâce aux formalisations de gameplay existants, nous avons entrepris d'autres démarches.

Tout d'abord, nous avons discuté du modèle avec des experts santé pour obtenir leur avis. Leurs retours nous ont notamment amené à recentrer le modèle sur l'axe du jeu, par exemple par l'ajout d'exemples de situations de jeux mobilisant la fonction décrite. Ceci nous a aussi permis de diminuer le nombre d'éléments du modèle en le concentrant davantage sur les fonctions nécessaires pour jouer.

Par la suite, nous avons préparé des profils patients imaginaires avec une neuropsychologue pour vérifier que le modèle était facile à utiliser, efficient, et suffisamment complet. Les principales améliorations issues de cette évaluation visent la plateforme web que nous avons développée pour remplir rapidement les modèles. Cette démarche est aussi une première démonstration que le modèle atteint ces objectifs.

Finalement, nous avons conduit des expérimentations préliminaires visant plusieurs objectifs. Nous souhaitions particulièrement observer comment des game designers interrogeraient intuitivement un expert santé, d'une part pour fonder la nécessité de proposer notre modèle des capacités de jeu du patient, et d'autre part, pour améliorer la complétude des modèles en extrayant de nouveaux éléments de leurs propositions.

Démonstration par instanciation Lorsque le modèle des capacités de jeu et la méthode de formalisation du gameplay ont atteint un niveau de maturité suffisant, nous les avons utilisés pour construire un outil d'évaluation des capacités du patient (PGS-EvalTool). Le design des mini-jeux était à la fois guidé par le modèle de capacités de jeu et par la formalisation du gameplay d'un jeu de tir en vue subjective. Cet outil est une instanciation du modèle des capacités du patient et de la méthode de formalisation du gameplay.

Nous avons aussi évalué cet outil pour vérifier qu'il permettait de récolter des données intéressantes sur les joueurs. Nous avons donc fait jouer une quinzaine d'étudiants et analysé les données obtenues. Nous utilisons ensuite cette analyse pour améliorer cet outil. Tout ce qui concerne cet outil est présenté dans le chapitre 11.

Modèle P/G/T : itération Nous avons complété le modèle P/G/T grâce aux résultats des expérimentations préliminaires ou lorsque nous identifions un élément manquant à in-

chure dans le modèle. Particulièrement, les trois modèles relationnels (jeu-thérapie, patient-jeu, patient-thérapie) ont été complétés pour permettre l'analyse de tout types de jeux thérapeutiques.

Liste de recommandations pour la gestion de la motivation Nous avons analysé plus profondément notre revue bibliographique des différents facteurs de motivation et de plaisir liés aux jeux vidéo pour en extraire une liste de recommandations pour la gestion de la motivation.

Méthode de game design de jeux thérapeutiques Finalement, nous avons constaté que notre ensemble de modèles et méthodes nécessitaient des explications pour que le game designer puisse rapidement les utiliser. En nous basant sur les méthodes proposées en game design et en recherche en design, nous avons défini la méthode de game design de jeu thérapeutique présentée dans le chapitre 9.

12.2.4 Evaluations

Pour évaluer les performances de nos modèles et méthodes et obtenir des observations pour les améliorer, nous avons conduit une évaluation sur plusieurs jours avec des étudiants de l'ENJMIN (Ecole Nationale du Jeu et des Médias Interactifs Numérique). Nous nous sommes principalement inspirés du protocole mis en oeuvre par Marache-Francesco (voir chapitre 5).

Une partie de notre protocole demande aux étudiants de formuler leurs questions pour l'expert santé, nous nous sommes servis de ces résultats pour fonder davantage l'importance de notre modèle des capacités de jeu et analysé les résultats pour vérifier la complétude de notre modèle.

Le reste du protocole permettait d'évaluer plusieurs critères de performance de notre modèle des capacités du patient et de notre méthode de formalisation du gameplay. Outre une mesure des performances selon les métriques que nous avons définies, ces évaluations nous ont permis d'observer les sujets s'appropriant nos méthodes et modèles.

12.2.5 Conclusion

Cette section donne une vue temporelle du processus de recherche. Dans les sections suivantes, nous expliquons les trois étapes particulièrement complexes de constructions de nos modèles.

12.3 Etude et organisation des facteurs motivationnels liés aux jeux vidéo

Dans les jeux thérapeutiques, la motivation est souvent un objectif fondamental de conception. La partie jeu du modèle du jeu thérapeutique contient principalement une liste d'ingrédients que le game designer peut intégrer à sa conception pour maximiser la motivation du patient. Bien que cette partie du modèle soit amenée à évoluer au cours du temps et des découvertes de nouveaux facteurs motivationnels liés aux jeux vidéo, nous souhaitons que cette première version soit la plus exhaustive possible.

Nous expliquons comment nous avons analysé l'existant pour nous s'assurer que notre structure *challenge, game world et interactions sociales* est pertinente et extraire une liste de facteurs de motivation de chacune de ces composantes.

12.3.1 Challenge, game world, et interactions sociales

Tous les auteurs étudiés n'utilisent pas les mêmes termes pour exprimer les mêmes concepts et proposent leur propre organisation de ces concepts. Ainsi, selon les auteurs, les concepts peuvent appartenir à différentes catégories. Par exemple, Yee classe la *compétition* dans *accomplissement*, tandis que chez Malone et Lepper la *compétition* est une motivation interpersonnelle. Ces recouvrements et différences d'organisation s'expliquent par les liens entre les différents concepts.

De plus, l'étude de tous ces travaux produit une vision à la fois fragmentées et disproportionnées des différents aspects d'un jeu, par exemple le challenge est particulièrement détaillé et étudié. Jesse Schell résume la situation ainsi : « *Les game designers attendent toujours leur Mendeleïev. Actuellement, nous n'avons pas de table périodique. Nous avons notre propre patchwork de principes et de règles, ce qui n'est pas parfait, mais nous permet de faire notre travail.* »¹[Schell 08].

Nous proposons de structurer ces notions selon si elles ont trait au challenge, au *game world* ou aux interactions sociales. Nous pensons que cette structure est pertinente notamment parce qu'elle correspond aux trois besoins psychologiques innés : compétence, autonomie, et appartenance [Ryan 00, Rigby 07].

Nous avons commencé par une analyse de quelques auteurs pour vérifier la pertinence de cette structuration (tableau 12.1).

Seuls les *Altered States* et *Visceral Reactions*, respectivement de Lazzaro et Koster n'entrent pas directement dans ces trois composantes. En effet, les émotions et sensations nécessitent souvent d'aménager plusieurs composantes pour être produites. Nous reviendrons en fin de section sur la manière dont nous les traitons.

Nous avons donc continué ce travail par une analyse systématique des propositions de seize auteurs (table 12.2). L'objectif est d'extraire une liste des facteurs de motivation et de confirmer que nos trois composantes permettent bien de structurer l'ensemble de ces facteurs.

1. Traduction de l'auteur

	Challenge	Game World	Interactions sociales
Bartle 1996	Achiever	Explorer	Killer, Socializer
Lazzaro 2004	Hard Fun	Easy Fun	People Factor
Koster 2005	Fun	Aesthetic appreciation	Social Status Maneuvers
Yee 2006	Achievement	Immersion	Social
Malone 1987	Challenge	Fantasy / Curiosity	Interpersonal

TABLE 12.1 – Challenge, Game World, et Interactions sociales

Malone et Lepper	1987	Making learning fun : a taxonomy of intrinsic motivation [...]
Bartle	1996	Heart, clubs, diamonds, spades : players who suit muds
Ryan et Deci	2000	Intrinsic and Extrinsic Motivations : Classic Definitions and [...]
Garneau	2001	Fourteen Forms of Fun
Vorderer et al.	2003	Explaining the Enjoyment of Playing Video Games : [...]
Lazzaro	2004	Why We Play Games : Four Keys to more Emotions Without Story
Hunicke et al.	2004	MDA : A Formal Approach to Game Design and Game Research
Koster	2005	A Theory of Fun for Game Design
Rosewater	2006	Timmy, Johnny, and Spike Revisited
Yee	2006	Motivations of Play in Online Game
Ghozland	2007	Designing for motivation
Fullerton	2008	Game Design Workshop
McGonigal	2011	Reality is Broken
Schoenau-Fog	2011	The Player Engagement Process (...)
Van den Berghe	2013	Acting Like Players - Applying the 5 Domains of Play
Nacke et al.	2013	Brainhex : a neurobiological gamer typology survey

TABLE 12.2 – Liste des travaux sur les plaisirs de jeu et la motivation

Nous avons extrait 223 notions concernant les plaisirs de jeu ou la motivation, nous les avons imprimées sous forme de cartes pour facilement les trier par composante challenge, *game world*, et interactions sociales. Le total par composante proposé dans le tableau 12.3 n'est pas un décompte de notions uniques, car les auteurs s'accordent parfois sur une notion précise qui est donc présente en doublon.

Challenge	83
<i>Game world</i>	80
Interactions sociales	34
Emotions et sensations	29
Inclassables	9

TABLE 12.3 – Nombre de facteurs motivationnels par composante

Certaines émotions sont reliées à une seule composante, par exemple le *Fiero* pour l'ac-

complissement d'un challenge difficile. Mais d'autres émotions ou sensations nécessitent plusieurs composantes pour être produites, par exemple le *Shadenfreude*, la joie provoquée par le malheur d'autrui, est produite par design des interactions sociales, mais aussi des challenges. De la même manière, la peur provient à la fois du design du *game world* et des challenges. Nous avons donc gardé une catégorie séparée pour les émotions et sensations.

Seules neuf notions étaient inclassables, principalement car elles étaient trop générales. Notre organisation permet donc bien de classer les différentes notions de plaisir de jeu et motivation identifiées par les auteurs étudiés dans cette section.

Grâce à cette analyse, nous avons donc établi la liste des notions importantes pour la motivation du joueur (voir chapitre 9).

12.4 Etude et organisation du domaine de la santé

Pour construire nos modèles, nous avons étudié le domaine de la santé pour en extraire les connaissances utiles pour le game design. D'une part, nous devons identifier les capacités mobilisées automatiquement par l'interaction avec un jeu pour notre modèle de la boucle de gameplay et d'autre part, nous avons pour objectif de faire une première liste des capacités importantes pour la pratique des jeux vidéo. Cette analyse était donc à la croisée entre santé et game design.

Nous avons utilisé des ressources médicales et modèles d'analyse de tâches cognitives pour établir une liste de fonctions qui peuvent être utiles pour jouer (par exemple, perception des couleurs), et dans le même temps, nous avons identifié les capacités les plus souvent à l'oeuvre dans les jeux vidéo (par exemple, s'orienter dans un espace 3D), notamment en décomposant des gameplay de jeux grâce à notre méthode de formalisation.

Dans cette section, nous commençons par expliquer comment nous avons sélectionné une première liste de fonctions et comment nous avons organisé cette liste. Cette liste constitue la première version de notre modèle des capacités de jeu. Dans la section suivante, nous présentons plusieurs expérimentations conduites pour améliorer de manière itérative le modèle des capacités de jeu.

12.4.1 Fonctions perceptives, cognitives, et motrices

Il n'existe pas de modèle du fonctionnement humain utilisable clés en main pour un game designer. Le modèle des capacités de jeu est donc une compilation de plusieurs sources.

Nous avons commencé par consulter le thésaurus utilisé pour les indexations des articles publiés sur PubMed, le Medical Subject Heading Vocabulary (MeSH) [NCBI].

A partir du MeSH, nous avons extrait des groupes de fonctions et des fonctions sensorielles, perceptives, cognitives et motrices qui nous semblaient centrales dans le fonctionnement d'un individu et importantes pour la pratique du jeu vidéo. Le MeSH étant un index multi-arbre, nous avons constaté qu'une même fonction pouvait être indexé dans plusieurs catégories.

Nous avons aussi étudié le NIH Toolbox, un ensemble d'outils de diagnostic proposant plusieurs tests pour évaluer différentes fonctions de chaque domaine [NIH] :

- Sensation : Audition, Olfaction, Douleur, Goût, Vestibulaire, Vision
- Cognition : Fonctions exécutives, Attention, Mémoire épisodique, Langage, Vitesse de traitement, Mémoire de travail
- Motricité : Equilibre, Dextérité, Endurance, Locomotion, Force
- Emotion : Bien-être psychologique, Relations sociales, Stress et *self-efficacy*, névrotisme

Nous avons étudié deux autres outils de diagnostic. Le *WHO DAS 2.0*, conçu par l'Office Mondial de la Santé (OMS), est un formulaire de trente-six questions pour évaluer le niveau de fonctionnement général d'un individu sur six axes : compréhension et communication, mobilité, soins personnels, entente avec son entourage, activités de la vie, participation dans la société [OMS b]. L'autre outil de diagnostic *AGGIR*, conçu par la sécurité sociale française, vise à évaluer le niveau d'autonomie des personnes âgées [CNAMTS 07].

Outre ces ressources médicales, nous avons aussi utilisé le modèle *Human Centered Information Processing* (présenté dans le chapitre 2) pour identifier les fonctions cognitives importantes. Dans ce modèle, la cognition est représentée par onze modules cognitifs (p. ex. interface d'information) contenant plusieurs classes (p.ex. chercher et recevoir des informations, identifier des objets, actions et événement). Ensuite chaque classe a des attributs qui sont des verbes d'action (p.ex. détecter, inspecter). Les fonctions sensorielles et motrices ne sont pas détaillées, à l'exception de leurs aspects cognitifs.

Finalement, nous avons étudié la taxonomie des compétences *ITAM* qui définit sept catégories de compétences : perceptives, prise de décision, motricité globale, sensori-motrices (ou motricité fine), procédurales, interactives (sociales), intégration des compétence et partage du temps (multi-tâche) [Ryder 93].

Comme les organisations et les définitions des "modules" du fonctionnement humain diffèrent selon les sources, nous avons dû faire des choix d'inclusion et d'organisation de ces fonctions. Pour ces choix, notre priorité était la clarté du modèle pour le game designer avant la conformité avec un modèle théorique particulier.

En croisant ces différentes ressources santé (WHO DAS 2.0, AGGIR, MeSH, NIH Toolbox) et modèles d'analyse des tâches cognitives (HCIP, ITAM), nous avons finalement défini une première liste de 60 fonctions importantes et les avons organisées en trois sections : sensation et perception, cognition, et motricité.

Sensation et perception Les fonctions sensorielles et perceptives sont d'une certaine manière le "système d'entrée" du joueur. Les fonctions sensorielles captent les informations brutes extérieures (vision, audition) et intérieures (proprioception, douleur). Les fonctions perceptives sont les fonctions cognitives destinées à l'analyse et au traitement de ce que les fonctions sensorielles captent. Ces fonctions se chargent aussi d'effectuer des prédictions, notamment du mouvement. Nous y avons inclus l'attention, même si son rôle est transverse, nous avons mis en priorité son importance pour le traitement des informations provenant du jeu.

Cognition Dans les fonctions cognitives, nous nous intéressons particulièrement aux fonctions exécutives qui rassemblent la cognition consciente comme la prise de décision. Nous y avons aussi inclus la mémoire de travail par simplification. La cognition est la partie "réfléchir" de la boucle d'interaction avec un jeu.

Motricité Les fonctions motrices concernent tout ce que l'individu peut effectuer avec son corps. Nous y incluons le contrôle moteur et la mémoire procédurale, qui peuvent aussi être classés dans les fonctions cognitives. Dans le cadre du jeu vidéo, la motricité est le principal "système de sortie" du joueur.

12.5 Itérations sur le modèle des capacités de jeu

De cette première liste de 60 fonctions perceptives, cognitives, et motrices, nous avons au final un modèle des capacités de jeu contenant 33 éléments. Outre les formalisations de gameplay, nous nous sommes appuyés sur les résultats d'évaluations préliminaires pour identifier et sélectionner ces éléments.

Tout d'abord, nous nous sommes entretenus avec deux experts santé pour obtenir leur avis sur le modèle. Ensuite, nous avons mené deux expérimentations sur des étudiants en jeu vidéo visant deux objectifs : 1. savoir quelles informations ces étudiants demandent intuitivement à un expert santé, 2. identifier les éléments manquants du modèle. A l'issue d'une des expérimentations, nous avons présenté le modèle aux étudiants pour évaluer s'il leur permettait de prendre conscience qu'ils avaient besoin de plus d'informations pour concevoir le jeu.

12.5.1 Entretiens avec des experts santé

Nous avons discuté avec le médecin du travail de notre établissement et avec une neuropsychologue. Nous avons tout d'abord expliqué les enjeux généraux de notre recherche et nos objectifs avec ce modèle du patient. Nous leur avons présenté une version imprimée du modèle et avons ensuite échangés librement à son sujet. Nous avons une liste de points que nous souhaitions aborder et sur lesquels nous avons posé des questions précises : précision du vocabulaire utilisé, organisation du document, format (espace pour prendre des notes), utilité des éléments (aspects manquants ou superflus), utilité du modèle, existence d'un outil qui pourrait remplacer notre modèle.

Nous avons eu de nombreux retours sur le vocabulaire, l'organisation et le contenu choisi de notre modèle. Les deux expertes trouvent que l'organisation en trois sections est pertinente. Quelques éléments manquants ont pu être incorporés tandis que d'autres ont été retirés car jugés superflus ou en doublon avec d'autres. La neuropsychologue nous a aidé à améliorer l'organisation et le vocabulaire de la section sur la cognition.

Nous avons aussi discuté la pertinence du format pour les échanges entre experts santé et game designers. Les retours étaient positifs, la neuropsychologue a même évoqué le fait

qu'un tel modèle pourrait lui être utile dans sa pratique pour réfléchir toutes les capacités de chaque patient. Selon les deux expertes, le modèle n'est pas trop long et devrait faciliter l'échange par sa structure, notamment en permettant d'aborder les aspects importants. Si des fonctions particulières et non présentes dans le modèle sont importantes, les expertes pensent que la structure du modèle amènera l'expert santé à les aborder. De plus, elles ne connaissent pas d'outils existants qui pourraient remplacer notre modèle.

Aussi, les deux expertes ont soulevé qu'il serait intéressant de mieux relier les fonctions à des situations de jeux afin de permettre au game designer tout comme à l'expert santé de comprendre les enjeux potentiels de cette fonction. En effet, pour de nombreuses capacités un exemple est nécessaire, soit parce que l'enjeu n'est pas évident, soit pour que le game designer puisse mieux comprendre la fonction concernée. En conséquence, la version finale du modèle contient des explications et des exemples de situations de jeu pour chaque capacité.

En dernier lieu, nous avons abordé de manière générale la question de l'évaluation des capacités du patient. La neuropsychologue a souligné la complexité de cette évaluation en nous expliquant que dans sa pratique le delta entre ce qu'elle pensait et ce que le patient se révèle finalement capable de faire pouvait être assez grand en positif comme en négatif.

Les deux expertes ont signalé qu'en dehors de leur spécialité, leur expertise était limitée. Nous avons donc échangé au sujet des fonctions motrices de notre modèle avec un collègue ayant une expertise de ce domaine.

12.5.2 Les informations médicales demandées intuitivement par les game designers

12.5.2.1 Introduction

Nous avons conduit une expérimentation sur deux populations différentes et avec deux méthodes différentes pour analyser les questions que des game designers non-spécialistes posent intuitivement à un expert santé.

Le premier objectif est d'ajouter à nos modèles des éléments que nous n'avions pas identifiés par nos propres intuitions et notre état de l'art, mais dont les game designers, par intuition, pensent avoir besoin. Le second objectif est d'évaluer la nécessité de proposer un modèle des capacités de jeu. Nous vérifions dans nos expérimentations si les game designers questionnent l'expert santé sur les différentes fonctions perceptives, cognitives, et motrices du patient. Si les game designers ne questionnent pas ces trois types de fonctions, il est important de leur fournir un modèle des capacités de jeu pour guider les échanges avec l'expert santé. Nous avons donc formulé l'hypothèse suivante :

- **Les sujets posent peu de questions sur les fonctions du patient qui ne sont pas l'objet de la thérapie**

12.5.2.2 Population 1 - Méthode 1

Nous enseignons en licence professionnelle jeu vidéo à l'IUT de Bobigny (93) et avons proposé à nos étudiants de participer à une brève expérimentation qualitative. Nous avons mené cette expérimentation en novembre 2014. Les sujets ont déjà abordé le game design de jeux de divertissement durant un quinzaine d'heures de cours avec nous. Les sujets étaient 19, dont 3 femmes, âge moyen 23 ans (min : 20, max : 45).

Le formulaire demande aux étudiants de se mettre dans le rôle d'un game designer travaillant sur un jeu thérapeutique. Chaque sujet a reçu au hasard l'une des deux versions du formulaire. Dans la première version, le jeu thérapeutique vise une maladie cognitive affectant la mémoire et dans la seconde une maladie motrice affectant le bras. Dans les deux cas, la maladie n'est pas nommée pour que le sujet questionne l'expert santé uniquement sur la base de ses intuitions et non sur ses connaissances de la maladie. Ensuite, les sujets avaient 30 minutes pour écrire sur le formulaire les questions qu'ils poseraient par e-mail à l'expert santé. Voici le texte exact de la version 1 : « *Admettons que vous travaillez sur le développement d'un jeu thérapeutique pour des patients souffrant d'une maladie cognitive affectant la mémoire que vous ne connaissez pas du tout. Vous êtes game designer sur le projet et pour commencer votre travail, vous avez besoin de mieux connaître le patient et ses capacités. Pour le moment, vous pouvez poser des questions à un expert uniquement par e-mail. Quelles seraient les questions que vous lui poseriez ?* ».

12.5.2.3 Amélioration du protocole pour la deuxième population

Après avoir analysé les résultats de cette première population, nous avons décidé d'améliorer le protocole pour une seconde population. Tout d'abord, le nombre de questions posées par sujet est relativement faible (moyenne à environ 8 questions). Nous ne pouvions définir si les sujets n'avaient pas davantage de questions à poser ou si ce résultat provient d'un manque de temps ou du fait qu'ils devaient écrire sur un questionnaire papier.

Nous avons décidé de permettre aux sujets d'écrire les questions dans un formulaire informatique et de leur demander de trier les informations selon leur importance : informations urgentes sans lesquelles la conception ne peut commencer, informations nécessaires mais moins urgentes, informations intéressantes mais optionnelles. En effet, nous conduisons une analyse qualitative des questions pour identifier des éléments manquants de nos modèles, il est dans notre intérêt d'obtenir un maximum de questions, notamment en poussant les sujets à poser des questions qu'ils jugent moins nécessaires.

Nous avons aussi décidé de clarifier et préciser la consigne concernant l'objectif thérapeutique et les troubles du patient, car certains sujets de la première population n'avaient posé aucune question sur la thérapie ou les fonctions visées par la thérapie.

12.5.2.4 Population 2 - Méthode 2

Cette expérimentation a eu lieu en janvier 2015. Les sujets sont des étudiants de deuxième année du master jeu et média interactif (ENJMIN - Angoulême). Les sujets proviennent

tous de la même classe, mais ont des spécialisations différentes (game design, ergonomie, gestion de projet, programmation, graphisme, sound design). Les game designers ont suivi de nombreuses interventions sur le game design et les jeux sérieux, ainsi qu'un cours sur le gameplay avec nous. Les sujets provenant d'autres spécialités ont seulement eu des cours d'introduction au game design. Les sujets étaient 40, dont 8 femmes, âge moyen 25 ans (min : 23, max : 37).

Cette fois-ci, les sujets ont écrit leurs questions dans une interface web (PHP/MySQL) que nous avons développée pour l'occasion. Les sujets se sont inscrits en fournissant quelques informations démographiques et d'auto-évaluation de compétences. Ensuite, ils devaient compléter différentes tâches au travers de la plateforme, nous traitons ici de la première tâche qui concerne les questions qu'ils poseraient intuitivement à un expert santé.

Les étudiants ont tous reçu la même consigne, cette fois-ci composée avec la neuropsychologue qui nous a déjà aidé précédemment : « *Vous travaillez sur la conception d'un jeu thérapeutique. Le patient type a de la peine à contrôler la précision des mouvements de ses membres supérieurs (bras, main) que ce soit dans leur amplitude (longueur) et leur temporalité (lenteur du mouvement ou délai avant de débiter le mouvement). De plus, ses membres supérieurs manquent de force et sont sujets à des tremblements. Concevez un jeu thérapeutique pour améliorer la précision des mouvements des membres supérieurs (bras, main) du patient. Vous n'avez pas la possibilité de rencontrer l'expert santé du projet, mais vous pouvez lui envoyer la liste des informations que vous souhaiteriez connaître afin de concevoir le jeu.* »

Trois champs de formulaire sans limite de taille d'insertion étaient à leur disposition pour écrire les questions selon leur importance. Lorsqu'ils enregistraient le formulaire, ils ne pouvaient plus voir ou modifier leurs questions.

Le reste de la matinée était dédiée à la conception en binôme d'un jeu thérapeutique répondant à la consigne. L'après-midi, un groupe contrôle composé d'un tiers des sujets a refait la tâche des questions dans des conditions similaires, tandis que deux autres groupes avaient accès à nos modèles et méthodes. La consigne concernait un patient souffrant de troubles perceptifs. Pour l'évaluation de notre hypothèse, nous analysons donc aussi les questions posées par ce groupe contrôle, mais pas celles des autres groupes.

Le suite de cette expérimentation avait pour but d'évaluer notre modèle des capacités du patient et notre méthode de formalisation du gameplay et est décrite dans le chapitre 13.

12.5.2.5 Traitement des résultats

Nous avons classé chaque question manuellement en leur attribuant un thème selon son contenu. Nous avons défini dix thèmes, huit thèmes provenaient des premières versions de nos modèles et deux thèmes (marqués d'un astérisque) proviennent de l'analyse des questions auparavant classées dans *autre* de la première population :

- Général* : fonctionnement général du patient
- Emotion* : état émotionnel du patient
- Perception : état des fonctions perceptives du patient

- Cognition : état des fonctions cognitives du patient
- Moteur : état des fonctions motrices du patient
- Démographie : aspects démographiques (âge, genre, taille)
- Intérêt : intérêts du patient (vidéoludiques ou non)
- Thérapie : fonctionnement de la thérapie
- Jeu : aspects spécifiques du jeu à concevoir (p. ex. dispositifs d'interaction)
- Autre

12.5.2.6 Résultats

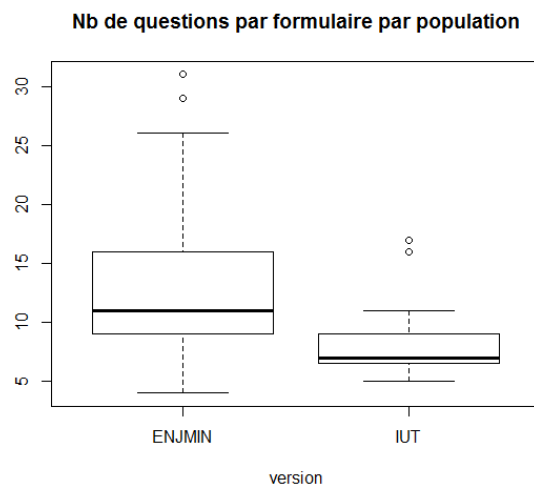


FIGURE 12.1 – Nombre de questions par formulaire selon la population

Nous avons récolté 76 formulaires, pour un total de 1176 questions. Pour la population 1 (n=19), nous avons obtenu 159 questions. Les formulaires contiennent entre 6 et 18 questions, avec une moyenne de 8.37 questions par sujet. Pour la population 2 (n=57), nous avons obtenus 1017 questions. Les formulaires contiennent entre 4 et 31 questions, avec une moyenne de 13.63 questions par sujet (figure 12.1).

En regroupant les sujets selon l'objectif du jeu thérapeutique, nous avons 3 groupes :

- Version cognitive : Population 1 (IUT, n=10), thérapie cognitive (mémoire)
- Version motrice : Population 1 (IUT, n=9) et population 2 (ENJMIN, n=40), thérapie motrice (bras)
- Version perceptive : Population 2 (ENJMIN, n=17), thérapie perceptive (vision)

Concernant l'hypothèse : **les sujets posent peu de question sur les fonctions du patient qui ne sont pas l'objet de la thérapie**, nous avons analysé le nombre total de questions posées par les sujets d'une version et vérifié par un test χ^2 que cette distribution n'était pas aléatoire (figure 12.4).

Ensuite, nous avons analysé quel pourcentage de sujet dans chaque version n'a pas abordé

un groupe de fonction donné (perceptif, cognitif, moteur) (figure 12.5).

12.5.2.7 Discussion

Tout d’abord, le format numérique pour la deuxième population semble être bonne solution puisque le nombre moyen de questions par formulaire est plus élevé.

Notre hypothèse **les sujets posent peu de question sur les fonctions du patient qui ne sont pas l’objet de la thérapie** semble se confirmer puisque le nombre de questions sur les autres fonctions que celle visée par la thérapie est très faible peu importe le groupe de fonctions (figure 12.4). Ce résultat est d’autant plus renforcé par les pourcentage de sujet à n’avoir pas du tout abordé les autres groupes de fonctions (figure 12.5).

Nous notons particulièrement que plusieurs sujets n’ont pas posé de questions au sujet de la fonction visée par la thérapie. Pour la version motrice, 10% des sujets n’ont posé aucune question sur le bras, ni sur la motricité générale du patient. Pour la version perceptive, 29% des sujets n’ont posé aucune question directe concernant les fonctions perceptives du patient.

Les résultats de cette expérimentation sont cependant à interpréter et analyser avec précaution, car le protocole a deux grandes faiblesses : sujets étudiés et classement manuel des résultats. Les sujets étaient des étudiants en jeu vidéo. Tous ces étudiants ne se destinent pas à devenir game designer et encore moins à travailler dans l’industrie des jeux sérieux. Nous avons notamment observé qu’ils avaient des niveaux de motivation variables à l’égard des tâches à accomplir pour l’expérimentation. Ensuite, le fait que nous ayons classé manuellement les questions augmente le risque d’erreur et de biais dans les résultats.

Ces résultats nous ont aussi servi à améliorer nos modèles. Par exemple, certains sujets s’intéressent à la situation du patient, comment il vit sa maladie, quel est son lieu de vie, quels sont ses besoins d’assistance. Nous n’avons pas inclus ces éléments dans nos modèles, mais comme les sujets ont senti le besoin de connaître ces informations pour concevoir le jeu, nous avons pu compléter l’aspect patient de notre modèle P/G/T pour rajouter des éléments permettant de comprendre la réalité du patient au quotidien. Aussi, certains sujets ont questionné l’état psychologique du patient que nous avons ainsi ajouté dans le modèle des capacités du patient.

Thème	V Perceptive	V Cognitive	V Motrice	χ^2 p-value
Perception	42	15	20	¡0.01
Cognition	4	33	5	¡0.01
Motricité	6	12	182	¡0.01

TABLE 12.4 – Nombre de questions posées sur les groupes de fonctions par version

Thème	V Perceptive	V Cognitive	V Motrice
Perception	29	70	89
Cognition	41	0	81
Motricité	64	50	10

TABLE 12.5 – Pourcentages de sujets par version n’ayant pas abordé un groupe de fonction

12.5.3 Impact du modèle sur des étudiants en game design

Lorsque nous avons effectué l’expérimentation sur la première population (IUT), notre protocole comportait une seconde étape pour voir comment les sujets réagiraient à la première version du modèle des capacités de jeu (celui contenant une liste de 60 fonctions perceptives, cognitives et motrices).

Nous avons rappelé le modèle de la boucle de gameplay, les sujets connaissaient déjà son fonctionnement, nous avons déjà abordé le rôle des fonctions perceptives, cognitives et motrices dans le gameplay durant nos cours. Ensuite, nous avons présenté le modèle au vidéoprojecteur en expliquant quelques fonctions en détails. La présentation a duré environ dix minutes. Les sujets ont eu dix minutes pour remplir un questionnaire de treize affirmations qu’ils devaient noter de 1 à 6 (1 = pas du tout d’accord).

De manière générale, les sujets jugent favorablement le modèle, mais ils savaient qu’il s’agissait de notre travail de thèse, nous pensons donc que la fiabilité de leur avis sur le modèle est faible. Nous avons donc conservé les cinq questions d’auto-analyse :

1. Ce modèle du patient contient des éléments importants auxquels je n’avais pas pensé
2. Lorsque j’ai rédigé mes questions, je me suis concentré sur la maladie du patient en oubliant ses autres fonctions (perceptives, par exemple)
3. J’aimerais maintenant poser davantage de questions sur les fonctions cognitives du patient à l’expert santé
4. J’aimerais maintenant poser davantage de questions sur les fonctions motrices du patient à l’expert santé
5. J’aimerais maintenant poser davantage de questions sur les fonctions sensorielles et perceptives du patient à l’expert santé

	1 - 2	3 - 4	5 - 6	χ^2 p-value
Q1 (n=19)	1	4	14	¡0.01
Q2 (n=19)	7	7	5	/
Q3 (n=17)	3	3	11	¡0.05
Q4 (n=19)	3	4	12	¡0.05
Q5 (n=18)	2	4	12	¡0.01

TABLE 12.6 – Résultats auto-analyse de la population 1 (IUT)

Nous avons effectué un test χ^2 pour vérifier que la répartition des réponses n'était pas aléatoire, nous excluons donc la question 2 des analyses.

Deux tiers des sujets ont des questions supplémentaires à poser à l'expert santé concernant les fonctions cognitives, motrices ou perceptives, dont huit d'entre eux ont des questions à poser sur les trois aspects. La majorité d'entre eux (14) pensent d'ailleurs s'être concentré sur la maladie en oubliant les autres fonctions du patient.

Ces résultats soulignent l'intérêt de proposer un modèle des capacités de jeu pour guider les game designers lors des entretiens avec l'expert santé. Nous pensons qu'étant donné qu'une présentation rapide d'une liste de fonctions permet de faire prendre conscience à des game designers débutants qu'ils ont besoin de davantage d'informations pour concevoir le jeu, le modèle devrait au minimum produire aussi cet effet.

Chapitre 13

Evaluations

13.1 Introduction

Comme pointé par Katharine Neil, les méthodes de game design sont rarement évaluées [Neil 12]. Neil explique que concevoir une évaluation est déjà un terrain de recherche et de questionnement à part entière et recommande d'avancer dans cette direction.

Pour évaluer notre modèle des capacités de jeu et notre méthode de formalisation du gameplay, nous avons conduit plusieurs évaluations.

La première section de ce chapitre est dédiée aux évaluations du modèle des capacités de jeu pour l'échange avec un expert santé et la seconde section présente diverses évaluations conduites pour observer comment notre modèle des capacités de jeu (sous partie du modèle du patient) et notre méthode de formalisation du gameplay peuvent être utilisés en conception.

13.2 Modèle des capacités de jeu pour échanger avec un expert santé

L'objectif de notre modèle des capacités du patient est de faciliter le travail du game designer en s'assurant qu'il obtienne toutes les informations nécessaires à la conception du jeu durant ses entretiens avec des experts santé. Le game designer peut décider de remplir le modèle avec l'expert santé ou de se l'approprier pour poser des questions uniquement sur une sélection de capacités qu'il juge utiles pour le jeu en cours de conception.

Nous avons pu expérimenter nous-même l'efficacité du modèle en échangeant avec une neuropsychologue et nous avons conduit une expérimentation pour évaluer les apports du modèle lorsqu'il est utilisé par des game designers pour préparer une liste de questions à poser à l'expert santé.

13.2.1 Support d'échanges directs avec une neuropsychologue

Pour préparer les consignes des expérimentations de conception de jeu thérapeutique décrites dans ce chapitre, nous avons travaillé avec une neuropsychologue. Ce fût l'occasion d'évaluer l'efficacité et la complétude du modèle des capacités de jeu en échange direct avec un expert santé. De plus, comme nous avons rempli les modèles sur l'outil en ligne que nous avons développé, ceci nous a permis de tester en conditions réelles une première fois cet outil.

Nous avons rempli trois modèles de patients. Nous avons communiqué par téléphone et la neuropsychologue n'avait pas accès à Internet pour se connecter à l'outil, ni le modèle sous les yeux. Malgré ces conditions de communication difficiles, nous avons pu échanger efficacement grâce au modèle qui guidait le travail. En effet, si la neuropsychologue n'avait pas accès à Internet, de notre côté, nous remplissions le modèle à l'aide de notre outil en ligne.

De plus, l'apprentissage a été relativement rapide. S'il nous a fallu environ une heure pour remplir le premier modèle, les deux modèles suivants ont été rempli en environ une demi-heure chacun. Pour ces échanges, l'outil en ligne n'était pas un obstacle pour remplir les modèles et nous a aidé à rapidement les compléter.

La neuropsychologue nous a cependant suggéré une amélioration importante de l'outil. A l'heure actuelle, l'ordre des éléments dans chaque aspect est fixe. Il est possible de choisir l'ordre dans lequel les aspects sont abordés, mais cette flexibilité est insuffisante. En effet, comme de nombreuses fonctions sont liées, un trouble sur une fonction s'étend à d'autres. Il est donc important et nécessaire de pouvoir commencer par discuter en premier des fonctions dont les difficultés émergent, puis d'aborder toutes les conséquences sur les autres fonctions. Ceci permet d'éviter les doublons et d'articuler les échanges pour mieux comprendre les racines des difficultés des patient. Ceci était particulièrement visible lorsque nous remplissions le profil d'un patient ayant des difficultés de planification, car ce type de difficulté influence de nombreuses autres fonctions. Lorsque nous remplissions le profil, nous devions donc aller et venir entre de nombreuses fonctions et souvent revenir à la fonction de planification pour la compléter.

Il serait donc intéressant que l'outil contienne une première étape dans laquelle l'utilisateur peut sélectionner les fonctions les plus touchées afin que celles-ci soient complétées en premier, puis toujours accessibles, par exemple dans une colonne fixe à droite, afin que l'utilisateur puisse compléter les informations concernant ces fonctions en tout temps.

13.2.2 Support de préparation des échanges avec l'expert santé

Cette expérimentation vise à évaluer si et dans quelle mesure le modèle des capacités de jeu aide les game designers à préparer sa liste de questions à poser à l'expert santé.

Nous avons donc posé les hypothèses suivantes :

- h1 : grâce au modèle, les sujets posent davantage de questions
- h2 : grâce au modèle, les sujets posent davantage de questions précises
- h3 : grâce au modèle, les sujets posent davantage de questions sur les fonctions per-

ceptives, cognitives, et motrices.

13.2.2.1 Méthode

Cette expérimentation date de janvier 2015. Les sujets sont des étudiants de deuxième année du master jeu et média interactif (ENJMIN - Angoulême). Ils sont de différentes spécialités : game design, graphisme, programmation, sound design, ergonomie, chef de projet. Pour simplifier la récolte des données, nous avons développé une plateforme web sur laquelle les étudiants se sont inscrits pour compléter différentes tâches. Sur la journée, de nombreuses tâches leur ont été assignées, nous traitons ici de celles qui concernent le modèle des capacités du patient.

Durant la matinée, les sujets ont effectué deux tâches. Pour première tâche, les sujets ont reçu une consigne : conception d'un jeu thérapeutique pour un patient souffrant de problèmes moteurs. Ils devaient envoyer par écrit leurs questions, par ordre d'importance, à l'expert santé. Ensuite, pour la seconde tâche, les sujets ont travaillé en binôme à la conception d'un jeu thérapeutique répondant à cette consigne. L'après-midi, les sujets répétaient les deux mêmes tâches, mais pour un autre type de jeu thérapeutique et selon des conditions différentes, certaines groupes avaient accès à notre modèle de capacités de jeu et notre méthode de formalisation du gameplay.

Nous avons analysé les résultats de la première tâche de demande d'informations dans le chapitre 12 pour évaluer quelles types de questions les sujets demandaient intuitivement. En fin de chapitre, nous analysons les deux tâches de conception.

Dans cette section, nous analysons donc les résultats de la tâche de demande d'informations de l'après-midi. Les sujets ont été répartis aléatoirement en trois groupes qui étaient dans trois salles différentes. Les sujets tous groupes confondus devaient effectuer les mêmes tâches que le matin, mais la consigne était de concevoir un jeu thérapeutique pour un patient souffrant de troubles perceptifs. L'un des groupes a reçu un modèle vide des capacités du patient, ainsi que notre méthode de formalisation du gameplay. Les deux autres groupes n'ont rien reçu et devaient être le groupe contrôle.

Pour valider nos hypothèses, nous comparons donc les résultats des deux groupes de l'après-midi (thérapie perceptive) :

- Groupe sans modèle : nombre de sujets = 28
- Groupe avec modèle : nombre de sujets = 12

Comme pour les expérimentations décrites dans le chapitre 12, nous avons ensuite attribué un thème manuellement à chaque question. En plus des dix sujets généraux (général, émotion, thérapie, cognition, motricité, perception, démographie, intérêt, jeu, autre), nous avons ajouté des thèmes précis pour chaque type de fonctions afin d'évaluer la précision des questions :

- perception : vision, perception visuelle, audition, sensori-motrice, autre
- cognition : attention, mémoire, fonctions exécutives, autre
- motricité : membres supérieurs, membres inférieurs, endurance force et souplesse, posture et déplacement, autre

Ainsi, si une question est générale au sujet des perceptions, elle obtient le thème *perception* et est considérée comme une question générale. Par exemple : Est-ce que le patient a des problèmes de perception ?

Si une question est précise, elle obtient le thème approprié et est considérée comme une question précise. Par exemple : Est-ce que le patient a des difficultés à voir ?

13.2.2.2 Résultats

Concernant la progression du nombre de questions posées par sujet en rapport au premier passage (thérapie motrice), à l'exception de sept sujets, tous ont posé moins de questions. Ainsi, si lors du premier passage, la moyenne est de 14.475 questions (erreur standard : 6.38), lors du second la moyenne est de 11.05 (erreur standard 5.39).

Si nous comparons le groupe sans modèle avec le groupe avec modèle, la moyenne est à environ 11 questions pour les deux groupes. Nous avons réalisé un test de Mann Whitney Wilcoxon, en posant l'hypothèse nulle : *les sujets posent autant de questions avec ou sans modèle*. Le test a une p-value de 0.9913, on ne peut donc pas rejeter l'hypothèse nulle, il n'y a pas de différence significative dans le nombre de questions posées.

Ensuite, nous avons comparé la précision des questions. Les sujets du groupe sans modèle ont posé en moyenne 4 questions précises et les sujets du groupe avec modèle ont posé en moyenne 7 questions précises. Nous avons fait un test de Mann Whitney Wilcoxon, en posant l'hypothèse nulle : *les sujets posent moins de questions précises avec que sans modèle*. Le test à une p-value de 0.02769, donc nous rejetons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse alternative : *les sujets posent plus de questions précises avec que sans modèle*.

Enfin, concernant le nombre de questions posées concernant les fonctions perceptives, cognitives, et motrices, nous avons comparé pour chaque groupe de fonction les résultats des groupes sans modèle avec ceux des groupes avec modèle.

Les sujets du groupe sans modèle ont posé en moyenne 3 questions sur les fonctions perceptives et les sujets du groupe avec modèle ont posé en moyenne 5 questions sur les fonctions perceptives. Nous avons un test de Mann Whitney Wilcoxon, en posant l'hypothèse nulle : *les sujets posent moins de questions perceptives avec que sans modèle*. Le test à une p-value de 0.02505, nous rejetons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse alternative : *les sujets posent plus de questions perceptives avec que sans modèle*.

Concernant les fonctions cognitives, les sujets du groupe sans modèle ont posé en moyenne 1 questions, tandis que les sujets du groupe avec modèle ont posé en moyenne 3 questions. Nous avons fait un test de Mann Whitney Wilcoxon, en posant l'hypothèse nulle : *les sujets posent moins de questions cognitives avec que sans modèle*. Le test à une p-value de 0.06692. On ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle : *les sujets posent moins de questions cognitives avec que sans modèle*.

Finalement, au sujet des fonctions motrices, les sujets du groupe sans modèle ont posé en moyenne 3 questions et les sujets du groupe avec modèle ont posé en moyenne 5 questions. Nous avons fait un test de Mann Whitney Wilcoxon, en posant l'hypothèse nulle : *les sujets posent moins de questions motrices avec que sans modèle*. Le test à une p-value de 0.5053.

On ne peut vraiment pas rejeter l'hypothèse nulle : *les sujets posent moins de questions motrices avec que sans modèle.*

Nous avons conduit quelques analyses supplémentaires sur les thèmes précis abordés dans les questions des sujets. Concernant la perception, les sujets du groupe avec modèle ne posent aucune question générale, uniquement des questions précises. De plus, ils sont plus de deux fois plus nombreux à poser des questions précises sur la perception visuelle, qui est l'objet de la thérapie. Ils sont aussi les seuls à poser des questions précises sur l'audition, la mémoire et les fonctions exécutives.

13.2.2.3 Discussion

Tout d'abord, indépendamment de leur groupe, la grande majorité des sujets ont posé moins de questions pour le deuxième passage. Nous ne savons pas à quoi exactement attribuer cette baisse : fatigue ou baisse de motivation des sujets, consigne qui nécessite moins d'informations. De plus, il n'existe pas de différences significatives entre le groupe avec modèle et le groupe sans modèle. Nous ne pouvons donc valider notre hypothèse h1 : *grâce au modèle, les sujets posent davantage de questions.*

Dans cette expérimentation, les sujets de la version avec modèle ont posé des questions plus précises que les autres. Ces résultats indiquent que notre modèle aide les game designers à poser des questions plus précises. Nous pouvons donc valider notre hypothèse h2 : *grâce au modèle, les sujets posent davantage de questions précises.*

Le modèle a amené les sujets à poser davantage de questions sur les fonctions perceptives du patient. Ceci est un effet intéressant puisqu'ils seront donc mieux informés pour concevoir l'aspect thérapeutique du jeu. Cependant, le modèle n'a pas amené les sujets à explorer davantage les fonctions cognitives et motrices du patient, alors qu'il s'agissait d'un des objectifs du modèle.

Nous ne savons si nous devons attribuer ceci au fait que les sujets sont restés concentrés sur l'objet de la thérapie ou au fait que le modèle présente en premier les éléments perceptifs. Il serait intéressant d'évaluer cet aspect à nouveau en rendant aléatoire l'ordre des éléments du modèle pour vérifier. Si l'ordre des éléments a effectivement un effet sur ce que les sujets décident d'interroger, nous devons en tenir compte pour améliorer les outils.

En tous les cas, nous ne pouvons donc pas valider l'hypothèse h3 : *grâce au modèle, les sujets posent davantage de questions sur les fonctions perceptives, cognitives, et motrices.*

Cette expérimentation a plusieurs faiblesses. Tout d'abord, la population est à la fois diverse, car les sujets ne se destinent pas aux mêmes spécialités du jeu vidéo, et très similaire, car les sujets étaient tous des étudiants de deuxième année de l'ENJMIN.

Concernant la diversité de profils, nous avons constaté, par exemple, que les sujets de la spécialité chef de projet tendaient à poser davantage de questions budgétaires. De plus, les game designers représentaient seulement 25% de la population. Nous pensons qu'il est nécessaire d'évaluer notre modèle sur davantage de game designers et de comparer différents groupes de game designers, notamment en terme d'expériences de conception de jeux utiles.

Comme pour les évaluations présentées dans le chapitre 12, le fait que nous ayons nous-même attribué des thèmes aux questions posées augmente le risque de biais et d'erreurs humaines. Le système d'attribution de thème que nous avons utilisé pourrait être amélioré en demandant à plusieurs personnes d'attribuer les thèmes.

Un autre système pour évaluer les résultats des sujets pourrait être de demander à des experts santé de répondre aux questions posées par les sujets et d'évaluer ensuite les informations manquantes pour effectuer un design pertinent. Ceci nécessiterait un long travail d'élaboration au préalable avec plusieurs experts santé pour définir cette liste d'informations importantes. Néanmoins, ce type d'évaluation permettrait de valider le modèle pour seulement un type de patient, alors que le modèle se veut utilisable dans tous cas de figure. Il serait intéressant de conduire une évaluation de ce type au moins une fois pour vérifier que le modèle aide bien à échanger sur toutes les informations importantes.

Néanmoins, tous ces systèmes d'évaluation ont pour principal défaut d'être éloignés de la réalité du terrain. En effet, nous pensons que dans l'idéal le game designer et l'expert santé doivent échanger en direct. Nos expérimentations, à l'heure actuelle, ne permettent donc pas d'évaluer dans quelle mesure notre modèle aura des effets positifs comme négatifs sur la dynamique de l'échange. Nous pensons donc qu'il serait aussi nécessaire d'évaluer le modèle dans ces conditions.

13.3 Modèle des capacités et méthode de formalisation du gameplay en game design

Dans cette section, nous rendons compte de trois expérimentations conduites pour évaluer l'utilité en conception du modèle des capacités de jeu et de la méthode de formalisation du gameplay. Les deux premières expérimentations se concentrent sur la conception de jeux thérapeutiques, tandis que la troisième évalue les apports de nos méthodes sur l'analyse de jeux de divertissement en cours de conception.

Nous présentons brièvement chaque expérimentation et expliquons ce que nous en avons retirés pour améliorer nos travaux. Ensuite, nous proposons une méta-analyse des résultats des trois expérimentations.

13.3.1 Exercice en binôme

Dans la continuité des tâches de questions aux experts santé, les étudiants ont travaillé ensuite en binôme pour proposer un concept de jeu thérapeutique répondant à la consigne. Si durant la matinée, ainsi que pendant l'après-midi pour le groupe contrôle, plusieurs étudiants sont venus me voir pour essayer d'avoir plus d'informations sur le patient, les étudiants qui avaient à leur disposition le modèle semblaient avoir les informations nécessaires pour procéder à la conception.

Par contre, nous avons aussi pu détecter qu'il nous fallait améliorer le format des versions

imprimées du modèle grâce aux retours informels des étudiants. En effet, les mises en page des versions imprimables de notre modèle des capacités de jeu n'étaient pas claires pour certains étudiants, ils ne comprenaient pas ce qui était de l'ordre de la définition et des indications remplies par l'expert santé. Nous devons donc améliorer la mise en page de ce format pour le clarifier.

13.3.2 Iron Designer Challenge en groupe

Le second jour, nous avons fait un exercice de conception inspiré par un des *Iron Designer Challenges*¹ proposés dans le livre *Challenges for Game Designer* [Brathwaite 09].

Pour cet exercice, les étudiants se sont répartis en groupe d'environ cinq personnes. Chaque groupe devait proposer un concept de jeu thérapeutique pour améliorer les fonctions de planification d'un patient dont ces fonctions sont abîmées. Les groupes avaient à leur disposition un modèle des capacités de jeu du patient cible, ainsi que des exemples d'exercices thérapeutiques existants.

De plus, chaque groupe devait tenir compte d'une contrainte inspirée par l'*Iron Designer Challenge*. Chaque groupe a tiré au sort une propriété intellectuelle sur laquelle baser leur projet. Certaines de ces licences étaient définies comme *cools* (par exemple X-Men) et d'autres comme *pas cools* (par exemple Barbie)².

Les étudiants avaient une demi-journée pour réfléchir leur concept et préparer une présentation. Sur les huit groupes, un seul n'est pas parvenu à rendre un concept convainquant. Durant les échanges de questions / réponses après les présentations, les autres étudiants ont exprimé des doutes à la fois sur l'intérêt du gameplay et sur la possibilité thérapeutique du jeu proposé. Ce concept a donc été exclu des analyses. Les autres projets nous ont semblé intéressants, amusants et possiblement thérapeutiques. Cependant, deux des groupes n'ont pas envoyé leur fichier de présentation et ont donc aussi été exclus des analyses puisque nous ne pouvions analyser en détails leurs propositions.

Groupe 1 Leur présentation commence par une analyse des capacités particulières du patient et de comment lui rendre le jeu accessible. Ils présentent ensuite leur gameplay général, puis détaillent ce que chaque action du jeu mobilise en terme de capacité et par conséquence quels aspects du jeu sont thérapeutiques. Finalement, ils présentent un schéma de leur gameplay selon la méthode que nous proposons.

Groupe 2 Un petit rappel du patient cible est effectué en début de présentation, ensuite le gameplay est présenté en détails. Finalement, ils présentent le fonctionnement de la difficulté, ainsi que les variables principales de difficulté.

1. Iron Designer Challenge : Challenge de conception particulièrement difficile

2. La liste des propriétés intellectuelles cools et pas cools a été définies avec les étudiants et représente surtout leur opinion général concernant la facilité de proposer un concept de jeu pour la licence

Groupe 3 Ce groupe ne rappelle pas l'état du patient, ni le contexte thérapeutique du projet. Ils présentent par contre en détail leur gameplay, les différentes actions, dont celles qui sont implicites. Ils présentent aussi un schéma selon notre méthode de formalisation dans lequel la partie thérapeutique est entourée de rouge.

Groupe 4 La présentation commence par un rappel des besoins et du patient cible. Ils expliquent ensuite leur gameplay en détail. Ils expliquent quelles actions de jeu fournissent la thérapie. Ensuite, ils expliquent quelles sont les problématiques d'accessibilité pour le patient cible et les solutions qu'ils apportent. Finalement, ils expliquent comment le thérapeute peut paramétrer la difficulté. En plus de la présentation, ce groupe nous a rendu un document présentant le concept et qui explicite certains aspects de leur réflexion.

Groupe 5 Le présentation débute sur une explication des capacités particulières du patient et des enjeux thérapeutiques. Ils expliquent ensuite leur gameplay en détails en explicitant les actions qui permettent l'activité thérapeutique.

Conclusion A défaut de pouvoir nous assurer que les concepts réfléchis par les sujets dans cet exercice et le précédent soient de bonnes propositions pour un jeu thérapeutique, les résultats des exercices semblent indiquer que des étudiants sont capables d'utiliser notre modèle et notre méthode de formalisation pour la conception initiale. Surtout, l'ensemble des résultats nous permettent de penser que le modèle ne provoque pas une gêne pour l'imagination tout en permettant aux étudiants de s'appuyer sur des informations précises concernant les capacités du patient.

13.3.3 Analyse de projets étudiants en cours de conception

Nous souhaitions aussi observer comment nos étudiants pouvaient s'appropriier le modèle des capacités de jeu et la méthode de formalisation du gameplay pour réfléchir leurs projets de deuxième année. Ces projets sont tous des jeux de divertissement. Nous avons demandé aux étudiants d'utiliser le modèle et la méthode de formalisation pour analyser leur jeu et de préparer une présentation rendant compte de ce travail.

Notre objectif était donc double : observer si les étudiants parvenaient à s'appropriier le modèle des capacités de jeu et donc si celui-ci était utilisable pour alimenter leur réflexion, et observer les résultats qu'ils obtenaient. La consigne était volontairement floue afin de constater comment ils s'appropriaient ces outils.

Groupe 1 Mise en relation de leur expérience de jeu et de leur gameplay au travers des trois aspects du modèle des capacités (Ecouter / Analyser, Réfléchir / Décider, Parler / Implémenter) pour expliquer quelles compétences de jeu sont importantes et celles qui ne le sont pas. En parallèle, ils explicitent aussi les aspects du jeu qui facilitent l'accessibilité à des publics particuliers (p. ex. sous-titres), ainsi que les aménagements qu'ils pourraient

développer pour améliorer l'accessibilité. Ils définissent aussi quels publics ne pourront pas jouer (p. ex. aveugles).

Groupe 2 Ils proposent une analyse des capacités mobilisées par le jeu sous forme de tableau. La colonne de gauche contient une capacité provenant du modèle des capacités de jeu, la colonne centrale contient les actions de jeu qui y sont reliées, et la colonne de droite contient une évaluation entre 1 et 5 de son niveau de sollicitation. Ils ont ajouté une capacité qui n'était pas encore présente dans le modèle : les capacités sociales. Celle-ci a donc été ajoutée au modèle.

Groupe 3 Dans ce projet, il y a deux gameplay différents. Pour chacun des gameplay, le groupe a mis en lien des capacités issues du modèle et des actions de jeux.

Groupe 4 Ce groupe a pris deux axes d'analyse : thérapeutique et accessibilité. Tout d'abord, ils proposent une liste des capacités qui peuvent être mobilisées par le jeu et pour lesquels le jeu pourrait être une activité thérapeutique. Ensuite, ils explicitent dans un tableau quels aspects du jeu mobilisent quelles capacités, sans toutefois les corréliser à des actions de jeu précises. Puis, ils proposent des pistes pour rendre le jeu thérapeutique pour différents troubles. Ils explorent aussi les questions d'accessibilité en évaluant plusieurs cas de figure précis (p. ex. Parkinson, surdité). Pour chacun, ils analysent ce qui est problématique dans leur jeu et des solutions pour le rendre accessible. Finalement, ils proposent un gameplay asymétrique pour permettre à un joueur valide et un joueur ayant un handicap moteur de jouer ensemble. Dans ce cas, ils postulent que le challenge principal est la gestion en simultané de plusieurs activités, donc le multi-tâche.

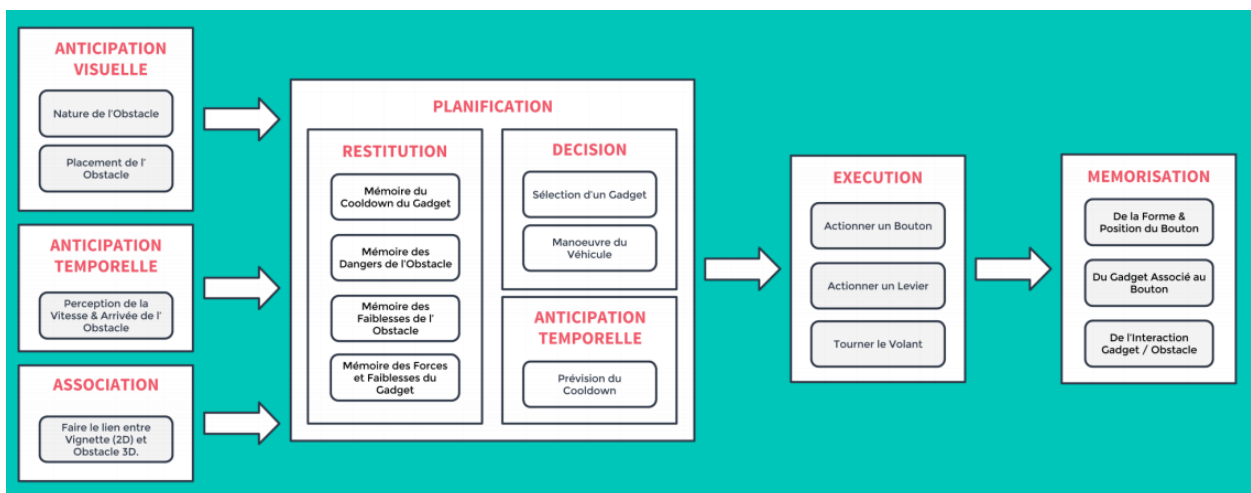


FIGURE 13.1 – Drive Another Day (groupe 5) : Vue générale du gameplay

Groupe 5 Ce dernier groupe a pris un axe de réflexion complètement différent. Ils ont utilisé le modèle et les méthodes pour analyser en détail leur gameplay existant et en propose un schéma de vue générale (figure 13.1). Celle-ci n'est pas dans le format proposé par nos méthodes, mais en garde deux principes principaux : séparation du gameplay en actions principales et antécédence entre les actions. Leur schéma décrit aussi les liens entre les capacités et les actions de jeux, la lecture permet facilement identifier certaines variables de difficulté. Ils ont aussi ajouté des notions de capacité temporelle que nous avons ajouté à notre modèle par la suite.

Conclusion Avoir laissé les groupes libres dans leur choix d'utilisation nous permet d'observer leur appropriation de nos méthodes et l'utilité qu'ils leur attribuent dans leur travail de conception. La multiplicité des axes de réflexion que nous avons pu observer nous permet d'établir que notre modèle et notre méthode sont faciles à s'approprier et flexibles dans leur utilisation. Leur utilité pour la conception de jeux de divertissement peut être de réfléchir l'accessibilité, les activités thérapeutiques potentielles, ou pour analyser en détails le gameplay en cours de conception pour en lister l'ensemble des capacités mobilisées, les actions du joueurs et les variables de difficulté.

13.3.4 Méta-analyse

13.3.4.1 Méthode

Notre modèle et notre méthode visent à produire certains effets sur le game designer qui devraient se traduire dans la conception du jeu. Notre but central est que les game designers analysent plus en détails leur gameplay en listant toutes les actions de jeu, y compris celle qui sont implicites. Nous leur proposons de formaliser ce gameplay au travers d'une méthode et avons proposé un format simple de schématisation. Notre second but est qu'ils listent toutes les capacités mobilisées par le jeu et qu'ils mettent en lien les capacités et les actions qui les mobilisent. Enfin, nous souhaitons les amener à réfléchir les différentes variables de difficulté qu'ils peuvent utiliser pour adapter la difficulté des différentes actions du jeu. Finalement, la question de l'accessibilité ou de la capacité à jouer est différente selon le type de jeu. Dans le cas d'un jeu thérapeutique, il s'agit de proposer un gameplay adapté au patient, alors que dans le cadre d'un jeu de divertissement, nous espérons motiver les game designers à réfléchir l'accessibilité de leur gameplay pour différents publics qui ont plus difficilement accès aux jeux.

En conséquence, nous avons sélectionné huit critères de qualité des concepts pour notre méta-analyse :

- Liste des capacités mobilisées
- Détails des actions et challenges
- Prise en compte des actions implicites
- Mise en lien des actions de jeu avec des capacités
- Schéma gameplay

- Liste des variables de difficulté
- Réflexion générale sur l’accessibilité
- Aménagements de conception pour l’accessibilité

Nous avons obtenus vingt concepts réalisés en binôme sur un jeu de rééducation motrice (sans accès au modèle et à la méthode). Ensuite, dix-neuf concepts ont été réalisés en binôme sur une rééducation perceptive. Parmi ces binômes, huit n’avaient toujours pas accès à nos outils, cinq avaient accès à notre méthode de formalisation du gameplay, et six avaient accès à la fois à la méthode de formalisation du gameplay et à un modèle des capacités de jeu du patient rempli. Ensuite, tous les binômes ont reçu l’entier des méthodes et pouvaient s’ils le souhaitaient améliorer leur concept, six binômes du groupe sans aucun outil et cinq binômes du groupe ayant seulement la méthode ont rendu un concept amélioré.

Ensuite, cinq concepts proviennent de l’*Iron Designer Challenge* (pour rappel trois concepts avaient dû être exclus des analyses), les étudiants étaient en groupe d’environ cinq personnes et avaient accès à l’entier des méthodes. Finalement, cinq analyses ont été rendues sur leur projet de fin de deuxième année.

Nous avons donc évalué les soixante concepts de jeu proposés durant nos évaluations et défini s’ils répondaient ou non à chaque critère. Ensuite, nous avons séparé les concepts en deux groupes : ceux qui n’avaient obtenu ni méthode, ni modèle au moment de la conception et ceux qui avaient eu accès à au moins un des deux éléments.

Vingt-huit concepts ont été fait en ayant accès ni au modèle, ni à la méthode de formalisation, tandis que trente-deux concepts ont été réfléchi en ayant accès au minimum un des deux, dont la majorité (27) en ayant accès à la méthode de formalisation et au modèle et les cinq autres avec seulement la méthode. Pour les groupes sans méthode (n=28), le nombre moyen de critères abordés dans le concept était de 1.46 (déviatoin standard : 0.92) et pour les groupes avec méthode (n=32), cette moyenne est à 3.5 (déviatoin standard : 1.79).

Nous avons réalisé des tests exacts de Fisher pour chaque critère. Nous avons défini la variable 1 : avoir abordé le critère, et la variable 2 : être du groupe avec méthode ou du groupe sans méthode. Nous avons donc posé l’hypothèse nulle : *les variables 1 et 2 sont indépendantes*. En conséquence, une faible p-value signifie qu’il y a très peu de chances que les variables soient indépendantes (voir table 13.1).

	SANS	AVEC	p-value
Capacités mobilisées	32% (9/28)	40% (13/32)	/
Actions et challenges	0% (0/28)	18% (6/32)	¡0.05
Actions implicites	0% (0/28)	43% (14/32)	¡0.01
Lien actions / capacités	60% (17/28)	81% (26/32)	/
Schéma gameplay	0% (0/28)	15% (5/32)	/
Variables de difficulté	46% (13/28)	50% (16/32)	/
Accessibilité générale	7% (2/28)	53% (17/32)	¡0.01
Aménagements accessibilité	0% (0/28)	46% (15/32)	¡0.01

TABLE 13.1 – Critères de qualités selon accès au modèle et à la méthode

Si nous analysons chaque critère individuellement, certains sont souvent abordés peu importe le groupe et leur test d'indépendance n'est pas significatif : liste des capacités mobilisées par le jeu, liens actions de jeu et capacités mobilisées, variable de difficulté.

Malgré le fait qu'aucun groupe sans méthode n'ait proposé de schéma gameplay, le test d'indépendance n'est pas non plus significatif pour ce critère.

Le test de Fisher des quatre autres critères donne une p-value significative : détails des actions et challenges, prise en compte des actions implicites, accessibilité générale, aménagement de conception pour l'accessibilité.

13.3.4.2 Discussion et conclusion

Les huit critères définis sont des aspects de la conception que nous jugeons importants pour les jeux thérapeutiques. Notre objectif est donc que les game designers en tiennent davantage compte dans leur décision de conception. Le fait que les groupes avec méthode couvrent en moyenne deux fois plus de critères que les groupes sans méthode et que la moitié de ces aspects ne sont jamais abordés par les sujets sans méthode semble signifier que notre modèle et notre méthode de formalisation sont efficaces pour amener les game designers à aborder ces aspects.

Parmi ces critères, il est normal que le schéma gameplay ne puisse être réalisé par les groupes sans méthode selon notre méthode puisqu'ils n'en avaient pas connaissances. Cependant, ils n'ont pas non plus schématisé leur gameplay selon d'autres formats. Même si le résultat n'est pas significatif, il est très intéressant pour nous que cinq des groupes avec méthode aient décidé d'eux-mêmes d'effectuer une schématisation du gameplay selon notre méthode. En effet, ils n'étaient pas contraints par les consignes de produire un tel schéma, ceci signifie donc qu'ils ont jugé la méthode suffisamment intéressante pour l'essayer et qu'ils ont réussi à l'exploiter pour produire un résultat satisfaisant et l'inclure dans leurs documents.

Formaliser le gameplay va de pair avec détailler les actions et challenges du jeu. Tous les groupes qui ont fait un schéma ont donc aussi abordé ce sujet. Seul un groupe a détaillé les actions et challenges sans produire de schéma.

Outre le schéma gameplay, trois autres critères sont abordés sans différence significative par les deux groupes. Il s'agit de la liste des capacités mobilisées par le jeu, des liens entre actions de jeu et capacités mobilisées, ainsi que la liste des variables de difficulté. A posteriori, ce résultat est cohérent. Ces aspects sont aussi abordés dans la conception de jeux de divertissement et comme ils sont le premier socle sur lequel réfléchir la conception d'un gameplay pour un jeu thérapeutique, les game designers ont dû détecter par intuition l'importance de ces aspects.

Notre méthode pousse à détailler le gameplay en tenant compte des actions implicites. Le fait qu'aucun groupe sans méthode n'ait tenu compte de ce type d'action semble indiquer que ce n'est pas une démarche intuitive. A l'inverse, presque la moitié des groupes avec méthode évoquent les actions implicites dans leur concept.

Le modèle des capacités du patient a pour but de pousser les game designers à réfléchir la cohérence de leur gameplay pour un patient donné et par conséquent à aménager la concep-

tion pour que le patient puisse jouer malgré ses capacités différentes d'un joueur "normal". Les résultats reflètent cet objectif, puisque si 7% des groupes sans méthode abordent des questions générales sur l'accessibilité, aucun ne propose d'aménagement. A l'inverse, 53% des groupes avec méthode abordent l'accessibilité et 46% proposent des aménagements. Ce résultat est plus étonnant, car l'accessibilité est aussi un sujet important dans la conception de jeux de divertissement. Nous pensons cependant que le faible score des groupes sans méthode ne signifie pas forcément qu'ils n'ont pas réfléchi à l'accessibilité, ils n'ont peut-être pas particulièrement explicité leurs réflexions à ce sujet dans leur concept.

Nous pouvons faire le même commentaire que pour les expérimentations précédentes. Nos sujets étaient à la fois très similaires puisque provenant de la même école et très différents car ne se destinant pas tous à devenir game designer.

De plus, nos évaluations se limitent à vérifier que notre modèle et nos méthodes poussent les sujets à questionner certains aspects de leur conception et n'évaluent en aucun cas la pertinence des concepts proposés. Il serait donc intéressant de faire évaluer les concepts par des experts santé pour leur demander d'évaluer s'ils pensent que le gameplay peut produire un effet thérapeutique et s'ils pensent que le patient type sera capable de jouer. Nous pensons cependant qu'une telle évaluation doit nécessairement être effectuée en échange direct avec les game designers à l'origine du concept.

Finalement, nous comparons des concepts, mais ils ne sont peut-être pas directement comparables. Tout d'abord, tous les concepts des groupes sans méthode ont été effectués en binôme, alors qu'une partie des concepts des groupes avec méthode a été effectuée en groupe de 4 à 5 sujets et sur des durées plus longues. De plus, la composition des groupes est variable en terme de profils, notamment présence ou non de game designers.

En conséquence, une analyse approfondie des concepts par d'autres personnes suivie d'une analyse plus approfondie des données de cette expérience sont deux étapes nécessaires pour pouvoir en tirer de réelles conclusions.

13.4 Discussion

Ces différentes évaluations nous permettent de penser que notre méthode de formalisation et notre modèle des capacités de jeu sont utilisables, remplissent partiellement leur rôle dans le cadre de la conception et que des étudiants sont capables de se les approprier.

Nous avons cependant voulu évaluer trop de paramètres simultanément. Particulièrement, comme nous avons expérimenté notre modèle et notre méthode en même temps, nous ne pouvons définir l'impact séparé de chacun de ces outils. Si les résultats nous semblent cohérents avec les effets recherchés pour chaque outil, un travail d'évaluation supplémentaire est nécessaire pour pouvoir l'affirmer.

Finalement, nos sujets étaient tous étudiants. Il serait donc intéressant de conduire cette même expérimentation avec des game designers plus expérimentés pour observer les effets de notre modèle et notre méthode sur eux. En effet, avec leur expérience, il est possible que nos outils ne soient pas un apport pour eux et que leur intuition seule leur permettent de

détecter les aspects importants du design.

De plus, les game designers n'ont pas tous le même style, certains sont plus formalistes que d'autres par exemple. Ainsi, une telle expérience nous permettrait de préciser pour quels game designers nos modèles et méthodes en l'état sont utiles et donc d'en proposer des adaptations selon le style et l'expérience des game designers.

Conclusion et perspectives

Ce travail de recherche a débuté sur le constat qu'il n'existait pas de méthode de game design spécifique aux jeux thérapeutiques. Pourtant, les jeux thérapeutiques sont vus comme une solution prometteuse pour maximiser la motivation des patients et les amener à effectuer régulièrement les activités thérapeutiques nécessaires à l'amélioration de leur état de santé. En conséquence, le début de notre travail de recherche était concentré sur trois questions générales : Qu'est-ce qu'un jeu thérapeutique ? Le game design des jeux thérapeutiques présente-t-il des problèmes spécifiques et complexes ? Existe-t'il déjà des modèles et méthodes adaptés ?

En outre, notre état de l'art devait nous apporter les connaissances nécessaires à la construction de solutions pour les problèmes identifiés. Nous avons donc construit cet état de l'art autour de l'étude des jeux, de la formalisation du gameplay, des jeux utiles, santé et thérapeutique, des méthodes de game design, et de la recherche en design.

Dans le chapitre 6, nous répondons à la première question générale en proposant une définition du jeu thérapeutique afin de mettre en évidence les particularités des jeux thérapeutiques en rapport à d'autres jeux dédiés à la santé.

- **Un jeu thérapeutique est un dispositif interactif et ludique qui, en interaction avec un patient, produit une expérience de jeu et un effet thérapeutique, attendu, direct, et mesurable sur la condition médicale du patient. Cet effet peut être de soigner, soulager, ou améliorer la condition médicale du patient.**

Ensuite, nous avons proposé une classification des jeux thérapeutiques avec pour critère unique de classification le type de fonctions visé par le jeu thérapeutique : perceptives, cognitives, motrices, ou psychologiques.

Dans le chapitre 7, nous avons identifié et étudié plusieurs problèmes auxquels le game designer est confronté lors de la conception d'un jeu thérapeutique. Parmi ces problèmes, le **design d'un gameplay à la fois ludique et thérapeutique** est l'enjeu le plus fondamental et le plus spécifique du game design de jeux thérapeutiques. Solutionner ce problème implique aussi de résoudre les problèmes d'échanges de savoirs avec les experts santé et d'évaluations ludiques et thérapeutiques peu fréquentes.

Nous avons posé, dans le chapitre 8, une problématique générale de recherche et trois sous-problématiques.

- Problématique générale : Étant donné qu'un jeu thérapeutique ne peut être conçu

selon une méthode itérative classique de développement de jeu, c'est-à-dire en testant régulièrement le jeu auprès de patients pour en évaluer l'efficacité thérapeutique et ludique, pouvons-nous proposer une méthode pour guider les étapes de conception et de pré-production pour aboutir à un prototype gameplay permettant de faire de premières évaluations ludiques et thérapeutiques et de valider le passage en production du jeu ?

- Sous-problématique 1 : Est-il possible de construire des modèles et/ou des méthodes pour aider le game designer à obtenir auprès d'experts santé les informations médicales nécessaires à la conception d'un jeu thérapeutique ?
- Sous-problématique 2 : Est-il possible de construire des modèles et/ou des méthodes pour aider le game designer à concevoir le gameplay, notamment en le formalisant pour le présenter à un expert santé ?
- Sous-problématique 3 : Est-il possible d'apporter un outil d'évaluation permettant de réduire le nombre d'évaluations préliminaires nécessaires à l'établissement d'un gameplay thérapeutique efficace ?

La suite du travail de recherche est donc constituée d'une exploration de différentes solutions sous la forme de modèles et de méthodes, mais aussi d'un outil d'évaluation des capacités de jeu du patient. Toutes ces solutions sont autant de briques constituant une méthode de game design de jeu thérapeutique (fig 13.2).

Dans le chapitre 9, nous avons présenté notre méthode de game design de jeu thérapeutique et la manière dont nos autres solutions s'incorporent à ce processus général. Cette méthode précise quand et comment articuler les savoirs entre game designers et experts santé, ainsi que les étapes principales de la conception, du développement et de l'évaluation des jeux thérapeutiques. Ce processus est itératif, l'utilisation des modèles et méthodes se complètent afin d'affiner de plus en plus le gameplay thérapeutique, le concept du jeu, ainsi que la modélisation du problème. Enfin, elle explicite à quel moment chacun de nos modèles et méthodes peuvent être utilisés et dans quels buts.

Nous avons notamment proposé le modèle *player / game / therapy* (P/G/T). Ce modèle est composé de plusieurs sous-modèles et sert à : 1. guider les échanges avec l'expert santé, 2. proposer une liste des aspects importants à modéliser concernant le jeu, le patient, et la thérapie, 3. souligner les enjeux et contraintes de conception au travers des modèles de relations thérapie-jeu, thérapie-patient, et patient-jeu. Ce modèle accompagne le travail du game designer tout au long des trois étapes de la méthode de game design de jeu thérapeutique.

Comme notre objectif est de proposer une méthode utilisable indépendamment du type de patient concerné et de la thérapie précise, la première étape de cette méthode concerne la **modélisation avec un expert santé du problème que le gameplay thérapeutique doit résoudre**. Pour cette étape, nous proposons le modèle *player / game / therapy* (P/G/T) pour étudier le domaine d'application du jeu thérapeutique. La modélisation du problème effectuée à cette étape se concentre sur le patient et la thérapie, et sert de guide pour les étapes suivantes, tout en étant améliorée au fur et à mesure des itérations de design.

La seconde étape est celle du **design itératif du gameplay thérapeutique**, l'objectif est de concevoir le gameplay et de l'évaluer auprès de patients pour améliorer à la fois la

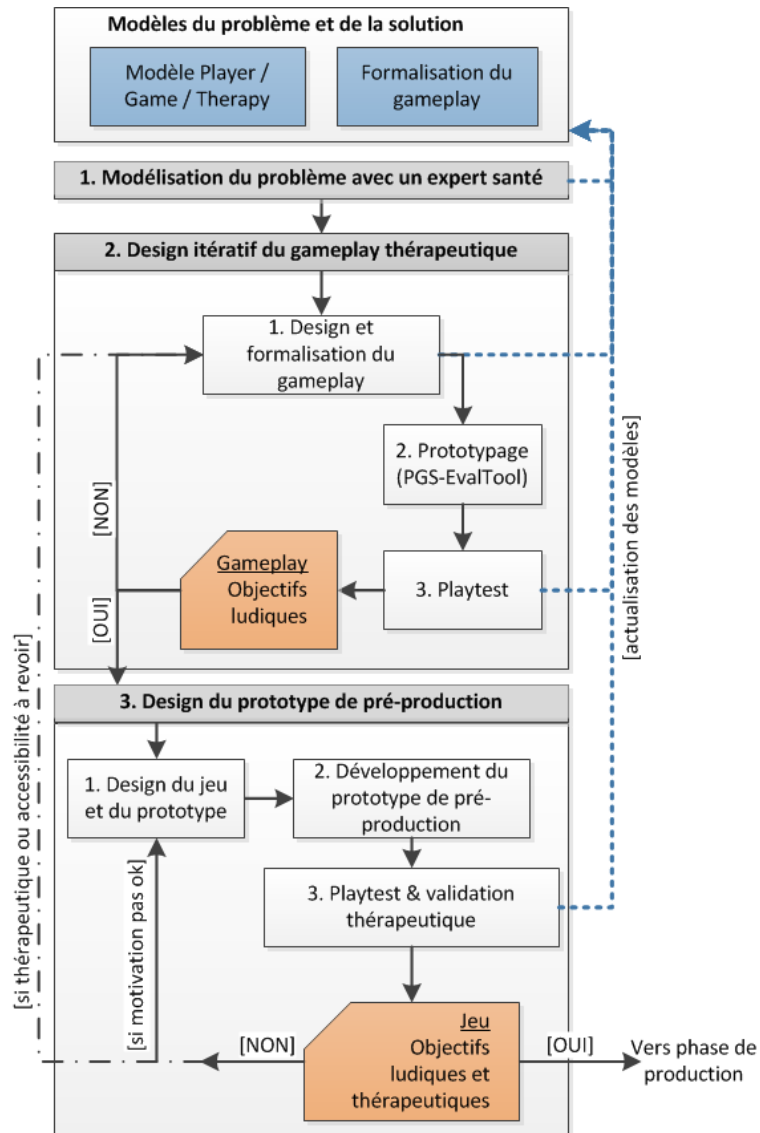


FIGURE 13.2 – Méthode de game design de jeu thérapeutique

modélisation du patient et le gameplay selon les résultats des playtests. Pour cette étape, nous proposons une méthode de formalisation du gameplay et un outil d'évaluation servant lors des playtests.

La dernière étape concerne **le design et l'évaluation du prototype de jeu**. Cette étape se concentre sur la décision de faire passer le projet en production ou de reprendre le design pour le corriger. Nous y formulons donc les enjeux de la double évaluation des jeux thérapeutiques au travers des critères d'évaluation du prototype : efficacité thérapeutique et motivation.

Dans le chapitre 10, nous avons présenté une méthode de formalisation du gameplay et une ébauche de schématisation de celui-ci. Cette méthode se concentre sur la décomposition des

actions du joueur, notamment en rappelant l'importance des actions implicites. Les actions implicites sont les actions effectuées par le joueur mais non-connues du système de jeu (par exemple : planifier une stratégie). Ces actions sont rarement décrites dans les méthodes de formalisation du gameplay, alors qu'elles alimentent la réussite des objectifs au même titre que les actions explicites (par exemple : presser un bouton).

Si nous présentons une méthode en plusieurs étapes pour effectuer cette décomposition, le plus important réside dans les objectifs : lister toutes les actions du joueur, identifier quelles capacités sont mobilisées par quelle action, identifier les variables de difficultés pour chaque action, et identifier parmi ces actions lesquelles sont thérapeutiques. Le principe de schématisation que nous proposons vise les mêmes objectifs tout en ayant un objectif de visualisation rapide du gameplay.

Dans le chapitre 11, nous avons présenté l'outil PGS-EvalTool (*Player in-Game Skills Evaluation Tool*) qui peut être utilisé pour obtenir des données objectives sur les capacités de jeu du patient. Le principe est de créer des mini-jeux incorporant un gameplay similaire à celui du jeu thérapeutique en cours de conception. Ensuite, il s'agit de faire jouer des sujets sains et des sujets souffrant du trouble visé pour comparer leurs résultats en analysant les traces du jeu. Ceci sert à la fois à obtenir des données objectives sur les capacités de jeu du patient, mais aussi à aider le game designer à comprendre le niveau de fonctionnement du patient grâce à la comparaison avec un public qu'il connaît mieux.

En ligne avec les critères de qualité des recherches en design, nous avons présenté dans le chapitre 12 la construction de certains de ces éléments. Nous y expliquons la méthode par laquelle nous avons extrait une liste des aspects des jeux permettant de renforcer la motivation des patient, ainsi que notre exploration du domaine médical pour proposer une liste de capacités utiles pour la pratique des jeux vidéo. Nous y avons aussi présenté des évaluations intermédiaires qui soulignent l'intérêt de proposer un modèle des capacités de jeu du patient.

Finalement, dans le chapitre 13, nous avons présenté plusieurs évaluations de notre modèle des capacités de jeu et de notre méthode de formalisation. Nous avons analysé les nombreux concepts de jeu rendus par des étudiants ayant eu accès au modèle et à la méthode, et les avons comparés à de premiers travaux réalisés par ces mêmes étudiants avant d'avoir accès à nos travaux. Si les résultats semblent indiquer que le modèle et la méthode poussent les sujets à davantage décomposer leur gameplay ou à réfléchir l'accessibilité de leur jeu, le type d'évaluation conduite est très exploratoire et ne permet pas de conclure que ce résultat est valable en conditions réelles. Néanmoins, l'ensemble des résultats nous permet de penser que les sujets étudiés ont été capables de s'approprier nos travaux et de les utiliser.

En conséquences, nous pouvons répondre par l'affirmative à notre problématique générale et à nos trois sous-problématiques. Nous avons construit une méthode de conception du gameplay pour répondre à la problématique générale et celle-ci incorpore des composants pour répondre à chaque sous-problématique. Le modèle P/G/T adresse la première sous-problématique en mettant à disposition du game designer des modèles de connaissances permettant de guider les échanges avec les experts santé. La méthode de formalisation du gameplay sert à aider le game designer pour cette tâche et à présenter le gameplay à un

expert santé. Finalement, le PGS-EvalTool, en permettant d'obtenir de nombreuses données sur le patient, devrait permettre de réduire le nombre d'évaluations préliminaires nécessaires.

Cependant, si nous avons bel et bien pu construire et proposer ces méthodes, modèles et outils, leur niveau d'efficacité et leur effet sur la qualité finale d'un jeu thérapeutique reste à démontrer. Le seul effet que nous avons pu évaluer à minima est celui d'amener les game designers à mieux questionner l'expert santé. Mais même si nous pouvons argumenter que d'amener les game designers à questionner plus tôt et mieux l'expert santé pour obtenir davantage de données médicales dès le début de projet devrait mener le game designer à concevoir un jeu thérapeutique de meilleure qualité, avec un gameplay mieux réfléchi, nous ne sommes pas, et ne serons peut-être jamais, en mesure de le démontrer.

Ces travaux permettent d'ouvrir plusieurs perspectives de recherches futures.

Dans un premier temps, nous voulons effectuer une itération de plus sur nos différentes solutions. Tout d'abord, nous voulons faire analyser par des experts santé les concepts de jeux issus de nos évaluations. Leur avis sur l'adéquation des concepts pour les patients et sur leur potentiel thérapeutique nous permettra d'évaluer si notre méthode et nos modèles guident convenablement les game designers ou si des améliorations sont à apporter sur ces aspects.

Nous souhaitons aussi améliorer le modèle des capacités de jeu. Si nous pensons que le modèle P/G/T est globalement bien avancé grâce aux différentes itérations effectuées, nous pensons cependant que le sous-modèle dédié aux capacités de jeu présente encore une marge de progression importante. D'une part, nous voulons vérifier si d'autres capacités doivent être ajoutées au modèle en analysant de nombreux gameplay, dont notamment des gameplay d'autres genres comme les jeux de stratégie et d'aventure. D'autre part, même si nous avons déjà travaillé avec des experts santé pour préciser le vocabulaire et les indications sur chaque capacité, nous pensons que les exemples de situation de jeu peuvent encore être améliorés et qu'il nous faut vérifier avec les experts santé la pertinence des exemples proposés.

Concernant la méthode de formalisation du gameplay, nous regrettons de n'avoir pu proposer un format de schématisation abouti. Malgré l'existence de nombreux standards, nous pensons que la formalisation du gameplay est un problème bien spécifique qui requiert un format adapté au modèle de réflexion des game designers. Des études auprès des game designers pourraient permettre de mieux décrire leur manière de rationaliser le gameplay. Cette étape semble nécessaire pour sélectionner un format standard ou proposer un nouveau format adapté. Ensuite, nous pourrions formaliser des gameplay des genres principaux (action, aventure, stratégie, et puzzle) pour vérifier que le format choisi est suffisamment générique pour décrire tout type de gameplay. Finalement, nous pourrions conduire une évaluation pour vérifier que les game designers peuvent rapidement apprendre et utiliser ce format.

Ensuite, nous voulons terminer le développement de l'outil d'évaluations des capacités de jeu du patient (PGS-EvalTool). D'une part, nous voulons améliorer les mini-jeux existants et intégrer des mini-jeux pour évaluer tous les critères importants identifiés dans le modèle des capacités de jeu. D'autre part, nous voulons développer un outil d'analyse des traces qui effectue automatiquement les calculs intéressants et produit les comparatifs entre sujets patients et sujets joueurs. Nous pourrions ensuite évaluer la précision des évaluations de

performances calculées par l'outil.

A moyen-terme, nous souhaitons intégrer l'ensemble de nos travaux dans un seul outil facilement utilisable pour des projets de recherche et des projets industriels. Au centre de cet outil se trouve notre méthode de game design de jeu thérapeutique pour guider le game designer étape par étape dans la conception du jeu, notamment en lui indiquant quel modèle ou méthode doit être utilisé à chaque étape. Cet outil contient cinq modules principaux : module modèle P/G/T, module spécifique pour le modèle des capacités de jeu du modèle patient, module de formalisation du gameplay, module PGS-EvalTool et module tableau de bord.

Le module P/G/T est à priori le plus simple, il permet de renseigner les différents éléments du modèle. Ensuite, la partie modèle des capacités de jeu doit être un module spécifique, car ces informations sont particulièrement critiques. Tout d'abord, nous pensons augmenter le nombre de capacité à renseigner sans pour autant (trop) augmenter la complexité apparente du module et le temps nécessaire à son utilisation en proposant un module adaptatif. Tout d'abord, ce module doit permettre de sélectionner au départ les capacités principales au début de l'entretien avec l'expert santé. Ces capacités principales doivent être en tout temps visibles et accessibles sur l'interface pour être facilement modifiables tout au long de l'entretien. Ensuite, un nombre réduit de capacités standards sont à renseigner dans tous les cas, puis des capacités supplémentaires plus précises sont proposées grâce à un système de liens intelligents s'appuyant sur les informations déjà renseignées.

En outre des modèles, cet outil intègre aussi un module pour formaliser les boucles de gameplay dans un format standard. Surtout, ce module contient les boucles de gameplay génériques que nous aurons déjà formalisées, ainsi que des vues générales des genres principaux. Lorsqu'il formalise le gameplay, le game designer doit en particulier indiquer quelles actions gameplay sont liées au bénéfice thérapeutique. Ce module doit être relié au modèle des capacités de jeu. Ainsi, l'outil peut afficher sur les actions gameplay si celles-ci mobilisent une capacité évaluée comme étant réduite chez le patient et évaluer certains aspects de la vue générale pour donner une indication de pertinence, par exemple sur le nombre d'informations que le joueur doit mémoriser. Si le game designer crée une nouvelle action gameplay non connue du système, il doit spécifier quelles capacités de jeu sont mobilisées par cette action et indiquer la fiabilité de chaque lien (validé par une étude, validé par un expert santé, intuition de game designer). De plus, si le game designer intègre une action gameplay mobilisant une capacité de jeu non-renseignée dans le modèle, l'outil lui indique qu'il devrait la compléter.

Ensuite, les résultats des tests effectués avec le PGS-EvalTool doivent s'intégrer automatiquement dans l'outil. D'une part, nous aurons déjà mis en lien des boucles de gameplay (et donc indirectement des capacités de jeu) avec des mini-jeux. Ainsi, selon les résultats calculés, l'outil peut indiquer les performances des patients sur certaines boucles de gameplay et sur certaines capacités. Lorsque l'outil détecte des divergences entre des évaluations théoriques et expérimentales sur une capacité du jeu, il affiche une alerte pour que le game designer et l'expert santé en prennent connaissance. Finalement, lorsque le game designer crée des nouveaux mini-jeux pour l'outil PGS-EvalTool, il doit indiquer ce que le mini-jeu

cherche à évaluer (boucle de gameplay ou capacités de jeu) pour que l'outil puisse mettre en lien correctement les données.

En utilisant ces différentes données, l'outil peut aussi détecter des incohérences potentielles dans le modèle P/G/T.

Finalement, le tableau de bord indique quelle est l'étape en cours de la méthode, les prochaines actions à effectuer, et affiche un résumé des différentes alertes et indications de l'outil.

Lorsque cet outil complet sera développé, nous pourrons évaluer sa facilité d'utilisation, la pertinence des indications données, la dynamique d'échange qu'il crée avec l'expert santé ainsi que la qualité des concepts de jeu.

Pour évaluer cet outil, nous pensons tout d'abord au cadre des *game jams* de jeux utiles du réseau Jam Today. Comme le principe est d'organiser les *game jams* selon des directives très précises afin de comparer ensuite les résultats des différents sites de *game jams*, nous pourrions envisager qu'un thème annuel prochain soit les jeux thérapeutiques et que les participants suivent notre méthode au travers de l'outil. Néanmoins, comme une *game jam* ne dure que 48 heures, ces évaluations seraient limitées aux deux premières étapes de notre méthode.

Ensuite, pour évaluer la méthode et l'outil sur un projet du début à la fin, nous sommes actuellement en discussion avec plusieurs partenaires pour monter à nouveau des projets de jeu thérapeutique, dont une possible continuation du *Village aux Oiseaux*.

Si l'outil que nous proposons peut mettre ensemble et analyser des données au sein d'un projet, nous pensons qu'à plus long-terme l'outil doit faciliter l'acquisition de connaissances sur le game design de jeux thérapeutiques en général.

En effet, après évaluation, l'outil sera diffusé en accès libre. L'objectif est de pouvoir analyser les données de tous les projets conçus avec l'outil afin d'alimenter une base de connaissance libre sur le game design de jeux thérapeutiques. En particulier, lorsque le game designer renseignera le type de maladie et l'âge des patients, l'outil pourra indiquer directement quelles capacités sont habituellement réduites chez ses patients, mais aussi lui donner les résultats de tests déjà effectués avec le PGS-EvalTool sur ces patients ou sur des patients similaires.

En effet, cette mise en commun des résultats de recherche en jeux thérapeutiques est une nécessité pour que le domaine avance plus rapidement. Notre outil pourra faciliter ces collaborations, car c'est au travers de son utilité que les données sont ajoutées à la base de donnée centrale.

Plus particulièrement, nous pensons qu'en formalisant mieux les gameplay des jeux thérapeutiques et des jeux étudiés pour leurs effets sur la santé, nous pourrions à terme identifier quelle boucle ou ensemble de boucles de gameplay produit quel effet thérapeutique. Ces connaissances seraient un apport considérable pour la conception de jeux thérapeutiques et permettraient donc de définir directement en début de projet quels sont les boucles de gameplay à incorporer dans le jeu pour produire les effets désirés.

A terme, ces connaissances permettront de changer de paradigme général de conception

des jeux thérapeutiques. Si à l'heure actuelle les jeux thérapeutiques sont construits sur une base de gameplay identique pour tous les patients, mais avec des systèmes de personnalisation et d'adaptation, une connaissance approfondie de quel gameplay fournit quels effets permettrait potentiellement de créer des moteurs procéduraux de jeux thérapeutiques. De tels moteurs pourraient générer pour chaque patient le gameplay précis qui répond spécifiquement à ses besoins.

Ces pistes de recherche soulèvent évidemment de nombreuses questions de recherche et de design, mais aussi d'évaluation médicale. Nous pensons cependant qu'il s'agit de la continuité la plus logique et intéressante de notre travail de recherche.

Glossaire

- *CHALLENGE* : Un challenge est un objectif qui nécessite l'exécution d'actions non-triviales du joueur pour être atteint
- *GAMEPLAY* : Le gameplay regroupe l'ensemble des interactions entre le jeu et le joueur, il peut être décrit sous la forme de challenge et d'actions que le joueur doit exécuter pour atteindre l'objectif correspondant à ce challenge
- *GAME DESIGNER* : Le game designer est en charge, tout au long du développement, de s'assurer que l'expérience de jeu prévue soit effectivement délivrée au joueur. Selon Fullerton, le game designer est l'avocat du joueur au sein de l'équipe de développement
- *GAME WORLD* : Le game world est l'espace virtuel dans lequel les activités de jeu et les histoires se déroulent
- *PERSONA* : Profils d'utilisateurs types utilisés en conception pour se demander comment chacun réagirait aux différents aspects du produit conçu
- *PLAYTEST* : Le playtest est une étape du processus itératif du design. Cette étape sert à tester si le jeu fonctionne correctement et atteint ses objectifs d'expérience de jeu. Les premiers playtests sont effectués par le game designer et l'équipe de développement. Par la suite, les playtests sont effectués directement avec des représentants de l'audience ciblée

Bibliographie

- [Abeele 12] Vero Vanden Abeele, Bob De Schutter, Luc Geurts, Stef Desmet, Jeroen Wauters, Jelle Husson, Lieven Van den Audenaeren, Frederik Van Broeckhoven, Jan-Henk Annema & David Geerts. *P-iii : A player-centered, iterative, interdisciplinary and integrated framework for serious game design and development*. In *Serious Games : The Challenge*, pages 82–86. Springer, 2012.
- [Adams 09] Ernest Adams. *Fundamentals of game design*, second edition. New Riders Publishing, 2009.
- [Alvarez 08] Julian Alvarez & Damien Djaouti. *Une taxinomie des Serious Games dédiés au secteur de la santé*. *Revue de l'Electricité et de l'Electronique, Société de l'Electricité, de l'Electronique et des Technologies de l'Information et de la Communication (SEE)*, vol. 11, pages 91–102, 2008.
- [Amblyotech 15] Amblyotech. *Dig Rush*, 2015.
- [Amory 07] Alan Amory. *Game object model version II : a theoretical framework for educational game development*. *Educational Technology Research and Development*, vol. 55, no. 1, pages 51–77, 2007.
- [Anastasi 00] Donna Anastasi, David Klinger, Jason Chrenka, Robert Hutton, Diane Miller & Paul Titus. *CFM : A software tool to support cognitive function modeling in system design*. *Proceedings of Human Performance, Situation Awareness & Automation : User-Centered Design for the New Millenium*, Savannah, Georgia, 2000.
- [Andrade 05] Gustavo Andrade, Geber Ramalho, Hugo Santana & Vincent Corruble. *Extending Reinforcement Learning to Provide Dynamic Game Balancing*. In *IJCAI 2005 Workshop on Reasoning, Representation, and Learning in Computer Games*, pages 7–12, 2005.
- [Anguera 13] Joaquin A Anguera, Jacqueline Boccanfuso, James L Rintoul, Omar Al-Hashimi, Farhoud Faraji, Jacqueline Janowich, Eric Kong, Yudy Larraburo, Christine Rolle, E Johnston *et al.* *Video game training enhances cognitive control in older adults*. *Nature*, vol. 501, no. 7465, pages 97–101, 2013.

- [Aponte 11] M. Aponte, G. Levieux & S. Natkin. *Measuring the level of difficulty in single player video games*. Entertainment Computing, pages 205–213, 2011.
- [Araújo 09] Manuel Araújo & Licínio Roque. *Modeling games with petri nets*. Breaking New Ground : Innovation in Games, Play, Practice and Theory. DIGRA2009. Londres, Royaume Uni, 2009.
- [Bartle 96] Richard Bartle. *Hearts, Clubs, Diamonds, Spades : Players Who Suit MUDs*. Journal of MUD Research, 1996.
- [Bartle 05] Richard A Bartle. *Virtual worlds : Why people play*. Massively multiplayer game development, vol. 2, no. 1, 2005.
- [Benveniste 09] Samuel Benveniste, Pierre Jouvelot, Edith Lecourt & Renaud Michel. *Designing wimprovisation for mediation in group music therapy with children suffering from behavioral disorders*. In Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children, IDC '09, pages 18–26, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [Benveniste 10a] Samuel Benveniste. *Incremental Design of Therapeutic Music Games : Theory and Application to the Treatment of Behavioral Disorders and Alzheimer's Disease*. PhD thesis, MINES ParisTech, 2010.
- [Benveniste 10b] Samuel Benveniste, Pierre Jouvelot & Renaud Péquignot. *The MINWii Project : Renarcissization of Patients Suffering from Alzheimer's Disease Through Video Game-Based Music Therapy*. In ICEC'10, pages 79–90, 2010.
- [Blumenthal 99] James A. Blumenthal, Michael A. Babyak, Kathleen A. Moore, W. Edward Craighead, Steve Herman, Parinda Khatri, Robert Waugh, Melissa A. Napolitano, Leslie M. Forman, Mark Appelbaum, P. Murali Doraiswamy & K. Ranga Krishnan. *Effects of Exercise Training on Older Patients With Major Depression*. Arch Intern Med, vol. 159, no. 19, pages 2349–2356, 1999.
- [Brangier 91] Eric Brangier & Emmanuelle Tedeschi. *Le recueil d'expertise comme co-construction des connaissances*. Connexions, vol. 57, no. 1, pages 69–79, 1991.
- [Brathwaite 09] Brenda Brathwaite & Ian Schreiber. Challenges for game designers. Course Technology, 2009.
- [Brezinka 08] Veronika Brezinka. *Treasure Hunt-a serious game to support psychotherapeutic treatment of children*. Studies in health technology and informatics, vol. 136, page 71, 2008.
- [Buday 12] Richard Buday, Tom Baranowski & Debbe Thompson. *Fun and games and boredom*. GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications, vol. 1, no. 4, pages 257–261, 2012.

- [Burke 09] J. W. Burke, M. D. J. McNeill, D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie & S. M. McDonough. *Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games*. *Vis. Comput.*, vol. 25, pages 1085–1099, October 2009.
- [Burke 10] J. W. Burke, M. D. J. McNeill, D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie & S. M. McDonough. *Augmented Reality Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation*. In Proceedings of the 2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES '10, pages 75–78, Washington, DC, USA, 2010. IEEE Computer Society.
- [Caillois 58] R. Caillois. *Les jeux et les hommes*. Gallimard, 1958.
- [Champagnat 08] Ronan Champagnat, Guylain Delmas & Michel Augeraud. *A Storytelling Model for Educational Games*. In Proceedings of the First International Workshop on Story-Telling and Educational Games, 2008.
- [CNAMTS 07] CNAMTS. *Le modèle "AGGIR", Guide d'utilisation*. Sécurité social, l'assurance maladie, 2007. Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés.
- [Cook 07] Daniel Cook. *The chemistry of game design*. Gamasutra.com, 2007.
- [Crawford 03] Chris Crawford. *Chris crawford on game design*. New Riders Games, June 2003.
- [Cross 01] Nigel Cross. *Designerly ways of knowing : Design discipline versus design science*. *Design issues*, vol. 17, no. 3, pages 49–55, 2001.
- [Csikszentmihalyi 91] Mihaly Csikszentmihalyi. *Flow : The psychology of optimal experience*. Harper Perennial, March 1991.
- [Denis 05] Guillaume Denis & Pierre Jouvelot. *Motivation-Driven Educational Game Design : Applying Best Practices to Music Education*. In Proc. Int. Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology, ACM Press (2005, pages 462–465. ACM Press, 2005.
- [Deutsch 08] Judith E Deutsch, Megan Borbely, Jenny Filler, Karen Huhn & Phyllis Guarrera-Bowlby. *Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy*. *Physical Therapy*, vol. 10, pages 1196–1207, 2008.
- [Diaz-Orueta 12] Unai Diaz-Orueta, Sayuri Alvarado, Diego Gutiérrez, Gema Climent & Flavio Banterla. *"Isla Calma", a Novel Virtual Reality Environment for Pain and Anxiety Distraction : Report on Usability, Acceptability, and Subjective Experience*. *GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications*, vol. 1, no. 5, pages 353–361, 2012.

- [Dieterle 09] Ulrike Dieterle. *Games/Simulations for Health : Tracking Down the Evidence on Efficacy*. In 25th Annual Conference on Distance Teaching & Learning, 2009.
- [Difede 02] Joann Difede & Hunter G Hoffman. *Virtual reality exposure therapy for World Trade Center post-traumatic stress disorder : A case report*. *Cyberpsychology & Behavior*, vol. 5, no. 6, pages 529–535, 2002.
- [Djaouti 07] Damien Djaouti, Julian Alvarez, Rashid Ghassempouri, Jean-Pierre Jessel & Gilles Methel. *Towards a classification of Video Games*. In Artificial and Ambient Intelligence convention (Artificial Societies for Ambient Intelligence), 2007.
- [Djaouti 08] Damien Djaouti, Julian Alvarez, Jean-Pierre Jessel & Gilles Methel. *Play, game, world : anatomy of a videogame*. *International Journal of Intelligent Games & Simulation*, vol. 5, no. 1, 2008.
- [Djaouti 11a] Damien Djaouti. *Serious Game Design Considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire*. PhD thesis, Université Toulouse III Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier), 2011.
- [Djaouti 11b] Damien Djaouti, Julian Alvarez, Jean-Pierre Jessel & Olivier Rampoux. *Origins of serious games*. In *Serious games and edutainment applications*, pages 25–43. Springer, 2011.
- [Ensad] Ensad. *Fenêtre sur chambre*. <http://ener.ensad.fr/fenetre-sur-chambre/>.
- [Fabricatore 07] Carlo Fabricatore. *Gameplay and Game Mechanics : A Key to Quality in Videogames*. In ENLACES (MINEDUC Chile) -OECD Expert Meeting on Videogames and Education, 2007.
- [Feng 08] Jing Feng & Ian Spence. *How video games benefit your brain*. URL : http://meaningfulplay.msu.edu/proceedings2008/mp2008_paper_76.pdf [accessed 2014-03-25][WebCite Cache ID 6OLanaiNW], 2008.
- [Frey 06] Daniel D Frey & Clive L Dym. *Validation of design methods : lessons from medicine*. *Research in Engineering Design*, vol. 17, no. 1, pages 45–57, 2006.
- [Fullerton 08] Tracy Fullerton. *Game design workshop : A playcentric approach to creating innovative games*. CRC Press, 2008.
- [Gamberini 08] Luciano Gamberini, Giacinti Barresi, Alice Maier & Fabiola Scarpetta. *A game a day keeps the doctor away : A short review of computer games in mental healthcare*. *Journal of CyberTherapy and Rehabilitation*, vol. 1, no. 2, pages 127–145, 2008.

- [Garneau 01] Pierre-Alexandre Garneau. *Fourteen Forms of Fun*. Gamasutra, October 2001.
- [Gerardi 08] Maryrose Gerardi, Barbara Olasov Rothbaum, Kerry Ressler, Mary Heekin & Albert Rizzo. *Virtual reality exposure therapy using a virtual Iraq : case report*. *Journal of traumatic stress*, vol. 21, no. 2, pages 209–213, 2008.
- [Ghozland 07] David Ghozland. *Designing for Motivation*. Gamasutra, 2007.
- [Gotz 11] Ulrich Gotz, Karin Brutsch, Rene Bauer, Florian Faller, Reto Spoerri, Andreas Meyer-Heim, Robert Riener & Alexander Koenig. *A virtual reality system for robot-assisted gait training based on game design principles*. In *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2011 International Conference on*, pages 1–2. IEEE, 2011.
- [Gouaich 12] Abdelkader Gouaich, Nadia Hocine, Liesjet Van Dokkum & Denis Mottet. *Digital-pheromone based difficulty adaptation in post-stroke therapeutic games*. In *Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium, IHI '12*, pages 5–12, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [Green 03] C. Shawn Green & Daphne Bavelier. *Action video game modifies visual selective attention*. *Nature*, vol. 423, no. 6939, pages 534–7, May 2003.
- [Greitzer 07] Frank L. Greitzer, Olga Anna Kuchar & Kristy Huston. *Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context*. *J. Educ. Resour. Comput.*, vol. 7, November 2007.
- [Griffiths 97] Mark Griffiths. *Video games and clinical practice : Issues, uses and treatments*. *British Journal of Clinical Psychology*, vol. 36, pages 639–641, 1997.
- [Guardiola 05] Emmanuel Guardiola & Stéphane Natkin. *Game Theory and video game, a new approach of game theory to analyze and conceive game systems*. In *CGAMES'05, Int. Conf. on Computer Games*, Angoulême, France, pages 166–170, January 2005.
- [Guardiola 12] Emmanuel Guardiola, Stéphane Natkin, Delphine Soriano, Even Loarer & Pierre Vrignaud. *Du jeu utile au jeu sérieux (serious game)*. *Hermès*, vol. 62, pages 87–93, 2012.
- [Heaton 06] Tom Heaton. *A circular model of gameplay*. Gamasutra. com, 2006.
- [Heller 13] Monika D Heller, Kurt Roots, Sanjana Srivastava, Jennifer Schumann, Jaideep Srivastava & T Sigi Hale. *A Machine Learning-Based Analysis of Game Data for Attention Deficit Hyperactivity Disorder Assessment*. *GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications*, vol. 2, no. 5, pages 291–298, 2013.

- [Hevner 07] Alan R Hevner. *A three cycle view of design science research*. Scandinavian journal of information systems, vol. 19, no. 2, page 4, 2007.
- [Hocine 11] Nadia Hocine, Abdelkader Gouaich, Lylia Abrouk & Ines Di Loreto. *Techniques d'adaptation dans les jeux ludiques et sérieux*. Revue d'Intelligence Artificielle, vol. 25, no. 2, pages 253–280, 2011.
- [Hoffman 00] H G Hoffman, J N Doctor, D R Patterson, G J Carrougner & T A Furness. *Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients*. Pain, no. 85, pages 305–309, 2000.
- [Howell 05] Kay Howell. *Games for health conference 2004 : issues, trends, and needs unique to games for health*. Cyberpsychology & Behavior, vol. 8, no. 2, pages 103–109, 2005.
- [Hunicke 04a] Robin Hunicke & Vernell Chapman. *AI for dynamic difficulty adjustment in games*. In Challenges in Game Artificial Intelligence AAAI Workshop, pages 91–96. sn, 2004.
- [Hunicke 04b] Robin Hunicke, Marc Leblanc & Robert Zubek. *MDA : A formal approach to game design and game research*. In In Proceedings of the Challenges in Games AI Workshop, Nineteenth National Conference of Artificial Intelligence, pages 1–5. Press, 2004.
- [Hunicke 05] Robin Hunicke. *The case for dynamic difficulty adjustment in games*. In Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology, ACE '05, pages 429–433, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [Huynh-Kim-Bang 10] Benjamin Huynh-Kim-Bang, John Wisdom & Jean-Marc Labat. *Design Patterns in Serious Games : A Blue Print for Combining Fun and Learning*. Rapport technique, LIP6 Paris, 2010.
- [Juul 03] Jesper Juul. *The game, the player, the world : Looking for a heart of gameness*, volume 120, pages 30–45. Utrecht University, 2003.
- [Kato 08] Pamela M. Kato, Steve W. Cole, Andrew S. Bradlyn & Brad H. Pollock. *A Video Game Improves Behavioral Outcomes in Adolescents and Young Adults With Cancer : A Randomized Trial*. Pediatrics, vol. 122, no. 2, 2008.
- [Kawrykow 12] Alexander Kawrykow, Gary Roumanis, Alfred Kam, Daniel Kwak, Clarence Leung, Chu Wu, Eleyine Zarour, Luis Sarmenta, Mathieu Blanchette, Jérôme Waldispühl & Phylo players. *Phylo : A Citizen Science Approach for Improving Multiple Sequence Alignment*. PLoS ONE, vol. 7, no. 3, page e31362, 03 2012.
- [Kharrazi 12] Hadi Kharrazi, Amy Shirong Lu, Fardad Gharghabi & Whitney Coleman. *A scoping review of health game research : Past, present, and future*. GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications, vol. 1, no. 2, pages 153–164, 2012.

- [Khatib 11] F. Khatib, S. Cooper, M.D. Tyka, K. Xu, I. Makedon, Z. Popović, D. Baker & F. Players. *Algorithm discovery by protein folding game players*. Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 108, no. 47, pages 18949–18953, 2011.
- [Kirsh 94] David Kirsh & Paul Maglio. *On distinguishing epistemic from pragmatic action*. Cognitive science, vol. 18, no. 4, pages 513–549, 1994.
- [Klimmt 03] Christoph Klimmt. *Dimensions and determinants of the enjoyment of playing digital games : A three-level model*. In Level up : Digital games research conference, volume 246, page 257. Utrecht : Faculty of Arts, Utrecht University, 2003.
- [Koster 05a] Raph Koster. *A Grammar of Gameplay game atoms : can games be diagrammed ?* Game Developers Conference 2005 : Futurevision. Slides., 2005.
- [Koster 05b] Raph Koster. *A theory of fun for game design*. Paraglyph Press, Scottsdale, Arizona, 2005.
- [Larousse 14] Editions Larousse, editeur. *Dictionnaire de français larousse*. Editions Larousse, 2014.
- [Lazzaro 04] Nicole Lazzaro. *Why We Play Games : Four Keys to More Emotion Without Story*. In Game Developers Conference, March 2004.
- [Le Prado 13] Cécile Le Prado. *Ecriture sonore : entre déterminisme, émergence et interactivité*. PhD thesis, CEDRIC Laboratory, Paris, France, 2013.
- [Levieux 11] Guillaume Levieux. *Mesure de la difficulté dans les jeux vidéo*. PhD thesis, Conservatoire National des Arts et Métiers, 2011.
- [Levieux 14] Guillaume Levieux, Guillaume Tiger, Stephanie Mader, Jean-Francois Zagury, Stephane Natkin & Matthieu Montes. *Udock, the interactive docking entertainment system*. Faraday Discuss., vol. 169, pages 425–441, 2014.
- [Loreto 10] Ines Di Loreto & Abdelkader Gouaich. *Mixed Reality Serious Games : The Therapist Perspective*. CoRR, vol. abs/1011.1560, 2010.
- [Lu 13] Amy Shirong Lu, Hadi Kharrazi, Fardad Gharghabi & Debbe Thompson. *A systematic review of health videogames on childhood obesity prevention and intervention*. GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications, vol. 2, no. 3, pages 131–141, 2013.
- [Ludoscience] Ludoscience. *Serious Game Classification*. <http://serious.gameclassification.com/En/about/bricks.html>. Last access 2011/06/08.
- [Lundgren 09] Sus Lundgren, Karl J. Bergström & Staffan Björk. *Exploring Aesthetic Ideals of Gameplay*. In Atkins Barry, Kennedy Helen & Krzywinska Tanya, editeurs, *Breaking New Ground : Innovation in*

- Games, Play, Practice and Theory : Proceedings of the 2009 Digital Games Research Association Conference, London, September 2009. Brunel University.
- [Mackay 97] Wendy E Mackay & Anne-Laure Fayard. *HCI, natural science and design : a framework for triangulation across disciplines*. In Proceedings of the 2nd conference on Designing interactive systems : processes, practices, methods, and techniques, pages 223–234. ACM, 1997.
- [Mader 12a] S. Mader, J. Dupire, S. Natkin & E. Guardiola. *Designing therapeutic games for seniors : case study of "le village aux oiseaux" (birds village)*. Modelling, Measurement and Control, vol. 73, no. 3, page n.c., 2012.
- [Mader 12b] Stéphanie Mader, Jérôme Dupire, Emmanuel Guardiola & Stéphane Natkin. *Conception de jeux thérapeutiques pour seniors : l'exemple du Village aux Oiseaux*. In Handicap 2012, Paris, June 2012.
- [Mader 12c] Stéphanie Mader, Stéphane Natkin & Guillaume Levieux. *How to analyse therapeutic games : The Player / Game / Therapy Model*. In Springer, editeur, Entertainment Computing ICEC 2012, Lecture Notes In Computer Sciences, 2012. (in press).
- [Malone 80] Thomas W Malone. *What makes things fun to learn ? heuristics for designing instructional computer games*. In SIGSMALL '80 : Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL symposium and the first SIGPC symposium on Small systems, pages 162–169, New York, NY, USA, 1980. ACM.
- [Malone 81] Thomas W Malone. *Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction*. Cognitive Science, vol. 5, no. 4, pages 333–369, 1981.
- [Malone 87] Thomas W Malone & Mark R Lepper. Making learning fun : A taxonomy of intrinsic motivations for learning, volume 3, pages 223–253. Lawrence Erlbaum Associates, 1987.
- [Marache-Francisco 14] Cathie Marache-Francisco. *Gamification des interactions humain-technologie : représentation, conception et évaluation d'un guide pour la gamification des interfaces*. PhD thesis, Université de Lorraine, Metz, France, 2014.
- [March 95] Salvatore T March & Gerald F Smith. *Design and natural science research on information technology*. Decision support systems, vol. 15, no. 4, pages 251–266, 1995.
- [Marfisi-Schottman 09] Iza Marfisi-Schottman, Aymen Sghaier, Sébastien Georges, Prévôt Patrick & Franck Tarpin-Bernard. *Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Games*. In Atelier "Jeux sérieux : conception et usages", EIAH'2009 Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, pages 75–84, 2009.

- [Marfisi-Schottman 10] Iza Marfisi-Schottman, Sébastien George & Franck Tarpin-Bernard. *Tools and methods for efficiently designing serious games*. In Conference on Games Based Learning (ECGBL), Copenhagen, pages 226–234, 2010.
- [Marne 11] Bertrand Marne, Benjamin Huynh Kim Bang & Jean-Marc Labat. *Articuler motivation et apprentissage grâce aux facettes du jeu sérieux*. In Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, pages 69–80, 5 2011. isbn : 978-2-87325-061-4.
- [Marne 14] Bertrand Marne. *Modèles et outils pour la conception de jeux sérieux : une approche meta-design*. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie (UPMC), 2014.
- [McGonigal 11] Jane McGonigal. *Reality is broken*. Penguin Books., New York, 2011.
- [McGraw 02] McGraw. McGraw-hill concise dictionary of modern medicine. The McGraw-Hill Companies Inc, 2002. "Therapy" <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/therapy>.
- [McGraw 05] T McGraw, K Burdette & K Chadwick. *The effects of a consumer-oriented multimedia game on the reading disorders of children with ADHD. 2005-6*. In Proceedings of DiGRA 2005 Conference : Changing Views-Worlds in Play, Vancouver, Canada, 2005.
- [Merry 12] Sally N Merry, Karolina Stasiak, Matthew Shepherd, Chris Frampton, Theresa Fleming & Mathijs FG Lucassen. *The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression : randomised controlled non-inferiority trial*. BMJ : British Medical Journal, vol. 344, 2012.
- [Mueller 14] Florian Mueller & Katherine Isbister. *Movement-based game guidelines*. In Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems, pages 2191–2200. ACM, 2014.
- [Nacke 11] Lennart E Nacke, Chris Bateman & Regan L Mandryk. *BrainHex : preliminary results from a neurobiological gamer typology survey*. In Entertainment Computing–ICEC 2011, pages 288–293. Springer, 2011.
- [Nacke 14] Lennart E Nacke, Chris Bateman & Regan L Mandryk. *BrainHex : A neurobiological gamer typology survey*. Entertainment Computing, vol. 5, no. 1, pages 55–62, 2014.
- [Natkin 03] Stéphane Natkin & Liliana Vega. *A petri net model for the analysis of the ordering of actions in computer games*. In GAME ON 2003, 2003.
- [Natkin 04] Stéphane Natkin & Liliana Vega. *A Petri Net Model for Computer Games Analysis*. Int. J. Intell. Games & Simulation, vol. 3, no. 1, pages 37–44, 2004.

- [NCBI] NCBI. *Medical Subject Headings*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine.
- [Neil 12] Katharine Neil. *Game design tools : Time to evaluate*. In Proceedings of DiGRA Nordic 2012 Conference : Local and Global Games in Culture and Society, 2012.
- [Niedenthal 09] Simon Niedenthal. *What We Talk About When We Talk About Game Aesthetics*. In Atkins Barry, Kennedy Helen & Krzywinska Tanya, editeurs, *Breaking New Ground : Innovation in Games, Play, Practice and Theory : Proceedings of the 2009 Digital Games Research Association Conference*, London, September 2009. Brunel University.
- [NIH] NIH. *NIH Toolbox*. <http://www.nihtoolbox.org/Pages/default.aspx>. National Institute of Health and Northwestern University.
- [OMS a] OMS. *Définition de la santé*. <http://www.who.int/about/definition/fr/print.html>. Préambule à la Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé, tel qu'adopté par la Conférence internationale sur la Santé, New York, 19-22 juin 1946 ; signé le 22 juillet 1946 par les représentants de 61 Etats. 1946 ; (Actes officiels de l'Organisation mondiale de la Santé, n. 2, p. 100) et entré en vigueur le 7 avril 1948.
- [OMS b] OMS. *Who Disability Assesment Schedule 2.0*. <http://www.who.int/classifications/icf/whodasii/en/>. World Health Organisation.
- [Orji 14] Rita Orji, Julita Vassileva & Regan L Mandryk. *Modeling the efficacy of persuasive strategies for different gamer types in serious games for health*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 24, no. 5, pages 453–498, 2014.
- [Osman 15] Zahen Malla Osman, Jérôme Dupire, Stéphanie Mader, Pierre CUBAUD & Stéphane Natkin. *Monitoring Player Attention : A Non-Invasive Measurement Method Applied to Serious Games*. *Entertainment Computing*, pages –, 2015.
- [Osorio 12] Gume Osorio, David C Moffat & Jonathan Sykes. *Exergaming, exercise, and gaming : sharing motivations*. *GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications*, vol. 1, no. 3, pages 205–210, 2012.
- [Oxford 14] Oxford. *Oxford dictionaries*. Oxford University Press, 2014.
- [Pedersen 00] Kjartan Pedersen, Jan Emblemsvag, Reid Bailey, Janet K Allen & Farrokh Mistree. *Validating design methods and research : the validation square*. In Proceedings of the ASME Design Theory and

- Methodology Conference. Baltimore, Maryland, DETC2000/DTM-14579, 2000.
- [Peffer 07] Ken Peffer, Tuure Tuunanen, Marcus A Rothenberger & Samir Chatterjee. *A design science research methodology for information systems research*. Journal of management information systems, vol. 24, no. 3, pages 45–77, 2007.
- [Perron 06] Bernard Perron. *The heuristic circle of gameplay : the case of survival horror*. Gaming realities : A challenge for digital culture, pages 62–71, 2006.
- [Potter 98] Scott S Potter, Emilie M Roth, David D Woods & William C Elm. *A framework for integrating cognitive task analysis into the system development process*. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, volume 42, pages 395–399. SAGE Publications, 1998.
- [Prensky 03] Marc Prensky. *Digital game-based learning*. Comput. Entertain., vol. 1, pages 21–21, October 2003.
- [Prins 13] Pier JM Prins, Esther Ten Brink, Sebastiaan DAVIS, Albert Ponsioen, Hilde M Geurts, Marieke de Vries & Saskia van der Oord. *“Braingame Brian” : Toward an Executive Function Training Program with Game Elements for Children with ADHD and Cognitive Control Problems*. GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications, vol. 2, no. 1, pages 44–49, 2013.
- [Rahmani 12] Esmaeel Rahmani & Suzanne Austin Boren. *Videogames and health improvement : a literature review of randomized controlled trials*. GAMES FOR HEALTH : Research, Development, and Clinical Applications, vol. 1, no. 5, pages 331–341, 2012.
- [Rego 10] Paula Rego, Pedro Miguel Moreira & Luis Paulo Reis. *Serious games for rehabilitation : A survey and a classification towards a taxonomy*. In Information Systems and Technologies (CISTI), 2010 5th Iberian Conference on, pages 1–6. IEEE, 2010.
- [Rigby 07] Scott Rigby & Richard Ryan. *Rethinking Carrots : A New Method For Measuring What Players Find Most Rewarding and Motivating About Your Game*. Gamasutra. com, 2007.
- [Rizzo 09] Albert A Rizzo, JoAnn Difede, Barbara O Rothbaum, Scott Johnston, Robert N McLAY, Greg Reger, Greg Gahm, Thomas Parsons, Ken Graap & Jarrell Pair. *VR PTSD exposure therapy results with active duty OIF/OEF combatants*. Studies in health technology and informatics, vol. 142, pages 277–282, 2009.
- [Rizzo 10] Albert Rizzo, JoAnn Difede, Barbara O Rothbaum, Greg Reger, Josh Spitalnick, Judith Cukor, Rob Mclayet *al.* *Development and*

- early evaluation of the Virtual Iraq/Afghanistan exposure therapy system for combat-related PTSD*. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 1208, no. 1, pages 114–125, 2010.
- [Rogers 10] Scott Rogers. *Level up! : The guide to great video game design*. John Wiley & Sons, 2010.
- [Rollings 03] Andrew Rollings & Ernest Adams. *Andrew rollings and ernest adams on game design*. New Riders, 2003.
- [Rosewater 06] Mark Rosewater. *Timmy, Johnny, and Spike Revisited*. Rapport technique, Wizard of the Coast, 2006.
- [Ryan 00] Richard M. Ryan & Edward L. Deci. *Intrinsic and Extrinsic Motivations : Classic Definitions and New Directions*. Contemporary Educational Psychology, vol. 25, no. 1, pages 54 – 67, 2000.
- [Ryder 93] Joan M Ryder & Richard E Redding. *Integrating cognitive task analysis into instructional systems development*. Educational Technology Research and Development, vol. 41, no. 2, pages 75–96, 1993.
- [Salen 03] Katie Salen & Eric Zimmerman. *Rules of play : Game design fundamentals*. The MIT Press, October 2003.
- [Sawyer 08] Ben Sawyer & Peter Smith. *Serious Game Taxonomy*. In The Serious Games Summit @ GDC, 2008.
- [Schell 08] Jesse Schell. *The art of game design : A book of lenses*. CRC Press, 2008.
- [Schwarzer 08] Ralf Schwarzer. *Modeling health behavior change : How to predict and modify the adoption and maintenance of health behaviors*. Applied Psychology, vol. 57, no. 1, pages 1–29, 2008.
- [Spronck 06] Pieter Spronck, Marc Ponsen, Ida Sprinkhuizen-Kuyper & Eric Postma. *Adaptive game AI with dynamic scripting*. Mach. Learn., vol. 63, no. 3, pages 217–248, 2006.
- [Stokes 15] Benjamin Stokes, Nicole Walden, Gerard O’Shea, Francesco Nasso, Giancarlo Mariutto & Asi Burak. *Impact with Games : A Fragmented Field*. PA : ETC Press. Retrieved from <http://gameimpact.net/reports/fragmented-field/>, 2015.
- [Studenski 10] Stephanie Studenski, S Perera, E Hile, V Keller, J Spadola-Bogard & J Garcia. *Interactive video dance games for healthy older adults*. The journal of nutrition, health & aging, vol. 14, no. 10, pages 850–852, 2010.
- [Susi 07] Tarja Susi, Mikael Johannesson & Per Backlund. *Serious Games : An Overview*. Rapport technique, GLS University of Wisconsin-Madison, February 2007.

- [Sweetser 05] Penelope Sweetser & Peta Wyeth. *GameFlow : a model for evaluating player enjoyment in games*. *Comput. Entertain.*, vol. 3, no. 3, page 3, July 2005.
- [Szilas 03] Nicolas Szilas. *IDtension : a narrative engine for Interactive Drama*. In *Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment TIDSE' 03*, pages 187–203, 2003.
- [Van Rozen 14] Riemer Van Rozen & Joris Dormans. *Adapting Game Mechanics with Micro-Machinations*. Apr 2014.
- [VandenBerghe 12] Jason VandenBerghe. *The 5 domains of play : Applying psychology's big 5 motivation domains to games*. In *Game Developers Conference, Game Design Track*, 2012.
- [VandenBerghe 13] Jason VandenBerghe. *Applying the 5 Domains of Play : Acting Like Players*. In *Game Developers Conference, Game Design Track*, 2013.
- [Weber 13] Niels Weber. *Être ou ne pas être joueur*. *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux*, page 154, 2013.
- [Wei 04] June Wei & Gavriel Salvendy. *The cognitive task analysis methods for job and task design : Review and reappraisal*. *Behaviour & Information Technology*, vol. 23, no. 4, pages 273–299, 2004.
- [Whitlock 12] Laura A. Whitlock, Anne Collins McLaughlin & Jason C. Allaire. *Individual differences in response to cognitive training : Using a multi-modal, attentionally demanding game-based intervention for older adults*. *Computers in Human Behavior*, no. 0, pages –, 2012.
- [Winn 08] Brian Winn. *The design, play, and experience framework*. *Handbook of research on effective electronic gaming in education*, vol. 3, pages 1010–1024, 2008.
- [Winter 08] Robert Winter. *Design science research in Europe*. *European Journal of Information Systems*, vol. 17, no. 5, pages 470–475, 2008.
- [Wolf 08] Julie M Wolf, James W Tanaka, Cheryl Klaiman, Jeff Cockburn, Lauren Herlihy, Carla Brown, Mikle South, James McPartland, Martha D Kaiser, Rebecca Phillipset al. *Specific impairment of face-processing abilities in children with autism spectrum disorder using the Let's Face It! skills battery*. *Autism Research*, vol. 1, no. 6, pages 329–340, 2008.
- [Yannakakis 07] Georgios N. Yannakakis & John Hallam. *Game and Player Feature Selection for Entertainment Capture*. In *IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games*, pages 244–251, Hawaii, USA, 2007.
- [Yee 06] Nick Yee. *Motivations for play in online games*. *CyberPsychology & behavior*, vol. 9, no. 6, pages 772–775, 2006.

- [Yun 10] Chang Yun, Philip Trevino, William Holtkamp & Zhigang Deng. *PADS : enhancing gaming experience using profile-based adaptive difficulty system*. In Proceedings of the 5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games, Sandbox '10, pages 31–36, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [ZhDk 11] Gamelab ZhDk. *Gabarello*. <http://gabarello.zhdk.ch>, 2011. Last access 2011/06/08.
- [Zimmerman 07] John Zimmerman, Jodi Forlizzi & Shelley Evenson. *Research through design as a method for interaction design research in HCI*. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pages 493–502. ACM, 2007.
- [Zyda 05] Michael Zyda. *From visual simulation to virtual reality to games*. Computer, vol. 38, no. 9, pages 25–32, September 2005.

Annexe A

Annexes

A.1 Classification jeux santé

Dans cette annexe, nous expliquons la construction de notre classification du jeu santé, puis présentons chacune des catégories.

A.1.1 Périmètre de classification

Le périmètre de notre classification est celle des jeux pour la santé ou *Games for Health* de Sawyer et Smith [Sawyer 08]. Ainsi, nous excluons les jeux publicitaires qui sont effectivement une catégorie de jeux destinée au marché de la santé [Alvarez 08], mais qui n'ont pas un objectif médical.

La santé est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé comme suit : « *La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.* » [OMS a]. Si les jeux thérapeutiques ont pour effet direct de soigner, soulager ou améliorer une condition médicale particulière, un jeu pour la santé a un objectif plus large et ne nécessite pas, par exemple, la présence d'une condition médicale particulière, mais peut viser simplement le bien-être ou la forme physique.

Ainsi, nous nous concentrons donc sur l'effet possible du jeu sur un état de santé, même si cet effet est indirect. Par exemple, un jeu de formation au premier secours n'a pas pour unique finalité la formation d'une personne. L'objectif final est qu'une personne ayant un malaise soit bien prise en charge le plus tôt possible, arrive dans un état moins grave lors de son arrivée à l'hôpital, voir ne vienne pas du tout aux urgences si ce n'est pas nécessaire. Des urgences moins chargées signifient, à priori, de meilleurs soins pour les patients pris en charge.

Vu sous cet angle, la santé est avant tout un calcul des chances de survie du patient. Et les jeux de formation au premier secours comme le jeux de recherche scientifique peuvent finalement améliorer cette probabilité. Au-delà des chances de survie, les jeux santé peuvent cibler différents domaines : la recherche médicale, la formation du personnel santé, la prévention

des maladies et des accidents, l'amélioration du bien-être du patient, la diminution de la sédentarité, ou la réadaptation à la vie quotidienne après un accident.

Ainsi, cette notion de distance entre l'effet direct d'un jeu et sa finalité d'aider le patient est un élément important de cette réflexion. En effet, les jeux thérapeutiques sont les seuls dont l'effet direct et la finalité sont identiques, ils sont les seuls dont la pratique permet d'améliorer directement la santé du patient.

Ceci nous permet de définir trois critères importants pour différencier les jeux santé les uns des autres : **public joueur**, **public bénéficiaire**, et **objectif direct du jeu**.

A.1.2 Le cas des jeux accessibles

Nous avons exclu les jeux accessibles (Game for special needs chez Gamberini et al. [Gamberini 08]) de notre classification des jeux santé. Les jeux accessibles sont des jeux qui sont conçus pour un public ayant des difficultés à accéder au jeu, soit à cause de l'âge, soit à cause d'un handicap particulier (aveugle, troubles cognitifs, etc.).

Nous connaissons trois démarches différentes d'accessibilité : rendre un jeu tout public accessible à cette cible particulière, délivrer une expérience de jeu spécifiquement prévue pour eux, créer un jeu utile dont ils sont la cible (par exemple, un jeu pour apprendre aux autistes à mieux s'intégrer en entreprise).

Les deux premières catégories sont du domaine de l'industrie de divertissement et de sa volonté de toucher ces publics. Il est essentiel de garder à l'esprit que ces jeux ont uniquement un objectif ludique et ne sont donc pas des jeux utiles, ils sont uniquement adaptés à un public particulier.

L'accessibilité, comme nous l'avons vu dans nos méthodes, est un enjeu de conception évident pour les jeux thérapeutiques, comme pour une partie des jeux santé. Cet enjeu est transversal et ne saurait être limité à une seule catégorie de jeu.

A.1.3 Critères de classification des jeux santé

Dans cette section, nous explicitons nos trois critères d'analyses, puis dans les sections suivantes nous présentons les catégories de jeux santé identifiées par cette recherche.

A.1.3.1 Public joueur et bénéficiaire

Dans les jeux santé, le patient n'est pas forcément le joueur et il n'est pas toujours le bénéficiaire direct de l'utilité du jeu. Nous proposons donc d'analyser le public selon deux critères. Le public joueur est celui qui va effectivement jouer au jeu. Le public bénéficiaire est celui qui va principalement profiter de l'utilité du jeu.

En effet, même si c'est habituellement le cas, le joueur n'est pas toujours celui à qui le jeu apporte son utilité santé ou il n'en est pas toujours l'unique bénéficiaire. A ce titre, nous distinguons donc le bénéficiaire principal et les autres bénéficiaires secondaires. Ainsi,

le patient fait presque systématiquement parti des bénéficiaires, à minima secondaires.

D'un point de vue game design, savoir qui est le joueur est un critère essentiel et central de la conception. Séparer les deux publics, joueur et bénéficiaire, permet de s'assurer que le game designer sait à qui son jeu s'adresse et qui en sera le joueur :

- le patient
- l'entourage du patient
- les professionnels santé
- les chercheurs
- le grand public

A.1.3.2 Objectifs génériques

En nous inspirant du travail d'Alvarez et Djaouti [Alvarez 08], mais aussi des catégories proposées par Rahmani et Boren [Rahmani 12], et Gamberini et al. [Gamberini 08], nous avons identifié quatre objectifs génériques directs des jeux santé :

- Former
- Modifier le comportement
- Soigner (améliorer, stabiliser, soulager la condition particulière d'un patient)
- Obtenir des données

Former La plupart des jeux dédiés aux professionnels de la santé ont un objectif de formation. Certains jeux tout public sont aussi des jeux de formation, comme ceux pour apprendre les gestes de premier secours. Le jeu de formation apporte des connaissances et compétences plus profondes qu'un jeu informatif. Un jeu de formation peut notamment apprendre au joueur à prendre de meilleures décisions, à avoir de meilleures pratiques, mais aussi de comprendre les tenants et aboutissants des comportements à adopter.

Modifier le comportement La prévention, l'amélioration de la prise en charge de proches, mieux gérer sa médication ou adhérer à son traitement nécessitent de changer le comportement de l'individu. Même lorsque ces jeux fournissent uniquement un contenu informatif, l'objectif réel est souvent d'amener le joueur à modifier son comportement au regard de sa santé ou de celle de ses proches.

Un changement de comportement est un processus composé, le modèle HAPA distinguent deux étapes de ce processus pour expliquer comment une personne parvient à changer de comportement et d'habitudes au regard de sa santé [Schwarzer 08]. En effet, un changement de comportement commence par la décision de changer de comportement, puis par des actions pour accomplir ce changement. Ces deux étapes sont très différentes et ne requièrent pas les mêmes stratégies de conception.

Ainsi, certains jeux informent et motivent la personne à décider un changement de comportement, tandis que d'autres aident la personne à planifier et gérer les échecs, soit à maintenir le comportement. Finalement, certains jeux constituent la bonne habitude à prendre, par exemple les exergames qui permettent d'augmenter l'activité physique.

Soigner Lorsque l'objectif est de soigner, le jeu est un élément du traitement lui-même. Il permet, par exemple, d'améliorer par le biais d'exercices l'état de fonctions abîmées, mais peut aussi avoir pour but de diminuer la douleur ou l'anxiété pendant les interventions ou de diminuer l'isolement social. Dans cet objectif, il y a parfois une composante de modification de comportement, puisque dans certains cas, il s'agit de motiver le patient à effectuer ces exercices thérapeutiques.

En effet, certains jeux thérapeutiques nécessitent souvent une pratique soutenue et régulière. Les prédicteurs du modèle HAPA, tout comme les méthodes plus généralement dédiées aux jeux persuasifs peuvent aider le game designer à concevoir les aspects qui soutiennent la motivation du patient.

Obtenir des données Lorsque la collecte de données est l'objectif principal d'un jeu santé, celui-ci peut avoir pour objectif d'obtenir des données sur le patient, ou d'obtenir des données plus générales pour faire avancer un domaine de connaissance. De nombreux jeux santé permettent aussi la collecte de données, mais sans être conçu principalement pour cet objectif.

A.1.4 Classification du jeu santé

Avec nos critères, nous avons effectué une analyse systématique sur une centaine de jeux santé provenant du site de classification de jeux utiles serious game classification [[Ludoscience](#)]. Ce site propose de classer les jeux utiles au travers de la taxonomie d'Alvarez et Djaouti.

Nous avons recherché les jeux dédiés au marché de la santé et avons exclu ceux qui n'entraient pas dans notre définition du jeu pour la santé. Nous avons analysé les jeux les plus récents, la période s'étend de 2009 à 2014, ce qui montre, une fois encore l'intérêt de plus en plus élevé pour ce domaine par les industriels comme les chercheurs.

Au travers de cette analyse, nous avons identifié sept catégories principales de jeux santé, dont deux possèdent des sous-catégories. Ces catégories devraient permettre à un game designer de rapidement comprendre l'objectif utile à atteindre, mais aussi à trouver des jeux similaires pour les étudier. Nous avons nommé nos catégories selon Guardiola et al. [[Guardiola 12](#)], c'est-à-dire "Jeux pour" suivi d'un verbe. Les catégories ne sont pas exclusives. Lorsque ce n'est pas précisé autrement le public bénéficiaire est le même que le public joueur.

- Jeux pour diagnostiquer
- Jeux pour apprendre à gérer sa condition médicale
- Jeux pour s'adapter à la condition médicale d'un proche
- Jeux pour former les professionnels santé
- Jeux pour faciliter la recherche médicale
- Jeux pour prévenir (prévention santé)
- Jeux pour soigner (jeux thérapeutiques)

A.1.4.1 Jeux pour diagnostiquer

Les jeux pour diagnostiquer sont joués par le patient, leur utilité la plus directe est la collecte de données qui permettront aux professionnels santé de poser un diagnostic et adapter le traitement. Par exemple, le jeu *Groundskeeper*, développé sur les cubes *Sifteo*, est utilisé pour diagnostiquer les troubles du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité chez l'enfant [Heller 13].

Cette catégorie contient aussi des jeux qui servent d'outils de médiation entre le thérapeute et le patient dans le cadre de thérapie psychologique. Grâce à ces jeux, le thérapeute peut mieux comprendre son patient en observant son comportement en jeu ou établir plus rapidement un lien de confiance qui lui permet donc de questionner efficacement son patient entre autre pour établir un diagnostic [Weber 13].

De nombreux jeux thérapeutiques incluent des fonctionnalités de collecte de données afin d'aider les thérapeutes à adapter le protocole thérapeutique ou permettre au jeu thérapeutique de s'adapter automatiquement.

A.1.4.2 Jeux pour apprendre à gérer sa condition médicale

Les jeux pour la gestion d'une condition médicale sont joués par les patients dans l'objectif de leur faire acquérir les connaissances et les comportements adaptés à leur situation médicale que celle-ci soit temporaire (par ex. future maman) ou définitive (par ex. asthme ou diabète).

Les comportements peuvent avoir un but de prévention, entre autre apprendre à éviter les situations à risques (par ex. la poussière pour les asthmatiques), gérer sa nutrition (par ex. pour les diabétiques). Ils peuvent aussi concerner la médication, savoir quand et comment prendre ses médicaments, mais aussi en comprendre l'importance. Par exemple, *Re-Mission* (figure A.1) aide des adolescents et jeunes adultes souffrant d'un cancer à adhérer davantage à leur traitement médicamenteux [Kato 08].

Les données collectées peuvent avoir un intérêt pour les professionnels santé, pour analyser, entre autre, l'état des connaissances générales de leur patient.

A.1.4.3 Jeux pour s'adapter à la condition médicale d'un proche

Les jeux pour s'adapter à la condition médicale d'un proche ont pour objectif l'accompagnement et le soutien du patient par son entourage. Ces jeux sont joués par l'entourage du patient et ont pour but de leur apporter les connaissances nécessaires sur la condition médicale de leur proche, mais aussi les former aux comportements à adopter. Par exemple, *4min30 chrono* apprend comment prendre en charge quelqu'un qui vient d'avoir un AVC.

Le public bénéficiaire est donc double, d'une part l'entourage peut être plus à l'aise avec le patient, car il sait mieux quelle attitude adopter, et d'autre part, le patient sera mieux entouré, ce qui peut l'aider.

Certains jeux pour apprendre à gérer sa condition médicale sont conçus dans l'optique d'être aussi joués par l'entourage. Par exemple dans *Bipolife* (figure A.2) le joueur gère le

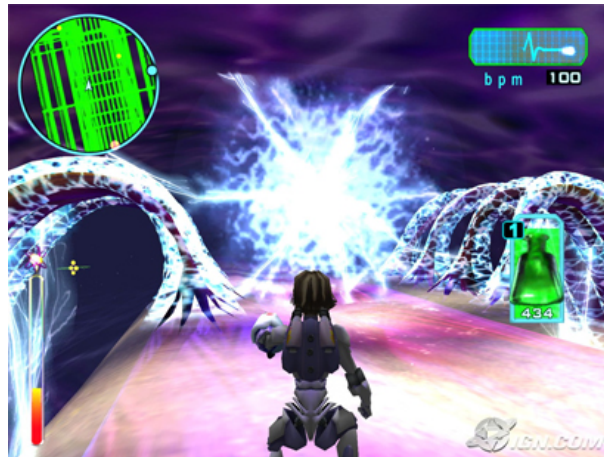


FIGURE A.1 – Re-Mission : incarner un nano-robot pour comprendre le traitement du cancer

quotidien d'un bipolaire, de la prise de médicament à la gestion de son sommeil. L'objectif est de permettre au joueur de comprendre la gestion de la maladie qu'il soit lui-même affecté ou qu'il s'agisse d'un proche.

En dernier lieu, certains de ces jeux ont uniquement pour objectif de faire comprendre à l'entourage ce que le patient traverse. C'est le cas du jeu *Elude*, qui aide à comprendre les difficultés d'une personne dépressive.



FIGURE A.2 – Bipolife : S'occuper d'un Sims bipolaire pour comprendre

A.1.4.4 Jeux pour former les professionnels santé

Les jeux de formation des professionnels santé sont les seuls jeux joués par les professionnels santé. Les bénéficiaires sont les professionnels santé, mais aussi indirectement les patients et l'entourage.

De nombreux jeux simulent tout ou partie d'établissements médicaux pour permettre aux professionnels de se confronter à des situations. Par exemple, EHPAD développé par Daesign se concentre sur la communication et les relations humaines dans les établissements d'hébergement pour personnes âgées, tandis que *Code Orange : Emergency Medical Management Training for Mass Catastrophe* se concentre sur les urgences, de la prise en charge au bloc opératoire.

A.1.4.5 Jeux pour faciliter la recherche médicale

Les jeux pour faciliter la recherche médicale sont majoritairement joués par le grand public, mais parfois aussi par les chercheurs eux-mêmes. Les scientifiques et chercheurs sont le public bénéficiaire et l'objectif est l'obtention de donnée. Ces jeux sont dans la pure ligne des sciences citoyennes, ils utilisent les capacités de nombreux cerveaux humains pour résoudre des problèmes que l'informatique ne permet pas de résoudre autant efficacement.

Ensuite les données récoltées permettent de faire avancer la recherche. Le plus connu d'entre eux est *FoldIt*, dont l'objet est la manière dont les protéines se plient [Khatib 11]. *Phylo* a pour objectif d'améliorer les connaissances sur les séquences ADN [Kawrykow 12].

UDock (figure A.3), un projet joint entre notre équipe et le laboratoire GBA du CNAM permet d'étudier le docking de protéines. Outre l'objectif orienté sciences citoyennes, le jeu a aussi pour but de servir de support pour l'enseignement et de permettre aux scientifiques de l'utiliser pour visualiser et explorer rapidement la surface des protéines [Levieux 14].

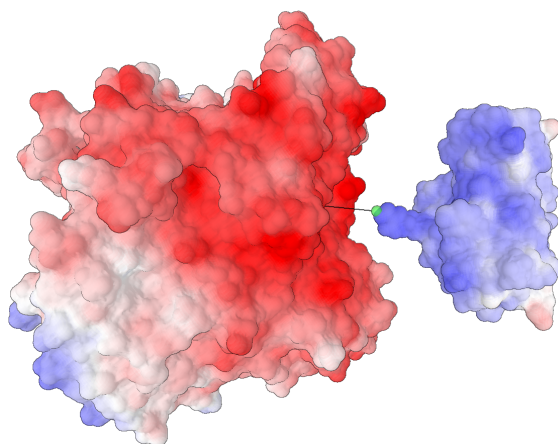


FIGURE A.3 – UDock : Docking de protéines

A.1.4.6 Jeux pour prévenir (prévention santé)

De manière générale, les jeux de prévention ont pour objectif de maintenir chacun à son niveau de bien-être le plus haut possible, et d'éviter les maladies et les accidents. Nous avons identifié trois sous-catégories :

- prévention personnelle
- prévention citoyenne
- prévention professionnelle

Les jeux de prévention personnelle poussent le joueur à modifier son comportement pour sa propre santé. En résumé, perdre ses mauvaises habitudes et en prendre de bonnes. Des exemples d'objectifs sont l'arrêt de la cigarette ou faire du sport. Parmi ces jeux, certains donnent des informations afin de motiver le changement de comportement, tandis que d'autres accompagnent ce changement, soit en aidant à la planification, soit en proposant de faire des exercices au sein du jeu. Par exemple, *My Quit Kit & Khemia* est un ensemble de deux jeux dédiés à l'arrêt du tabac. Si le premier motive et aide à planifier l'arrêt, le second a pour but d'être joué quand l'envie de fumer se présente.

Ensuite, les jeux pour la prévention citoyenne visent à améliorer les comportements du grand public. Il s'agit principalement d'améliorer la première prise en charge de situations d'urgences inattendues, par exemple lorsque quelqu'un fait un malaise, les premiers gestes tout comme l'alerte pour appeler les secours sont effectués par des personnes non médicalement formées. Ainsi, la plupart de ces jeux sont joués par le grand public qui en est aussi le bénéficiaire. Les jeux de premier secours sont l'exemple-type.

La dernière catégorie concerne les jeux de prévention professionnelle. Les professionnels d'un corps de métier médical ou non en sont le public joueur et bénéficiaire. L'objectif est de former aux principes de sécurité sanitaires spécifiques à leur domaine. Par exemple, le jeu *Safe Metal* pour la sécurité dans la métallurgie.

A.1.4.7 Jeux pour soigner, jeux thérapeutiques

Les jeux pour soigner, autrement dit les jeux thérapeutiques, sont les seuls à avoir un effet direct sur la condition médicale du patient. La pratique d'un jeu thérapeutique permet d'améliorer ou de soulager la condition médicale d'un patient. Par exemple, les jeux de Burke et al. ont pour but d'améliorer le contrôle moteur des membres supérieurs après un accident vasculaire cérébral (AVC) [Burke 09].

Les patients sont les joueurs et lorsque des données sont obtenues, elles sont utilisées par les professionnels pour adapter le traitement et potentiellement par les chercheurs.

Nous avons répertoriés plusieurs catégories de jeux thérapeutiques et les avons présenté dans le chapitre 6.

A.2 Schéma gameplay

Les deux annexes suivantes sont des impressions pleine page en format paysage de nos schémas de vue d'ensemble gameplay les plus abouties. La première représente le Village aux Oiseaux et la seconde représente le mode *Deathmatch* d'*Unreal Tournament 3*.

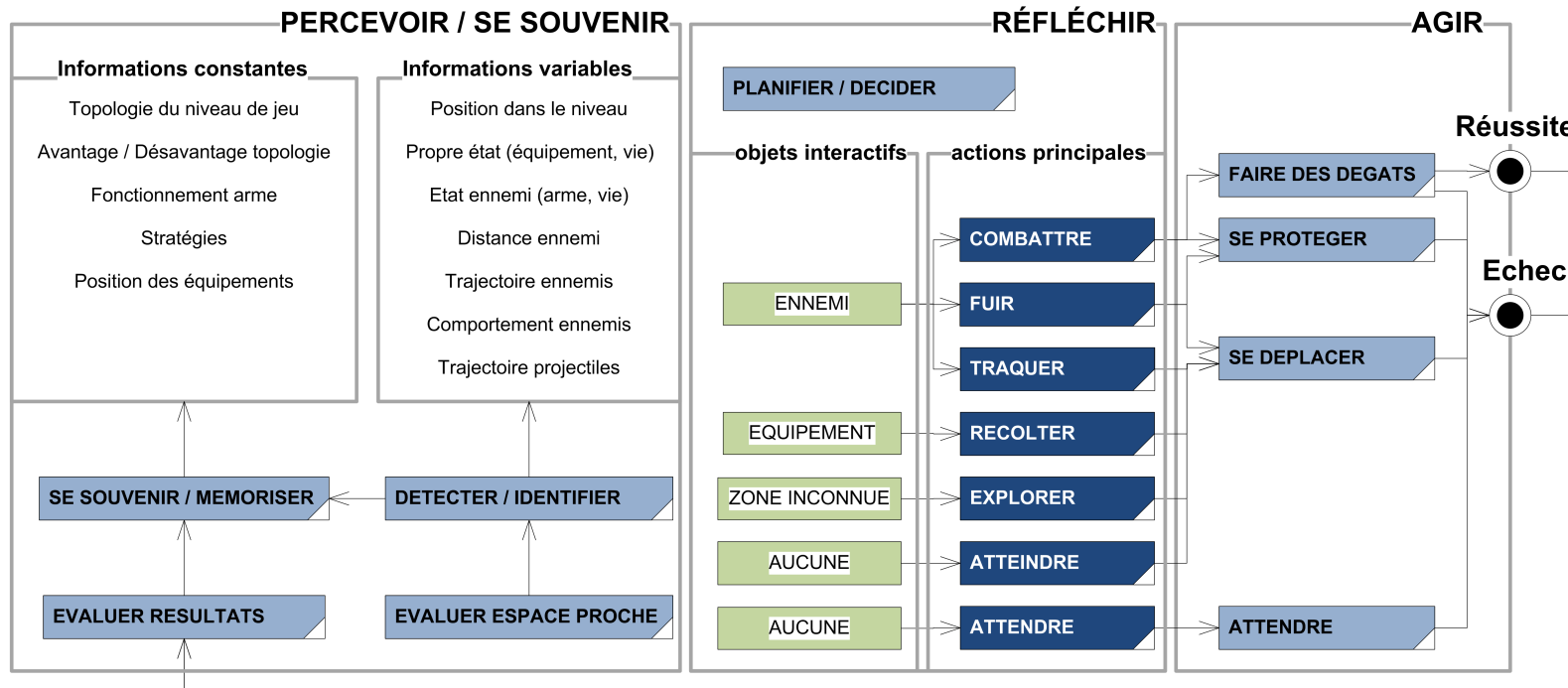


FIGURE A.5 – Schématisation du gameplay *Deathmatch* de UT3

A.3 Modèle capacités de jeu

Nous présentons tout d'abord le contenu des différents éléments du modèle des capacités de jeu. Les éléments marqués d'une astérisque ont été intégrés à l'issue des évaluations et n'ont donc pas encore été définis dans les détails.

Ensuite, les deux dernières pages proposent des exemples de formats imprimables du modèle des capacités de jeu. Le premier exemple est une page du modèle à remplir sur papier avec l'expert santé. Le second exemple est une page du modèle exporté depuis l'outil en ligne, il s'agit d'un profil de patient ayant des problèmes attentionnels.

A.3.1 Ecouter / Analyser

Ecouter / Analyser concerne les fonctions nécessaires à la réception, le traitement et l'analyse des informations données par le jeu.

Rapidité sensitive et perceptive *Temps de traitement sensitif et perceptif*

Vitesse à laquelle le joueur parvient à traiter les informations du jeu. Essayer d'évaluer le temps qu'il faut laisser au patient. Attention, essayez d'évaluer uniquement l'aspect sensitif et perceptif (et non la cognition), il s'agit, par exemple, du temps entre l'apparition d'une cible et la perception de celle-ci par le joueur.

Vision *Acuité, contrastes, couleurs, taille du champ visuel, fatigue, sensibilité*

Voir. Taille des éléments pour qu'ils puissent être vus et identifiés, taille des caractères pour la lecture. Daltonisme. Expliciter les défauts de la vision dont il faut tenir compte, expliciter si possible la taille des caractères et éléments pour qu'ils puissent être vus.

Audition *Tonalité et volume audible, discernement de la parole, tolérance aux bruits, sensibilité*

Entendre. Utilisation de son et parole pour communiquer avec le joueur, seuil d'entente pour les sons et pour discerner la parole. Expliciter les défauts d'audition

Haptique *Sensibilité*

Sensation haptique. Utilisation des vibrations de la manette pour donner des feedbacks au joueurs. Expliciter si les feedbacks haptiques peuvent être utilisés. Expliciter si un déficit de sensibilité haptique du joueur nécessite des aménagements.

Compréhension du langage oral / écrit

Comprendre le langage écrit et oral. La communication des règles, objectifs du jeu et autres informations sont souvent transmise par écrit ou par oral. Estimer la compréhension du langage par le patient dans ces deux modalités. Estimer les contraintes de cette compréhension (par exemple, bruits dans la pièce pour discerner la parole, simplification du langage). Expliciter les autres options pour lui communiquer les règles du jeu.

Reconnaissance des formes *Perception visuelle, mémoire sensorielle*

Discerner différentes formes. Les cibles du jeu ont différentes formes pour faciliter leur recon-

naissance, par exemple un triangle est un ennemi, tandis qu'un cercle est un allié. Expliciter difficultés du patient à se souvenir et identifier des formes.

Perception du temps et des rythmes*

Perception et prédiction des mouvements *Perception visuelle, mémoire sensorielle*

Comprendre et prédire le mouvement d'une cible. Par exemple, le joueur doit photographier un oiseau en mouvement, il a besoin de prédire sa trajectoire pour pouvoir aligner son curseur avec l'oiseau. Autre exemple, dans un jeu de foot, le joueur doit prédire le mouvement du ballon lors d'une passe pour positionner son personnage afin de la réceptionner. Dernier exemple, dans de nombreux jeux, différents types de cibles vont avoir différents types de trajectoire, reconnaître la trajectoire permet d'identifier l'ennemi. Il est aussi important de les mémoriser pour les anticiper par la suite (par exemple, une cible qui avance toujours de trois pas, puis recule de deux pas). Expliciter difficultés du patient à analyser le mouvement et le prédire.

Reconnaissance des visages / émotions *Perception visuelle, mémoire sensorielle, cognition*

Identifier les visages et les émotions. Par exemple, le joueur discute avec un personnage du jeu et celui-ci est triste. Si le joueur le perçoit, il peut lui poser des questions qui l'amèneront à pouvoir aider ce personnage du jeu. Expliciter difficulté du patient à reconnaître les visages et les émotions.

Perception des distances et de la profondeur *Perception visuelle, mémoire sensorielle, mémoire spatiale*

Evaluer la distance entre deux objets. Par exemple, le joueur est devant un ravin et connaît la longueur de saut du personnage qu'il contrôle, il compare mentalement les deux distances pour savoir si son personnage peut sauter par-dessus le ravin. Expliciter si le patient a des difficultés à percevoir et comparer les distances et la profondeur.

Traitement de l'espace de jeu et orientation spatiale *Cognition spatiale, mémoire spatiale*

Mémoriser l'espace de jeu et s'y orienter (par exemple, une ville ou une forêt). Capacité du joueur à manipuler mentalement des informations spatiales, par exemple les rotations de tetromino dans tetrtris. Expliciter si le patient a des difficultés à s'orienter dans l'espace et à manipuler des informations spatiales.

Reconnaissances des sons *Perception auditive, mémoire sensorielle*

Discerner des sons différents comme étant différents. L'utilisation de feedback sonore permet de donner des informations au joueur, à condition qu'il puisse différencier les différents sons. Expliciter si le patient discerne différents sons et à quelles conditions.

Concentration *Ressources attentionnelles, attention soutenue*

Se concentrer sur le jeu pendant un temps suffisant Estimer le temps de concentration maximum du patient, estimer quel rythme session de jeu - pause serait optimale pour le patient.

Champ visuel périphérique (attention) *Ressources attentionnelles, attention distribué*
 Voir l'ensemble de l'écran et percevoir l'arrivée d'éléments au bord de l'écran. Par exemple, il regarde un oiseau qui est au centre de l'écran, et en même temps il voit lorsqu'un autre oiseau arrive depuis le bord de l'écran. Expliciter si le patient est capable de percevoir l'apparition d'une cible au bord de l'écran tandis qu'il en fixe le centre. Estimer pour quelle taille d'écran le patient en est capable.

Orientation de l'attention *Ressources attentionnelles, attention sélective, inhibition*
 Concentrer son attention sur ce qui lui est utile et ignorer ce qui ne l'est pas. Par exemple, à l'écran, il y a des oiseaux que le joueur doit photographier et des papillons qui servent uniquement de décor. Le joueur doit parvenir à se concentrer principalement sur les oiseaux qui sont son objectif et ne pas trop se laisser distraire par les papillons. Expliciter les limites d'orientation de l'attention du joueur

Parallélisme (plusieurs tâches en même temps) *Ressources attentionnelles, attention divisée, flexibilité*
 Maintenir plusieurs fenêtres attentionnelles en parallèle. Par exemple pour observer plusieurs endroits, suivre le mouvement de plusieurs cibles à l'écran, ou effectuer plusieurs tâches en parallèle. Estimer combien de tâches possible en parallèle (Pas de multi-tâche possible, 2 tâches au maximum, normale)

Flexibilité (changement de tâches) *Ressources attentionnelles, attention divisée, flexibilité*
 Passer d'une activité à une autre dans le jeu, soit par nécessité (apparition d'un ennemi pendant une exploration), soit par envie (décider d'aller cueillir des fleurs alors qu'il se rendait à un endroit précis) Estimer la flexibilité du patient

A.3.2 Réfléchir / Décider

Réfléchir / Décider concerne les fonctions nécessaires à la résolution, les prises de décision, les stratégies et l'apprentissage, ainsi que les fonctions cognitives plus globales comme la mémoire.

Rapidité cognitive *Vitesse de traitement*

Vitesse générale de la cognition du patient (hors sensoriel et perceptif) Essayer d'évaluer le temps qu'il faut laisser au patient. Attention, essayez d'évaluer uniquement l'aspect cognitif (et non la motricité) il s'agit du temps entre le moment où le patient a perçu les informations et le moment où il parvient à décider de sa prochaine action.

Mémoire long-terme (déclarative) *Mémoire déclarative (sémantique et épisodique), apprentissage*

Se souvenir à long-terme des règles du jeu, des connaissances, des stratégies et des parties précédentes. Nécessaire pour se rappeler et comparer les différentes stratégies déjà utilisées. Expliciter s'il y a des limites, entre autre rapidité et quantité d'apprentissage possible.

Résolution de problème *Problem-solving, thinking*

Trouver la solution d'un puzzle par déduction, logique, essai-erreur, etc. Expliciter les stratégies de résolution que le patient peut utiliser et celles qu'il n'arrive pas à utiliser.

Anticipation / prédiction

Anticiper et prédire. Par exemple, son personnage doit manger régulièrement sinon il meurt de faim. S'il n'a presque plus de nourriture, il va chasser ou récolter des fruits. Autre exemple, pour évaluer la stratégie de son adversaire et s'y adapter. Si il voit que son adversaire construit des nombreux avions, il peut penser que son adversaire va l'attaquer par les airs, et il serait donc logique de construire des défenses anti-aériennes (peut-être lié aux capacités de planification aussi). Expliciter si le patient a des difficultés à anticiper et prédire.

Inhibition

Interrompre une action automatique. Par exemple, le joueur doit tirer sur les ballons, sauf s'ils sont rouges. Il faut que le patient arrive à s'interrompre et ne pas tirer sur le ballon rouge. Expliciter si le patient a des difficultés à inhiber ses actions.

Planification

Planifier ses actions. Par exemple, le joueur doit se rendre à un endroit pour y trouver un objet, puis apporter l'objet dans un autre village. Autre exemple, il doit construire des bâtiments pour une ville et définir dans quel ordre les construire selon ses ressources, le temps de construction et ce que les bâtiments apportent à sa ville. Expliciter si le patient a des difficultés à planifier ses actions. Evaluer la complexité de planification dont le patient est capable.

Prise de décision

Choisir et décider entre plusieurs stratégies ou éléments. Par exemple, le joueur peut choisir entre une épée et un bouclier ou entre deux épées dont les caractéristiques sont différentes (l'une est rapide et inflige peu de dégâts, tandis que l'autre est plus lente, mais inflige beaucoup de dégâts aux ennemis) Expliciter si le patient a des difficultés à décider ou choisir, s'il prend des décisions sans analyser suffisamment la situation ou si au contraire il analyse trop de données avant de se décider.

Etat psychologique *Emotions*

Les émotions et l'état psychologique peuvent modifier les capacités du joueur ou peuvent le faire réagir de manière différentes. Par exemple, si le patient est très colérique, il est nécessaire de faire attention au traitement les situations d'échec. Expliciter si le patient est dans un état psychologique qui peut influencer sur ses capacités de décision, mais aussi perceptives ou motrices.

Interactions sociales*

A.3.3 Parler / Implémenter

Parler / Implémenter concerne les fonctions nécessaires à l'interaction physique avec le dispositif d'entrée du jeu.

Etat physique général *Amplitude de mouvement des membres et de la main, force, endurance, douleur, équilibre, proprioception, image corporelle*

Capacité physique générale du patient Expliciter les différents problèmes

Etat physiologique *Fatigue*

Etat physiologique générale du patient, par exemple grande fatigue Expliciter l'état physiologique du patient

Posture *Equilibre, force, endurance, douleur*

Posture dans lesquelles le patient peut jouer confortablement, par exemple assis, debout. Expliciter quelles sont les postures possibles et pendant quelle durée la posture reste confortable pour le patient

Possibilités d'interaction *Mémoire procédurale, contrôle moteur, état physique, posture*

Type de manette : bouton, pointage, capture de mouvement, tactile, commande vocale. Type et quantité de boutons utilisables. Expliciter les contraintes générales pour que les périphériques d'entrée du jeu soit accessibles pour le patient.

Rapidité motrice *Contrôle moteur, état physique*

Vitesse à laquelle le patient peut interagir avec le dispositif d'interaction (manette). Si le patient souffre de lenteur motrice, il est nécessaire de lui laisser le temps, par exemple de presser sur un bouton. Essayer d'évaluer le temps qu'il faut laisser au patient. Attention, essayez d'évaluer uniquement l'aspect physique (et non la cognition), il s'agit du temps entre la prise de décision du patient d'appuyer sur le bouton et l'action physique effective.

Précision *Contrôle moteur, état physique*

Tremblement et autres problèmes qui peuvent nuire à la précision et augmenter le taux d'erreur d'utilisation du dispositif d'entrée (par exemple manette). Expliciter les problèmes

Apprentissage et automatisation des procédures d'interaction *Mémoire procédurale, contrôle moteur, état physique*

Capacité du patient à mémoriser et reproduire des schémas d'interactions complexes. Par exemple, devoir presser sur plusieurs boutons à la suite afin de déclencher une action dans le jeu. Expliciter combien de boutons le patient peut mémoriser et s'il peut mémoriser des combinaisons de bouton. Essayer d'évaluer la complexité de combinaisons que le patient peut mémoriser et reproduire

7. Perception et prédiction des mouvements

Informations

Perception visuelle, mémoire sensorielle

Comprendre et prédire le mouvement d'une cible. Par exemple, le joueur doit photographier un oiseau en mouvement, il a besoin de prédire sa trajectoire pour pouvoir aligner son curseur avec l'oiseau. Autre exemple, dans un jeu de foot, le joueur doit prédire le mouvement du ballon lors d'une passe pour positionner son personnage afin de la réceptionner. Dernier exemple, dans de nombreux jeux, différents types de cibles vont avoir différents types de trajectoire, reconnaître la trajectoire permet d'identifier l'ennemi. Il est aussi important de les mémoriser pour les anticiper par la suite (par exemple, une cible qui avance toujours de trois pas, puis recule de deux pas).

Expliciter difficultés du patient à analyser le mouvement et le prédire.

Analyse de l'expert

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé)

---	--	-	=	+	++	+++
-----	----	---	---	---	----	-----

Description des facilités et difficultés

Niveau de confiance de l'expert (min:1, max:5)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. Reconnaissance des visages / émotions

Informations

Perception visuelle, mémoire sensorielle, cognition

Identifier les visages et les émotions. Par exemple, le joueur discute avec un personnage du jeu et celui-ci est triste. Si le joueur le perçoit, il peut lui poser des questions qui l'amèneront à pouvoir aider ce personnage du jeu.

Expliciter difficulté du patient à reconnaître les visages et les émotions.

Analyse de l'expert

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé)

---	--	-	=	+	++	+++
-----	----	---	---	---	----	-----

Description des facilités et difficultés

Niveau de confiance de l'expert (min:1, max:5)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

10. Traitement de l'espace de jeu

Informations

Cognition spatiale, mémoire spatiale

Mémoriser l'espace de jeu et s'y orienter (par exemple, une ville ou une forêt). Capacité du joueur à manipuler mentalement des informations spatiales, par exemple les rotations de tetromino dans tetrïs.

Expliciter si le patient a des difficultés à s'orienter dans l'espace et à manipuler des informations spatiales.

Analyse de l'expert (Confiance : 5/5) ■

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé)

---	--	-	=	+	++	+++
-----	----	---	---	---	----	-----

Description des facilités et difficultés

11. Reconnaissances des sons

Informations

Perception auditive, mémoire sensorielle

Discerner des sons différents comme étant différents. L'utilisation de feedback sonore permet de donner des informations au joueur, à condition qu'il puisse différencier les différents sons.

Expliciter si le patient discerne différents sons et à quelles conditions.

Analyse de l'expert (Confiance : 5/5) ■

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé)

---	--	-	=	+	++	+++
-----	----	---	---	---	----	-----

Description des facilités et difficultés

12. Concentration

Informations

Ressources attentionnelles, attention soutenue

Se concentrer sur le jeu pendant un temps suffisant

Estimer le temps de concentration maximum du patient, estimer quel rythme session de jeu - pause serait optimale pour le patient.

Analyse de l'expert (Confiance : 5/5) ■

Niveau du patient (en rapport à un adulte en bonne santé)

---	--	-	=	+	++	+++
-----	----	---	---	---	----	-----

Description des facilités et difficultés

De la peine à se concentrer sur une même tâche en continu. Plus de facilité à se concentrer si la tâche lui plaît ou si elle implique du mouvement. Compter une durée maximale de 5 minutes de concentration s'il est seul, jusqu'à 10 minutes si un thérapeute le soutient.

le cnam

Stéphanie MADER

Le game design de jeux
thérapeutiques :

le cnam

Modèles et méthodes pour le design du gameplay

Résumé :

Cette thèse propose des modèles, méthodes et outils destinés aux game designers de jeux thérapeutiques. Le problème de conception le plus fondamental des jeux thérapeutiques est le gameplay, c'est-à-dire des objectifs de jeu et des actions que le joueur doit effectuer pour atteindre ces objectifs. Dans un jeu thérapeutique, le gameplay doit à la fois produire l'effet thérapeutique et motiver le patient à suivre son protocole. Les problèmes sous-jacents de celui-ci sont l'évaluation médicale et ludique du jeu, et l'échange de connaissances entre game designers et experts santé. Nous proposons une méthode de game design de jeu thérapeutique allant de la définition du problème à l'évaluation. Cette méthode intègre les autres solutions que nous proposons, notamment le modèle *player/game/therapy* et une méthode de formalisation du gameplay.

Mots clés :

Jeu vidéo, jeu sérieux, conception, game designer, santé, motivation, patient, thérapie

Abstract :

Therapeutic games are particularly complex to design. Can we propose methods and tools to help the resolution of the design problems faced by game designer of such games? The most fundamental design problem of therapeutic games is the gameplay, ie. the game objectives and the actions the player does to address the objectives. In therapeutic game, the gameplay must, at the same time, provide the therapeutic effects and motivate the patient to follow his protocol. The sub-problems of this are 1. the two-fold evaluation (medical and motivation), 2. the exchange of knowledge between game designers and health experts. We propose a therapeutic game design method which begins with the problem definition and ends with the two-fold evaluation. This method integrates the other solutions we propose, particularly the player / game / therapy model and a method to formalize the gameplay.

Keywords :

Video game - serious game - game designer - motivation - health - patient - therapy