Table des matières

Introduction **25**

I État de l'art et positionnement **31**

1 Étude de la prise de décision en situation d'incertitude **33**

1.1 Les heuristiques et biais de décision 34

1.1.1 Le raisonnement humain et les heuristiques de jugement 34

1.1.2 L'utilisation des heuristiques de jugement 35

1.1.3 Exemple de mise en évidence de l'heuristique de représentativité . . 39

1.1.4 Questionnements sur l'étude des heuristiques via les biais cognitifs . 41

1.2 L'excès de confiance comme levier pour comprendre la prise de décision . . 44

1.2.1 Définition de l'excès de confiance 44

1.2.2 L'excès de confiance face au sentiment d'efficacité personnelle et à l'optimisme 45

1.2.3 L'excès de confiance et les biais de jugement 47

1.2.4 Correction du comportement d'excès de confiance 49

1.3 Influencer la confiance du joueur et la mesurer 51

1.3.1 Excès de confiance chez le joueur 51

1.3.2 Mesurer l'excès de confiance 52

1.3.3 Mesure psychophysique de l'appréciation de la difficulté 55

1.4 Synthèse 57

2 Le jeu pour comprendre les biais de décision **59**

2.1 Le jeu comme support pour analyser et comprendre la prise de décision . . 59

2.1.1 La question de la prise de décision dans la définition du jeu 60

2.1.2 Caractérisation de la décision du joueur dans l'activité ludique . . . 64
2.1.3 L'importance de l'incertitude dans l'activité de jeu 68
2.1.4 Le jeu comme expérience réflexive 73
2.2 Jeux sérieux et formations relatives à la prise de décision 78
2.2.1 Intérêt du jeu sérieux comme outil de formation pour la prise de décision 78
2.2.2 Apprendre ou corriger un comportement spécifique 79
2.2.2.1 Simulations et Business Games 79
2.2.3 Corriger un comportement biaisé 83
2.2.3.1 Jeu sérieux et correction des biais cognitifs 83
2.2.3.2 Jeu et expériences de calibration 87
2.2.4 Encourager la mise en place de pratiques réflexives 88
2.2.4.1 Jeu de rôle 89
2.2.4.2 Le rôle de la médiation et les jeux épistémiques 90
2.2.5 Aider à développer des stratégies métacognitives 93
2.2.5.1 Apprentissage et stratégies métacognitives 94
2.2.5.2 Intégration de stratégies métacognitives dans le gameplay . 95
2.3 Synthèse 97

3 Méthodes pour orienter le jugement du joueur 99
3.1 Les difficultés à prévoir le jugement du joueur 99
3.2 Méthodes de contrôle indirect 104
3.2.1 Contraindre les choix du joueur 105
3.2.2 L'utilisation des objectifs 107
3.2.3 La conception de l'interface 109
3.2.4 Le rendu visuel 113
3.2.5 Le rôle des personnages 115
3.2.6 L'influence de la musique 118
3.3 Propositions pour biaiser le jugement du joueur 120
3.3.1 L'information biaisée 120
3.3.2 Appréciation de la difficulté, effort et confiance du joueur 123
3.3.3 Mesure des difficultés subjective et objective dans les jeux 126
3.4 Synthèse 127

II Problématiques et méthodes **129**

4 Problématiques **131**

4.1 Positionnement . . . 132

4.2 Questions de recherche . . . 132

5 Méthode de recherche **135**

5.1 Mettre en évidence un comportement biaisé chez le joueur . . . 135

5.1.1 Le choix de l'excès de confiance . . . 136

5.1.1.1 Conception du gameplay . . . 136

5.1.1.2 Sources du comportement : les biais relatifs à l'excès de confiance . . . 137

5.1.2 Création des situations de jeu : influence de l'information et de la difficulté . . . 138

5.1.3 Mécaniques de jeu et excès de confiance . . . 139

5.2 Développer et accompagner la réflexivité du joueur sur son jugement biaisé 139

5.2.1 Outils de mesure du comportement . . . 139

5.2.1.1 Questionnaire : profil des joueurs et confiance . . . 140

5.2.1.2 Évaluation de l'information et mesure de la confiance du joueur . . . 142

5.2.1.3 Évaluation de la difficulté . . . 143

5.2.1.4 Mesure de la confiance au travers de la difficulté subjective 144

5.2.2 Accompagner l'émergence d'une posture réflexive . . . 144

5.2.2.1 Gameplay asymétrique et réflexivité : le rôle du meneur de jeu . . . 144

5.2.2.2 La mécanique de changement de rôle pour développer une posture réflexive . . . 145

5.3 Synthèse . . . 146

III Expérimentation 1 : influence de l'information sur la confiance du joueur **147**

6 Description du jeu *Detective OS* **149**

6.1 Fonctionnement du jeu sérieux . . . 149

6.1.1 Vision d'ensemble . . . 150

6.1.2 Gameplay, règles et mécaniques de jeu . . . 151
6.1.2.1 Règles implicites . . . 152
6.1.2.2 Règles opérationnelles . . . 152
6.1.2.3 Règles constituantes . . . 155
6.2 Déroulement d'une partie de jeu et architecture . . . 155
6.2.1 Déroulement d'une partie pour un niveau . . . 155
6.2.2 Découpage et déroulement pour chaque étape de jeu . . . 155
6.2.2.1 Introduction de la partie et début du premier niveau de jeu 155
6.2.2.2 Présentation de l'enquête . . . 156
6.2.2.3 Premier tour de jeu . . . 157
6.2.2.4 Fin d'un niveau . . . 158
6.2.2.5 Fin de partie et évaluation de l'enquêteur . . . 159
6.3 Calcul du score et mesure du comportement du joueur . . . 159
6.3.1 Score et conditions de victoire pour l'enquêteur . . . 159
6.3.1.1 Mesure de la confiance en cours de partie . . . 159
6.3.1.2 Gestion du score en cours de partie . . . 160
6.3.1.3 Calcul du score final . . . 160
6.3.2 Score et conditions de victoire pour le meneur du jeu . . . 162
6.4 Synthèse . . . 163

7 Problématiques de conception et itérations *(Detective OS)* 169
7.1 Conception de la structure narrative . . . 169
7.1.1 Enjeux et problématiques de conception . . . 170
7.1.2 Conception et architecture narrative . . . 171
7.2 Conception de l'interface . . . 174
7.2.1 Enjeux et principes de conception . . . 174
7.2.2 Interactions et interfaces . . . 177
7.2.2.1 Interface enquêteur . . . 177
7.2.2.2 Interface meneur de jeu . . . 178
7.2.2.3 Prototype alpha et itérations . . . 179
7.3 Synthèse . . . 180

8 Tests de jouabilité *(Detective OS)* 183

8.1 Prototype papier . . . 183
8.2 Prototype numérique . . . 184
8.3 Mise en perspective des résultats des tests de jouabilité . . . 187

IV Expérimentation 2 : influence de la difficulté sur la confiance du joueur 189

9 Description des jeux *(Sorcerer)* 191
9.1 Positionnement du jeu et objectifs de recherche . . . 191
9.1.1 Cadre général du fonctionnement des expérimentations . . . 192
9.1.2 Sélection du public cible . . . 192
9.2 Contexte technique et spécifications du gameplay . . . 193
9.2.1 Spécifications du gameplay pour les expérimentations . . . 193
9.2.2 Choix matériels et logiciels . . . 194
9.3 Description des jeux et architecture . . . 195
9.3.1 Conception de l'interface . . . 195
9.3.2 Description des jeux . . . 197
9.3.2.1 Difficulté logique . . . 197
9.3.2.2 Difficulté sensorielle . . . 197
9.3.2.3 Difficulté motrice . . . 198
9.3.2.4 Notes concernant le protocole de mesure . . . 199
9.3.3 Narration et progression du joueur . . . 199
9.4 Synthèse . . . 201

10 Problématiques de conception et itérations *(Sorcerer)* 203
10.1 Tests de jouabilité et itérations des jeux . . . 203
10.1.1 Itérations du jeu dédié à la difficulté logique . . . 204
10.1.1.1 Difficulté logique, version 1 . . . 204
10.1.1.2 Difficulté logique, version 2 . . . 205
10.1.1.3 Difficulté logique, version 3 . . . 206
10.1.2 Itérations du jeu dédié à la difficulté sensorielle . . . 207
10.1.2.1 Difficulté sensorielle, version 1 . . . 207
10.2 Mise en perspective des résultats des expérimentations pilotes . . . 209

11 Expérimentations : mesure de l'influence de la difficulté sur la confiance du joueur **211**

11.1 Méthodes de calcul du comportement 211

11.1.1 Fonctionnement de la difficulté dans le cadre des expérimentations . 212

11.1.2 Mesure de la difficulté subjective 213

11.1.3 Mesure de la difficulté objective 213

11.1.4 Procédures 214

11.2 Résultats 214

11.2.1 Modélisation de la difficulté objective 215

11.2.2 Différences entre la difficulté objective et subjective 216

11.2.3 Influence du profil des participants sur la difficulté subjective 220

11.3 Discussion 221

11.3.1 Influence de la difficulté et *effet difficile* 221

11.3.2 Influence du profil du joueur 223

11.3.3 Limites de l'expérimentation 224

11.3.3.1 Le système de mise 224

11.3.3.2 L'adaptation dynamique de la difficulté 224

11.3.3.3 Les facteurs de motivation 225

11.4 Mise en perspective des résultats des expérimentations 225

Conclusion **231**

Bibliographie **237**

Glossaire **255**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Liste des tableaux

6.1 Répartition des points pour l'enquêteur 161
6.2 Matrice du comportement attendu du joueur/enquêteur 162
6.3 Répartition des points pour le meneur de jeu 163

11.1 Modélisation de la difficulté objective pour chaque jeu : résultats de la régression logistique à effets mixtes pour la difficulté et le nombre d'échecs dans le temps. 215

Rapport-Gratuit.com

Table des figures

1.1 Exemple d'une tâche de mesure de la confiance des participants, basé sur le TOEFL. 53

1.2 Trois exemples de mesures de la confiance au travers de la mise, au travers de : (a) choix simple ; (b) choix simple accompagné d'une question relative à la confiance ; et (c) choix simple accompagné d'une question relative à une mise. 54

1.3 Exemple de représentation des courbes de calibration des participants. La précision des participants est reportée sur l'axe des ordonnées ; leur confiance sur l'axe des abscisses. 55

2.1 Interface du simulateur relative à la gestion quotidienne des projets de construction. 80

2.2 Interface du simulateur relative à l'évaluation de l'utilisateur. 80

2.3 Interface de dialogue du jeu sérieux *Entretien de Carrière*. 82

2.4 Capture d'écran de l'interface générale du jeu *MacBeth* 84

2.5 Capture d'écran de l'interface du jeu *MacBeth* relative à la fiche informative d'un personnage. 85

2.6 Capture d'écran du jeu *Missing : The Pursuit of Terry Hughes*. 86

2.7 Capture d'écran de l'interface relative aux questions du jeu *The Credence Game*. 88

2.8 Capture d'écran de l'interface relative à l'évaluation du joueur dans *The Credence Game*. 89

2.9 Exemples de concepts de jeux sérieux pour l'apprentissage de l'histoire et la géographie, par Clark Abt 90

2.10 Interface du jeu *Mirror* lors des échanges avec le personnage médiateur. . . 92

2.11 Interface du jeu *Mirror* lors de la rédaction du rapport. 93

2.12 Capture d'écran de l'interface de gestion du territoire, tirée du jeu *Land Science*. 94

2.13 Capture d'écran de l'interface d'échanges avec les experts, tirée du jeu *Land Science*. 95

3.1 Carte du premier niveau de *Doom*, affichant le tracé le plus court pour rejoindre la fin du niveau. 102

3.2 Découpage d'un puzzle dans *The Witness* pour accompagner la progression du joueur. 103

3.3 Zone en zigzag du premier niveau *Doom* poussant le joueur à apprendre les déplacements latéraux. 106

3.4 Sélection de l'interface du jeu *Papers, Please* relative à l'utilisation des tampons pour valider ou refuser l'entrée sur le territoire. 107

3.5 Ecran de fin de niveau de *Doom*, présentant le niveau de complétion des objectifs secondaires. 108

3.6 Exemple d'une des une du quotidien local dans *Papers, Please*. 109

3.7 Synthèse des actions du joueur après une journée de travail au poste frontière dans *Papers, Please*. 110

3.8 A gauche, vue tirée du jeu *Doom*, le joueur face à un ennemi. A droite, première étape en vue de prendre une décision face à un personnage, ici reconnaître l'opposant. 111

3.9 A gauche, deuxième étape dans la prise décision face à un personnage opposant, vérifier ses ressources, dans le jeu *Doom*. A droite, dernière étape en vue de choisir d'agir face à un ennemi, ramener le viseur sur l'opposant. 112

3.10 Les différents états du visage du personnage-joué de *Doom* suivant les dégâts qu'il a reçus. 113

3.11 Interface du jeu *Doom*, considérablement simplifiée dans sa version de 2016. 114

3.12 Les différents point de vue des zones de jeu dans *Papers, Please*. 115

3.13 Sur-découpage du cadre de l'image dans le premier niveau de *Doom*. Les lignes jaunes encadrent les différents niveaux de plan. 115

3.14 Lignes de fuite pour guider le regard du joueur vers les opposants dans le premier niveau de *Doom*. 116

3.15 Rendu d'une séquence cinématique dans *Papers, Please*. 117

3.16 Rendu graphique des monstres les plus usuels dans *Doom*. De la gauche vers la droite, sur la première ligne : *Baron of Hell*, *Cacodemon*, *Lost Soul* ; deuxième ligne : *Demon*, *Imp*, *Sergeant*, *Trooper*. 117

3.17 Tableau des caractéristiques des monstres les plus usuels dans *Doom*. 118

3.18 Sélection de rendus des personnages du jeu *Papers, Please*. 119

6.1 Déroulement d'une partie . . . 156
6.2 Début de partie : introduction à l'enquête . . . 157
6.3 Début de partie : introduction de l'enquête au joueur . . . 165
6.4 Premier tour de jeu . . . 166
6.5 Fin d'un niveau . . . 167
6.6 Fin d'une partie . . . 168

7.1 Extrait de l'architecture narrative d'une enquête rédigée sous Twine . . . 172
7.2 A gauche, la rédaction du témoignage d'un personnage sous le langage Harlowe. A droite, le rendu de ce texte en HTML pour vérifier le déroulement de la narration. . . . 173
7.3 Tableau d'enquête - représentation réaliste et contemporaine . . . 175
7.4 Tableau d'enquête suivant une représentation dans un style victorien, image tirée du jeu *Le Testament de Sherlock Holmes* [Frogwares 2012] . . . 175
7.5 Tableau d'enquête suivant une représentation abstraite, image tirée du jeu *Sherlock Holmes : Crime & Punishments* [Frogwares 2014] . . . 176
7.6 Fonctionnement général de l'interface (document de conception) . . . 177
7.7 Interface enquêteur, tirée du prototype. . . . 178
7.8 Fonctionnement de l'interface enquêteur, décrit dans le document de conception. . . . 179
7.9 Interface meneur de jeu, tirée du prototype. . . . 180
7.10 Fonctionnement de l'interface meneur, décrit dans le document de conception. 181
7.11 Interface enquêteur, version *alpha*. . . . 182
7.12 Interface meneur, version *alpha* . . . 182

8.1 Ensemble des cartes de jeu utilisées pour le prototype papier. . . . 185

9.1 Variation de la confiance selon la difficulté . . . 193
9.2 Mise en évidence d'un excès de confiance . . . 194
9.3 Mise en évidence d'un manque de confiance . . . 195
9.4 Interface des jeux pour les tâches relatives à la difficulté logique, à la difficulté sensorielle et à la difficulté motrice. Celle relative à la difficulté logique est présentée avec l'interface complète (a), alors que les tâches concernant les difficultés sensorielle et motrice sont réduites ici au cadre central (respectivement b et c). Ces images ont été prises pour les niveaux de difficulté les plus faibles. . . . 196

9.5 Architecture du jeu 200

10.1 Exemple d'un rapport de force entre deux émoticônes 204
10.2 Modification des symboles suite aux tests de jouabilité 205
10.3 Exemple d'une grille désordonnée de taquin 207
10.4 Exemple d'une grille de jeu tirée du prototype 208
10.5 Exemple d'une grille pendant le flash de la case à trouver 209

11.1 Mesure de la difficulté objective pour chaque jeu à $t = 0$. La ligne bleue en pointillés représente le joueur médian, la ligne rouge en pointillés montre le premier et dernier quartile. Les joueurs les moins compétents sont présentés en jaune, les joueurs moyens en cyan, et les meilleurs joueurs en vert. 217
11.2 Progression de la difficulté objective en fonction du temps, pour toutes les tâches, pour tous les joueurs, durant l'ensemble de la session de jeu. La courbe bleue représente le joueur média, les points correspondent aux observations pour chaque tour. 218
11.3 Difficultés objectives et subjectives pour toutes les tâches et pour tous les joueurs. $\bar{n}$ correspond à la moyenne, (sd) au nombre de joueurs correspondant à chaque tâche et chaque niveau. 219

Introduction

L'origine de cette recherche, s'il fallait définir un point de départ particulier, vient d'un constat réalisé à de multiples reprises lors de mes pratiques des jeux vidéo. Au delà de toute expérience du sensible, liée à une découverte esthétique voire affective de l'univers dans lequel le jeu prend forme, ces jeux peuvent enrichir une véritable expérience du soi par rapport aux simulations strictes. Certains titres, comme *Portal* [Valve Corporation 2007], *Papers, Please* [Pope 2013], *The Witness* [Blow and Thekla Inc. 2016], ou plus anciens comme *Monkey Island 2 : LeChuck's Revenge* [LucasArts 1991] et *Fallout* [Black Isle Studios 1997], choisissent à un moment de leurs progressions de pousser le joueur à remettre en question son expérience de jeu. Cette réflexivité débouche le plus souvent sur des sursauts dans la narration, surprenant le joueur, ou comme dans les exemples suscités, cette réflexivité peut aller plus loin en amenant le joueur à questionner la nature du média même et de ce qu'il en a fait au cours de sa progression.

Si cette dimension réflexive existe ou peut exister au contact d'autres médias, les jeux vidéo, par la nature des interactions entre le système et le joueur, permettent de conduire ce questionnement à l'échelle de la décision même : qu'est-ce que j'ai pu faire en tant qu'acteur de la progression pour arriver à un tel choix ? Mon questionnement s'est ainsi porté à la fois sur la conception de ces jeux en vue de permettre l'émergence d'une posture réflexive sur la prise de décision du joueur, mais aussi et surtout sur la finalité de cette réflexivité au delà d'expériences purement ludiques. L'utilisation de jeux dans le cadre de formations, via les *serious games*, permet ainsi de déporter cette question sur d'autres domaines, comme celui de l'apprentissage.

L'apport de la réflexivité dans l'apprentissage a été questionné à de nombreuses reprises, notamment au travers des théories cognitives puis constructionnistes sous l'égide de Jean Piaget. Les outils numériques ont ainsi pu être utilisés en ce sens, comme avec l'exemple de l'apprentissage du langage de programmation *Logo* initié par Seymour Papert [Papert 1999]. Ils ont aussi pu être interrogés comme vecteur de réflexivité, comme au début des années 2000 avec les travaux de James Paul Gee sur les jeux vidéo [Gee 2007]. Néanmoins, rares sont les exemples de jeux vidéo à dimension utile conçus pour aider le joueur, devenu apprenant, à mieux comprendre sa décision. Les jeux sérieux s'inscrivent

dans une tradition de formation héritée des simulations [Prensky 2001a; Alvarez and Djaouti 2010], pour lesquelles la prise de décision est un ensemble de processus devant être intégré par l'apprenant, et non questionné et explicité. Dans ce sous-ensemble de jeux sérieux, il n'en existe qu'une poignée dont l'objectif est d'aider le joueur / apprenant à comprendre comment sa prise de décision est structurée, motivée, voire biaisée.

Vouloir expliquer les mécanismes décisionnels n'est pourtant pas une idée récente. Depuis 1970, les Systèmes d'Aide à la Décision (SAD ou DSS pour *Decision Support System* en anglais) ont connu un développement accéléré doublé d'un engouement croissant [Power 2007]. Ces outils permettent à des décideurs de toutes professions, qu'ils soient dans le cadre d'une formation ou dans celui d'un prise de décision réelle, de pouvoir être suivi par un outil qui va les aider à auto-évaluer la qualité de leur jugement. Ces outils s'accompagneront de méthodes et de modèles spécifiques à un corps de métier, ou ils peuvent prétendre à une visée plus généralistes sur ce qui fonde la prise de décision même. Dès la fin des années quatre-vingt-dix, les systèmes d'aide à la décision feront l'objet d'expérimentations en psychologie cognitive pour en vérifier l'efficacité dans le cas de la correction d'erreurs de jugement, nommés biais cognitifs [Arnott 2006].

En parallèle, le début des années deux mille a été témoin de l'intégration progressive des jeux vidéo dans le secteur de la formation professionnelle [Edery and Mollick 2008; Barth and Géniaux 2010]. Ils s'inscrivent à la fois dans une tradition d'utilisation de simulations, ainsi que de logiciels ludo-éducatifs à destination non plus des étudiants, mais des personnes actives. Ces outils cherchent aussi bien à corriger des comportements qu'à vouloir sensibiliser à leurs effets. Concernant la prise de décision elle-même, la correction de comportements jugés problématiques, voire défaillants, se révèle être par nature plus délicate, et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il faut considérer ce qui est sous-entendu lorsqu'un comportement est qualifié de problématique : qui juge de la qualité de ce comportement, et qui décide quel comportement doit être suivi et quel autre écarté ? La question de la normativité de la prise de décision n'a eu cesse de revenir dans les recherches sur le raisonnement humain et est, bien évidemment, au cœur des questions de formation.

Les études de « débiaisement », au travers des recherches sur les heuristiques de jugement et le raisonnement humain, ont d'une certaine manière cristallisé ces problématiques relatives à la correction des comportements et leur efficacité réelle. Le programme « heuristiques et biais » a en particulier conduit de nombreux chercheurs à focaliser leur attention sur les biais cognitifs, des erreurs de jugement pouvant apparaître lors de l'utilisation d'heuristiques, des raccourcis dans le jugement d'une tâche ou d'un problème [Kahneman 2011]. Il faut repositionner le terme de « raccourcis » dans le contexte de découverte des heuristiques à la fin des années soixante : il s'agit de raccourcis comparativement aux stratégies dites optimales, des stratégies de résolution de problème réalisées suivant un modèle mathématique, définissant le décideur rationnel. Corriger un biais pourrait se révéler contre

productif si cela revient à toucher à une heuristique de jugement, au demeurant très efficace dans la plupart des cas, mais mise en défaut dans un contexte spécifique [Gigerenzer et al. 1999; Kahneman 2003]. Pour autant, les décideurs doivent être conscients de ces erreurs car c'est au travers d'elles que s'observent le mieux leurs mécanismes de jugement. Le biais est le marqueur de l'heuristique, et doit être étudié à ce titre.

Développer chez le décideur une réflexivité sur ses actions devient dés lors primordial pour aider à la compréhension des mécanismes de décision. Cette posture peut être l'une des rares manières efficaces de pousser les décideurs à mieux se focaliser sur leurs erreurs de jugement, au demeurant difficilement corrigibles [Frederick 2005]. Plus généralement par ailleurs, atteindre un état de réflexivité permet à l'apprenant de mieux s'interroger sur ses capacités et ses compétences à juger et décider [Flavell 1979]. Les jeux vidéo offrent cette possibilité d'expérimenter sans autres conséquences que celles pré-supposées par la simulation, de varier les approches, de simuler un comportement pour en observer les effets. Il s'agit d'outils pour l'apprentissage basés sur l'expérience et, de part leurs caractéristiques, utilisés dans cette optique, ils peuvent ouvrir à une certaine réflexivité [Gee 2007]. A ce titre, le jeu vidéo se présente comme un candidat pertinent pour accompagner les apprenants et décideurs dans leur compréhension de leur jugement, et des biais relatifs.

La réalisation de cette recherche a aussi été motivée par un travail débuté dès le Master, analysant le rôle des personnages non joueurs (PNJ) dans un jeu vidéo comme médiateurs de l'apprentissage. Cette étude a abouti à la mise en place d'une méthodologie de conception de personnages non joueurs visant à développer chez le joueur / apprenant une posture plus réflexive pour favoriser l'intégration successive de connaissances utiles à la progression du joueur.

La thèse présentée ici vient donc poursuivre une réflexion engagée en amont. Elle répond aussi à une volonté de mieux mettre en problème cette réflexion au travers d'une démarche scientifique plus conséquente. La mise en place d'expérimentations visant à mesurer le comportement du joueur a ainsi été capitale pour à la fois concrétiser ces questionnements, et surtout les affiner et les mettre en perspective.

Cette thèse présente les résultats d'expérimentations visant à mettre en évidence des mécaniques de jeu [1] utiles pour aider le joueur à développer une posture plus réflexive sur la manière dont il prend une décision. Au travers de ces mécaniques de jeu spécifiques, l'objectif est de permettre au joueur / apprenant de comprendre ses mécanismes de jugement, et plus spécifiquement, de savoir comment ces mécanismes peuvent être biaisés. L'approche développée dans cette recherche consiste ainsi à mettre le joueur en défaut en exploitant ses biais de raisonnement, permettant dans un second temps de l'amener à

1. Selon Sicart [2008], les mécaniques de jeu sont « [...] des méthodes faisant appel à des agents, conçues pour générer des interactions avec le système de jeu. ». Cette définition, orientée vers l'aspect programmation, n'est cependant pas la seule. Elle reste néanmoins la plus accessible et synthétique à ce jour.

mieux cerner ses processus décisionnels.

Notre problématique principale de travail est articulée autour de ces deux points-clés. *Le premier point concerne l'influence du jugement du joueur :* **Est-il possible de biaiser le jugement du joueur ?** Cette question implique l'étude des mécaniques de jeu utiles pour développer cette posture : **Existe t-il des mécaniques de jeu permettant d'influencer l'évaluation du joueur concernant ses chances de succès ?** *Le second point concerne l'émergence d'une posture réflexive chez le joueur :* **Est-il possible de faire émerger chez le joueur une analyse réflexive sur sa prise de décision ?** Comme précédemment, cette question peut se rapporter à l'échelle des mécaniques de jeu : **Existe t-il une mécanique de jeu favorisant la réflexivité chez le joueur ?**

Les problématiques de travail sous-jacentes concernent l'existence et la validité de mécaniques de jeu visant à accompagner le joueur à développer une telle posture. Pour y répondre, nous proposons tout d'abord de (a) nous focaliser sur l'influence de mécaniques de jeu sur le jugement du joueur, et en particulier pour induire une confiance excessive quant à ses chances de réussite. Nous cherchons à mesurer l'influence de l'évaluation de la qualité de l'information et l'évaluation de la difficulté du jeu sur le jugement du joueur. Nous suggérons ensuite (b) d'étudier l'impact d'une mécanique relative au changement de rôle du joueur, permettant au joueur de changer de perspective de jeu et ce au cours de la partie, sur le développement d'une posture plus réflexive sur sa prise de décision.

La première partie de cette thèse est réservée à la revue de littérature concernant aussi bien les études en psychologie sur le raisonnement humain, que les écrits théoriques et pratiques sur le jeu vidéo et ses problématiques de conception. Le chapitre 1 est dédié à une analyse des recherches sur les heuristiques et les biais de jugement, explicitant aussi bien leur intérêt pour la compréhension du raisonnement humain que leurs limites. Ce chapitre se focalise ainsi sur le biais d'excès de confiance comme levier pour expliciter la prise de décision, et notamment celle du joueur. Le chapitre 2 présente l'activité de jeu au travers du prisme de la prise de décision. Le jeu y est présenté comme outil utile pour l'analyse de la prise de décision, via les exemples de jeux pour l'apprentissage ou pour la formation de managers et décideurs. Il est aussi présenté comme outil pertinent pour la sensibilisation aux heuristiques et biais de jugement, avec des exemples de jeux sérieux concernant la correction des biais cognitifs. Le chapitre 3 présente, quant à lui, des méthodes de conception en vue d'aider le *game designer* ou concepteur pédagogique à orienter le jugement du joueur, voire à biaiser son raisonnement. Ces méthodes feront l'objet des expérimentations réalisées dans le cadre de cette recherche.

La deuxième partie, au travers des chapitres 4 et 5, présente respectivement les pro-

blématiques étudiées puis la méthode de recherche mise en place en vue de réaliser les prototypes de jeu et les expérimentations associées.

La troisième partie est quant à elle articulée autour des deux expérimentations réalisées dans le cadre de cette thèse. Chaque expérimentation est accompagnée d'une présentation du jeu développé, des problématiques de conception associées ainsi que des itérations qui en ont découlées, puis du cadre des expérimentations elles-mêmes et de leurs résultats. Les chapitres 6, 7 et 8 sont dédiés au prototype de jeu visant à étudier le poids et la force de l'information sur le jugement du joueur. Les chapitres 9, 10 et 11 sont, quant à eux, consacrés au prototype visant à étudier les variations de la difficulté du jeu sur la confiance du joueur, et en particulier lors des niveaux de difficulté les plus élevés.

Le dernier chapitre de la thèse résume finalement les résultats de nos expérimentations et les discute, puis dessine des axes de recherches à venir au travers de l'évolution de la méthode de travail présentée dans ce document.

Première partie

État de l'art et positionnement

Chapitre 1

Étude de la prise de décision en situation d'incertitude

Sommaire

1.1 Les heuristiques et biais de décision 34
1.1.1 Le raisonnement humain et les heuristiques de jugement 34
1.1.2 L'utilisation des heuristiques de jugement 35
1.1.3 Exemple de mise en évidence de l'heuristique de représentativité 39
1.1.4 Questionnements sur l'étude des heuristiques via les biais cognitifs 41
1.2 L'excès de confiance comme levier pour comprendre la prise de décision . 44
1.2.1 Définition de l'excès de confiance 44
1.2.2 L'excès de confiance face au sentiment d'efficacité personnelle et à l'optimisme 45
1.2.3 L'excès de confiance et les biais de jugement 47
1.2.4 Correction du comportement d'excès de confiance 49
1.3 Influencer la confiance du joueur et la mesurer 51
1.3.1 Excès de confiance chez le joueur 51
1.3.2 Mesurer l'excès de confiance 52
1.3.3 Mesure psychophysique de l'appréciation de la difficulté 55
1.4 Synthèse 57

L'objectif de cette thèse est de présenter des éléments méthodologiques en vue de la conception de jeux sérieux pour aider à l'appréhension des mécanismes relatifs à la prise de décision, et en particulier, pour aider à comprendre comment cette décision peut être biaisée. Notre démarche se focalise sur l'influence de mécaniques de jeu sur le comportement du joueur, en cherchant à le mettre en excès de confiance vis-à-vis de ses chances réelles de succès. L'excès de confiance servant à décrire des biais de raisonnement spécifiques, qui vont souligner l'utilisation d'heuristiques de jugement.

Ce premier chapitre se focalise sur la question de l'étude du jugement humain, et en particulier sur la mesure de biais de raisonnement pouvant conduire à des comportements spécifiques, comme l'excès de confiance. Au travers du programme de recherche « heuristiques et biais », ce chapitre veut montrer la pertinence d'une telle appréciation du jugement humain en situation d'incertitude, son intérêt pour comprendre les mécanismes relatifs à la décision, mais aussi ses limites. Le comportement d'excès de confiance est introduit pour montrer en quoi il peut rendre plus explicite des mécanismes décision-

nels sous-jacents, au travers d'erreurs de raisonnement. L'excès de confiance est discuté en regard du sentiment d'efficacité personnelle ou de l'optimisme, en vue de mieux cerner les méthodes et outils nécessaires à sa mesure. Certains biais, comme l'ancrage et la confirmation, ou encore l'influence de la difficulté, sont étudiés à la fois comme sources du comportement, mais aussi pour leur intérêt dans l'objectif d'orienter le jugement du joueur.

1.1 Les heuristiques et biais de décision

Cette première sous-partie introduit l'approche heuristique du jugement humain comme méthode pour expliquer des comportements relatifs à la prise de décision. Le programme de recherche heuristiques et biais s'inscrit dans une évolution historique de l'appréciation du jugement humain et sera, à ce titre, critiqué en regard d'autres approches.

1.1.1 Le raisonnement humain et les heuristiques de jugement

L'étude du raisonnement humain a connu de nombreuses évolutions, notamment liées à la diversité de ses approches, en philosophie, en psychologie, en informatique, et plus récemment en neurosciences. Cette diversité implique une abondante et très variée collection d'études et d'articles. Baron [2008], dans l'ouvrage de référence *Thinking and Deciding*, a caractérisé trois approches relatives à l'étude de la prise de décision et du raisonnement humain. A partir de ces approches, il décrit des modèles relatifs représentatifs de méthodes et protocoles d'étude employés historiquement :

- *Une approche normative*, dont l'objectif est de définir des critères d'une prise de décision « idéale » pour mieux évaluer les écarts avec la prise de décision « réelle ». Des modèles mathématiques sont le plus souvent utilisés pour générer une réponse optimale, comme dans le cas de jugements probabilistes. Ces standards ont permis notamment d'analyser la prise de décision dans un cadre économique, en se basant sur des modèles comme la théorie de l'utilité espérée, à partir de la théorie des jeux [Neumann and Morgenstern 1944]. Pour autant, les modèles normatifs ne sont pas focalisés sur une approche purement rationnelle du jugement humain. Ils peuvent aussi intégrer la question de l'intuition ; le jugement standard, ou normatif, servant dés lors à mettre en évidence des processus relatifs d'un comportement réalisé sans raisons apparentes [Kahneman and Tversky 1977].

- *Une approche descriptive*, qui cherche à comprendre et décrire les écarts entre la prise de décision observée et les modèles normatifs. C'est dans ce cadre qu'apparaît le programme « heuristiques et biais » qui explique par l'utilisation d'heuristiques de jugement des comportements jugés a priori comme croyances, ne reposant pas sur une analyse optimale de la situation [Kahneman and Tversky 1974] [Hogarth 1998].

De nouveau, et par soucis de comparaison des raisonnements employés, les modèles normatifs se basent sur une approche mathématique pour l'analyse de la décision, largement fondée sur le jugement en situation d'incertitude.

- Finalement, *une approche prescriptive* qui, à partir des observations réalisées à l'aide des modèles descriptifs, cherche à corriger les comportements. Des méthodes et outils sont alors développés et étudiés en vue d'améliorer une prise de décision jugée comme problématique. L'objectif étant, dorénavant, d'aider à tendre la prise de décision vers un modèle normatif. Les Systèmes d'Aide à la Décision [1] peuvent, par exemple, être utilisés dans cet objectif [Arnott 2006].

Il faut noter que ce travail de synthèse réalisé par Baron vient donner aujourd'hui une direction à des recherches qui ne se sont pas nécessairement présentées selon ce cadrage, mais au travers d'approches plus foisonnantes et parfois en réaction à des modèles en place. Historiquement, le programme heuristiques et biais ne s'est pas imposé comme une combinaison de ces trois approches. Il n'est d'ailleurs nommé comme « programme de recherche » qu'a posteriori, selon une terminologie que l'un de ses fondateurs a repris [Kahneman and Frederick 2002].

Le programme heuristiques et biais est pourtant un modèle transversal, dans le sens où il vient alimenter et questionner chaque approche : un modèle normatif lui est nécessaire pour effectuer une comparaison, et peut ensuite s'accompagner de prescriptions en vue de corriger le jugement. Un modèle descriptif basé sur l'utilisation des heuristiques de jugement a considérablement apporté à l'étude du jugement humain, aussi bien dans ses résultats que dans sa méthodologie.

1.1.2 L'utilisation des heuristiques de jugement

La question de la rationalité est au cœur de ces modèles, et il est pourtant toujours difficile d'obtenir une réponse claire sur ce qu'est un décideur rationnel, et par opposition, un décideur irrationnel. Baron, toujours dans *Thinking and Deciding*, revient sur le concept de rationalité :

> « La rationalité concerne nos méthodes de pensées, et non les conclusions de nos raisonnements. Les méthodes rationnelles sont généralement celles qui permettent d'atteindre nos objectifs le mieux possible. Il est juste de dire de

1. Un Système d'Aide à la Décision (SAD), ou *Decision Support System* (DSS), est un outil informatique qui aide les utilisateurs à mieux trier les informations pertinentes au sein du programme. Ces outils, conçus dans les années 60, ont été notamment utilisés pour accompagner les décideurs à corriger leurs biais de jugement [Arnott 2006; Power 2007].

> quelqu'un qu'il est « irrationnel » lorsque nous sommes en désaccord avec ses conclusions - mais ce désaccord reste spécifique. Nous pensons en effet qu'il existe de meilleures méthodes pour atteindre ces conclusions. Lorsque nous traitons quelqu'un d'« irrationnel », nous conseillons cette personne (ou n'importe qui en train d'écouter) sur ce qu'il aurait du penser. [...] La rationalité est, de plus, différente de la précision, et l'irrationalité n'est pas la même chose que l'erreur. Nous pouvons utiliser de bonnes méthodes pour acquérir des conclusions erronées, ou utiliser de mauvaises méthodes et, par chance, obtenir une réponse juste. [Il] n'y a pas une seule « bonne et meilleure » manière de penser. Il peut y avoir plusieurs manières, peu distinctes les unes des autres si l'on considère leur valeur lorsqu'elles permettent d'aider des personnes à atteindre leurs objectifs, mais elles restent meilleures que d'autres manières de penser. » [Baron 2008, pp. 63-64] [2]

Sans nier que la rationalité peut être sujette à d'autres débats, notamment menés en philosophie [Andler et al. 2002], Baron choisit de se focaliser sur l'évolution du concept en psychologie. Selon lui, la rationalité serait donc une question de point de vue, et en particulier de celui qui analyse la prise de décision. Les schémas normatifs qui permettent de dérouler une prise de décision optimale doivent ainsi être remis en question et en perspective suivant le contexte d'étude.

A ce titre, les travaux de Simon & Newell concernant le raisonnement humain ont permis de questionner la relativité du concept de la rationalité. Leur approche considère qu'un humain, en situation d'incertitude, use d'une méthode approximative (*a rule of thumb*) limitant le nombre de processus cognitifs en vue de résoudre un problème donné [Newell et al. 1958].

Les méthodes de jugement appelées heuristiques sont décrites comme simples et plus accessibles, en les comparant à une approche normative de la décision. Ces heuristiques sont à la fois spécifiques à une tâche mais, de part leur malléabilité, elles

2. Traduction personnelle, citation originale : « Rationality concerns the methods of thinking we use, not the conclusions of our thinking. Rational methods are those that are generally best in achieving the thinker's goals. It is true that when we say someone is "irrational", we usually disagree with this person's conclusion - but we disagree in a particular way. We think that better methods ought to have been used in reaching that conclusion. When we call someone "irrational", we are giving advice (to this person or anyone else who listens) about how he ought to have thought. [...] Rationality is, therefore, not the same as accuracy, and irrationality is not the same as error. We can use good methods and reach erroneous conclusions, or we can use poor methods and be lucky, getting a correct answer. There are even cases - such as thinking about one's life goals - where, although there is no reasonable standard of "correctness," we can still speak of rationality and irrationality. Rationality is a matter of degree. It makes sense to say that one way of thinking is "more rational" or "less rational" than another. Also, there may be no single "best" way of thinking. There may be several ways of thinking that are indistinguishable in terms of their value in helping people achieve their goals, but still better than many other ways of thinking. » [Baron 2008, pp. 63-64]

peuvent être plus généralisables. Elles sont appliquées en fonction du contexte du problème à résoudre, du problème lui-même et de l'expérience du décideur [Newell and Simon 1972].

Suivant une telle approche, il n'est plus possible de considérer l'humain comme un être purement rationnel, tout comme il serait délicat de le définir comme irrationnel, suivant les critères de Baron énoncés plus haut. Face à un problème une personne tient compte, inconsciemment ou non, de ses capacités cognitives et de la structure de la situation pour résoudre ledit problème. Ainsi, il fait état d'une rationalité dite limitée (*bounded rationality*), favorisant des méthodes peu coûteuses en effort cognitif. Mais si ces méthodes se révèlent être efficaces, elles ne sont pas pour autant totalement optimales dans des cas bien spécifiques, comme le montreront les recherches sur les heuristiques de jugement.

Les recherches sur le raisonnement humain ont par la suite creusé cette approche, majeure et prolifique, en se focalisant sur l'étude des heuristiques mêmes. Plusieurs modèles ont été élaborés en vue de comprendre l'apparition et le fonctionnement des heuristiques, chaque modèle s'appuyant sur une certaine conception de la prise de décision. Les recherches sur les heuristiques de jugement conservent, cependant, une certaine base commune d'investigation du phénomène, à savoir la réduction de l'effort cognitif nécessaire à une prise de décision optimale.

Par exemple, Kahneman and Frederick [2002] considèrent que, face à un problème complexe, une personne substitue la question posée à une question plus simple, mieux accessible en mémoire, demandant de fournir moins d'effort dans sa résolution. Ce processus est nommé « substitution d'attributs » (*attribute substitution*), ou « substitution de questions » selon les traductions [Kahneman 2012]. Des erreurs de raisonnement, les biais, peuvent apparaître lors de ce processus de substitution.

De même, Gigerenzer and Gaissmaier [2011] pensent les heuristiques comme un ensemble d'outils cognitifs utile pour le décideur qui cherche, là aussi, à limiter les efforts lors de raisonnements en ignorant certaines informations (*« the adaptive toolbox »*). Cette approche se différencie de celle de Kahneman, Tversky & Frederick par l'évacuation de la question des biais. Gigerenzer et al. choisissent de montrer en quoi l'heuristique se trouve être plus efficace qu'une stratégique dite optimale, mais trop complexe à mettre en place pour le décideur.

Finalement, Shah and Oppenheimer [2008] ont proposé un méta-modèle (*effort reduction framework*) visant à démontrer comment et en quoi les heuristiques permettent de réduire l'effort cognitif fournit lors de la prise de décision. Leur modèle se base sur la règle additive pondérée (*weighted additive rule* ou *WADD*), une règle de décision compensatoire décrite par Payne et al. [1993]. Cette règle se base sur l'analyse de la prise de décision d'experts, en spécifiant que les décideurs considèrent toutes les alternatives et attributs de

chaque information disponible. Elle est basée sur cinq points clés :

1. Identifier tous les attributs, tous les éléments pertinents d'une information.
2. Se souvenir et stocker les valeurs des attributs identifiés ; ces valeurs sont soit stockées en mémoire, soit tirées d'une source externe.
3. Évaluer les poids de chacun des attributs ; soit déterminer l'importance de chacun des éléments de l'information.
4. Intégrer toutes les alternatives et leur donner une valeur.
5. Comparer toutes les alternatives ; l'alternative avec la plus grande valeur doit être sélectionnée.

Shah & Oppenheimer considèrent cette règle comme optimale dans le cadre du jugement d'informations. A ce titre, elle demande le plus d'efforts et le plus de précision chez le décideur. Elle devient, comme peut l'être la règle de Bayes pour d'autres études, la règle de décision normative qui ne sera qu'en partie appliquée, ou détournée, par le décideur. Leur méta-modèle suppose ainsi que toutes les heuristiques mises en place par les décideurs utilisent une ou plusieurs méthodes pour réduire l'effort. Cinq principes sont présentés en vue de limiter l'effort dans l'application de la *WADD* :

1. Examiner quelques attributs.
2. Réduire la difficulté associée à la récupération et le stockage des valeurs des attributs.
3. Simplifier les principes de pondération des valeurs.
4. Intégrer moins d'informations relatives aux alternatives.
5. Comparer moins d'alternatives.

Les auteurs précisent que ces méthodes ne sont pas nécessairement adoptées par les décideurs, mais que les heuristiques sont composées de ces principes de réduction de l'effort, les décideurs étant plus ou moins conscients lors de leur application. Les modèles précédents sont analysés en regard du *effort reduction framework*, en se basant sur la description d'heuristiques.

Pour bien comprendre le fonctionnement des heuristiques au travers de quelques exemples, il est intéressant de revenir à l'origine des recherches effectuées sur ce terrain. Kahneman and Tversky [1974] ont été les premiers à dresser une liste descriptive de trois heuristiques utilisées dans le cadre de jugements probabilistes :

- *L'heuristique de disponibilité*, « [...] utilisée lorsqu'il est demandé à des personnes d'évaluer la fréquence d'une catégorie [...] ».

- *L'heuristique de représentativité*, « [...] employée lorsqu'il est demandé à des personnes de juger de la probabilité d'appartenance d'un événement à une catégorie [...] ».
- *L'heuristique d'ancrage et d'ajustement*, « [...] employée dans le cas de prédictions numériques lorsqu'une valeur jugée pertinente est disponible ».

Les heuristiques examinées dans leur article se rapportent spécifiquement à des jugements concernant des calculs de probabilité. Il ne s'agit pas de définir le fonctionnement de l'heuristique sur l'ensemble des processus régissant la prise de décision, mais uniquement sur la phase de jugement. De plus, et c'est l'élément le plus différenciant par rapport aux travaux de Newell & Simon, ces heuristiques de jugement peuvent conduire à des erreurs systématiques.

Ces erreurs sont nommées « biais cognitifs », dans le sens où elles renseignent d'un écart entre une optimalité de la décision, calculée à l'aide d'un modèle normatif, et une intuition générée par le décideur dans l'action.

Cette dissemblance entre les travaux de Newell & Simon et ceux de Kahneman & Tversky relative à la présence des biais tient à leur méthode d'investigation : les participants doivent résoudre un problème en estimant des probabilités. Ce problème serait relativement simple à résoudre si ces participants disposaient des outils et méthodes adéquats, ce qui n'est pas le cas. Forts de ces contraintes liées aux éléments manquants qui leur permettraient de prendre une décision de manière optimale, les participants mettent en place des heuristiques pour résoudre le problème. Le résultat de ces expériences est doublement intéressant : d'une part, ils démontrent que malgré de fortes contraintes les participants ont donné une réponse au problème ; d'autre part, que les erreurs sont de même nature d'un participant à un autre.

1.1.3 Exemple de mise en évidence de l'heuristique de représentativité

A titre d'exemple du protocole d'évaluation des heuristiques, l'expérience du « problème de Tom W. » est présentée ici. Elle vise à montrer comment l'heuristique de représentativité déroge aux règles normatives de prédiction, comme la règle de Bayes, et induit par extension des erreurs liées aux prédictions intuitives, mettant ainsi en évidence le biais de similarité [Kahneman and Tversky 1973; Kahneman 2012].

Un premier groupe de 69 participants reçoit le problème suivant :

« Considérez tous les étudiants diplômés de 1ère année aux États-Unis d'Amérique aujourd'hui. Donnez votre meilleure estimation du pourcentage

de ces étudiants répartis selon les 9 spécialités suivantes : Administration / Informatique / Ingénierie / Éducation et Pédagogie / Droit / Bibliothéconomie / Médecine / Sciences de la vie / Sciences sociales [3] »

Ce premier groupe, nommé *base-rate group*, réalise ainsi la probabilité a priori qu'un groupe d'étudiant appartienne à l'une de ces catégories. Ces résultats vont servir de base pour évaluer le décalage avec les deux groupes suivants.

Le deuxième groupe reçoit tout d'abord un texte présentant la personnalité de Tom W., sans qu'il ne soit précisé qui est l'auteur de ce texte, ni fait aucun commentaire sur sa véracité :

« Tom W. est une personne très intelligente, bien qu'il manque de créativité. Il a besoin d'ordre, de clarté et de systèmes précis et ordonnés pour lesquels chaque détail trouve sa place en adéquation. Son écriture est terne et mécanique, ponctuée par de rares calembours ainsi que par des sursauts d'imagination relevant de la science-fiction. Il met en avant les compétences. Il a peu de sympathie pour son prochain et apprécie peu les interactions sociales. Centré sur lui-même, il possède néanmoins un profond sens moral. »

Les 65 nouveaux participants doivent ensuite répondre à la question suivante :

« A quel point Tom W. est représentatif de l'étudiant type pour chacune de ces 9 spécialisations ? »

Ce groupe, nommé *similarity group*, évalue quant à lui le degrés de similarité entre le profil de Tom W. et l'une des catégories.

Le troisième et dernier groupe récupère la présentation de la personnalité de Tom W., accompagnée de l'information selon laquelle cette présentation de personnalité a été écrite par un psychologue sur les bases d'un test projectif [4]. Il leur est aussi précisé que Tom W. est depuis un étudiant diplômé dans l'une de ces spécialités. Le troisième groupe, nommé *prediction group*, est composé de 114 étudiants en psychologie. De nouveau, les participants doivent classer les 9 spécialisations selon laquelle il est plus probable que Tom W. appartienne.

3. Traduction personnelle, les spécialités originales sont : *Business Administration / Computer Science / Engineering / Humanities and Education / Law / Library Science / Medicine / Physical et Life Science / Social Science and Social Work.*

4. Un test projectif est un outil utilisé en psychologie pour dresser le profil d'une personne à partir de ses réponses spontanées à des questions directes, ou encore de ses stimuli visuels et auditifs.

La règle de Bayes, comme la théorie de l'utilité espérée pour d'autres expériences, sert ici à obtenir le résultat normatif d'un jugement probabiliste :

$$p(\text{Tom est étudiant dans la spécialité X} \bigcap \text{Nombre d'étudiants de la spécialité X}) =$$
$$p(\text{Tom est étudiant dans la spécialité X/Nombre d'étudiants de la spécialité X}) *$$
$$p(\text{Nombre d'étudiants de la spécialité X})$$

Le premier groupe est utilisé pour montrer, par comparaison avec les deux autres, que l'estimation de la probabilité a priori est négligée lorsque les sujets privilégieraient l'utilisation d'informations concrètes appuyant des éléments de représentativité, voire des stéréotypes, comme cela peut être le cas avec le deuxième groupe. Les résultats sont encore plus tranchés avec le troisième groupe, où 95% des étudiants ont répondu qu'il est plus vraisemblable que Tom W. soit un étudiant en informatique qu'en éducation et pédagogie, bien qu'ils savaient qu'il y a plus d'étudiants dans cette dernière spécialisation [Kahneman and Tversky 1973]. L'expérience décrite montre que le jugement probabiliste d'un individu considéré comme rationnel est transgressé au profit d'une heuristique de raisonnement, et dans ce cas précis, par l'utilisation d'une heuristique de représentativité.

Cette expérience est intéressante car elle est exemplaire du dispositif utilisé par les études du programme heuristiques et biais. En analysant les erreurs, les chercheurs sont remontés à leurs sources, supposant l'utilisation d'heuristiques de raisonnement. L'erreur n'est ni intentionnelle, ni répréhensible en tant que telle (car elle est la conséquence d'une stratégie inconsciente de raisonnement), et surtout généralisable à l'ensemble des participants. Cette expérience sera rejointe par une autre, bien plus célèbre, servant à mettre en évidence l'erreur de conjonction, « le problème de Linda » [Kahneman and Tversky 1982].

Le problème de Tom W. est aussi pertinent parce qu'il met en évidence un processus de substitution de questions qui expliquerait, comme il a été vu en section 1.1.2, l'origine des heuristiques de jugement. Il permet finalement, dans le cadre de cette recherche, de mieux visualiser l'influence du type d'information, et de l'importance de sa source, sur le jugement du décideur. Ces résultats seront appuyés par la suite des travaux de Griffin and Tversky [1992] concernant l'influence de l'information biaisée sur la confiance du décideur, à savoir que les individus privilégient la force d'une information à sa crédibilité (voir détail en section 1.2.3).

1.1.4 Questionnements sur l'étude des heuristiques via les biais cognitifs

La méthodologie utilisée par le programme heuristiques et biais, donnée en exemple en amont, a permis de mettre en évidence de nombreux biais, sans pour autant permettre de définir précisément l'ensemble des étapes constituant une heuristique. Certaines recherches se sont concentrées sur la correction des biais, dans l'objectif d'améliorer la prise de décision humaine, ainsi jugée comme défaillante. Aux travers d'expériences dites de

« débiaisement » (*debiasing*), ces études ont soulevé des interrogations tout autant pragmatiques, qu'éthiques.

De plus, les études sur le débiaisement ont en définitive fait glisser les objectifs de programme heuristique et biais, à savoir de l'étude du raisonnement humain à sa correction, malgré toutes les limites que cela suppose. Le programme heuristiques et biais a eu un impact considérable sur la perception du raisonnement humain ; il a notamment démontré que le raisonnement humain n'était pas uniquement rationnel, et que ce qui était considéré comme des comportements étranges voire bizarres n'était pas dénué d'une certaine cohérence. Ces comportements sont expliqués dans le cadre de situations fortement contraintes, comme de nombreux décideurs peuvent en rencontrer quotidiennement.

Avant de spécifier les méthodes de mesure des biais, et au delà de certains comportements jugés comme critiques, il convient de faire un point sur la méthodologie employée dans les expérimentations visant à mettre en évidence les heuristiques et biais de jugement. Les participants de ces expériences font l'objet de fortes contraintes pour limiter leurs possibilités de résoudre les problèmes de manière optimale. Ils n'ont pas accès aux outils, disposent de peu de méthodes, sont dans le contexte d'expérimentations en laboratoire, et n'ont pour la plupart pas un niveau de connaissance élevé en mathématiques, sauf exceptions notables sans que cela ne modifie les résultats comme dans le cas du problème de Linda [Kahneman and Tversky 1982]. Ces problèmes faisant appel, dans leur grande majorité, au jugement probabiliste, une méthode ou des outils pour faciliter une plus grande réflexivité des décideurs quant à leur jugement leur permettraient assurément d'arriver aux bons résultats, comme dans le cas des expériences de débiaisement, décrites dans la section 1.2.4 concernant la correction du comportement d'excès de confiance.

Il faut cependant noter que cette démarche est assumée et qu'elle sert la démonstration, à savoir, comparer le jugement du participant face à des critères d'optimalité dont il est possible de questionner la pertinence dans un cadre réel et non contrôlé. Les travaux de Kahneman & Tversky n'ont pas pour but de stigmatiser des erreurs de jugement, mais de mettre en évidence le décalage entre des critères de normativité et la prise de décision réelle. Ce positionnement a soulevé des prises de position fortes, en vue de critiquer l'approche par les biais.

La prise de décision naturaliste, par exemple, vient préciser la manière dont les humains prennent des décisions dans un contexte réel. Elle s'intéresse plus aux processus qu'à la finalité même, par une analyse sur le terrain du travail des experts [Klein and Klinger 1991]. De cette approche, différents modèles ont été proposé, dont le *Recognition Primed Decision making* [Klein et al. 1993]. L'approche dite « naturaliste » ne suppose donc pas l'existence d'une méthode de résolution normative, car le décideur est observé en action, en sachant qu'il ne pourra jamais appliquer parfaitement une méthode normative.

Le reproche fait au programme heuristiques et biais par l'approche naturaliste est du

même ordre que celui émis par Gigerenzer [1991, 1996] à Kahneman and Tversky [1996] : la notion de normativité est cruciale dans leurs expériences mais critique. Or Gigerenzer, comme Klein, a montré qu'en situation d'incertitude les humains peuvent prendre des décisions de manière efficace. Kahneman & Tversky n'ont jamais nié ce point, ils ont voulu montrer l'écart par rapport au modèle normatif, le biais servant de marqueur. La scission entre les différentes approches ne porte finalement pas tant sur l'existence et la pertinence des heuristiques, mais sur la méthodologie employée, et donc l'existence réelle du biais.

En considérant l'heuristique comme une stratégie efficace car peu coûteuse en effort cognitif, tout en permettant d'obtenir un résultat, vouloir corriger le biais reviendrait à modifier l'heuristique sans réellement en connaître l'impact. Or, ce que les travaux de Kahneman & Tversky n'ont cessé de démontrer est que ces heuristiques sont efficaces dans la plupart des situations [Kahneman and Tversky 1996]. Ils ont cependant cherché des cas où ils pouvaient les mettre en défaut, pour les rendre visibles. Dès lors, débiaiser tendrait à minimiser des stratégies de résolution qui restent efficaces dans une certaine mesure [Klein 2009].

L'heuristique de jugement est donc identifiée par l'écart qu'elle produit dans la réponse du décideur par rapport à un modèle de calcul optimal et normatif. L'écart renseigne, non pas sur la valeur du jugement, mais sur la présence d'une heuristique. Corriger le biais implique de questionner le modèle qui a permis d'établir la mesure, et comme tout modèle il est sujet à critiques. Dans le cas du programme heuristiques et biais, l'importance donné au raisonnement bayésien comme norme pour la prise de décision est le point le plus contesté [Vranas 2000; Andler 2004].

Dans le cadre de notre recherche, nous nous focalisons sur les études découlant du programme heuristiques et biais, car ce programme a été, et reste, particulière prolifique sur la définition et la description des biais de raisonnement, et par extension, des heuristiques de jugement. Il apporte ainsi un éclairage pertinent sur certains comportements critiques pour les décideurs, comme nous le verrons dans le cas de l'excès de confiance en section 1.2. La méthodologie employée, bien que critiquée, reste pertinente dans le cas de l'analyse de la prise de décision dans des jeux vidéo. Un problème dans un jeu est conçu selon des critères d'optimalité, qui sont souvent mis à mal par les joueurs. Il est ainsi intéressant d'étudier l'écart entre le modèle de prise de décision élaboré par le concepteur et celui appliqué par le joueur. C'est à ce titre que nous nous focalisons sur un comportement spécifique en vue de mieux mettre en évidence les processus de raisonnement utilisés par les joueurs.

1.2 L'excès de confiance comme levier pour comprendre la prise de décision

Le programme heuristiques et biais a apporté un éclairage particulier sur de nombreux comportements jugés comme critiques pour la prise de décision. Il a notamment permis de mieux comprendre l'excès de confiance, en présentant ses sources en vue de proposer des méthodes pour en limiter les effets. La section suivante vise à présenter ce comportement en regard aux biais de jugement, permettant de le replacer dans le cadre méthodologique présenté en amont.

1.2.1 Définition de l'excès de confiance

Parmi les comportements les plus étudiés par le programme heuristiques et biais, l'excès de confiance tient une place toute particulière. Ce comportement est intéressant car il est aisément observable, perturbe l'ensemble de la chaîne de prise de décision, mais reste pour autant difficile à circonscrire et encore plus à corriger. Il peut avoir des conséquences désastreuses lorsque les décideurs y sont sensibles, comme cela peut être le cas dans le domaine de la finance [Bessière 2007]. L'excès de confiance touche notre perception du monde, altérant nos certitudes sur l'environnement et notre jugement des actions et croyances d'autrui. Il s'adresse en définitive aussi bien à nos métaconnaissances relatives à nos connaissances, qu'à celles relatives à notre manière d'utiliser nos connaissances [Russo and Schoemaker 1992].

> « La confiance subjective en un jugement n'est pas une évaluation raisonnée de la probabilité que ce jugement soit correct. La confiance est un sentiment, qui reflète la cohérence de l'information et l'aisance cognitive du traitement de cette dernière. Il est sage de prendre au sérieux les aveux d'incertitude, mais les déclarations de grande confiance ne vous disent qu'une chose, c'est qu'un individu s'est fabriqué une histoire cohérente, pas forcément que cette histoire est vraie. » [Kahneman 2012, p. 257]

Le comportement d'excès de confiance est généralement défini par rapport à un individu et sa confiance en ses propres compétences et connaissances [Bessière 2007], voire dans le rapport d'un individu à d'autres, concernant l'évaluation de leurs compétences et connaissances [Johnson and Fowler 2011]. Mais l'excès de confiance n'est pas uniquement déterminé par la force du jugement intuitif, et s'explique aussi par d'autres facteurs permettant de juger du poids de cette impression. Dans ce dernier cas, les heuristiques de représentativité mais aussi d'ancrage et d'ajustement viennent définir et expliciter le comportement d'excès de confiance, mais aussi de manque de confiance [Griffin and Tversky 1992; Russo and Schoemaker 1992].

En synthèse aux considérables recherches sur l'excès de confiance, et à la richesse de leurs analyses, Moore and Healy [2008] ont choisi d'examiner ce comportement en reprenant les études empiriques déjà réalisées. Selon les auteurs, l'excès de confiance est étudié selon trois formes :

- la **surestimation** (*overestimation*) des habilités d'une personne ;
- la **sur-disposition** (*overplacement*), s'expliquant par le fait qu'une personne ou un groupe de personnes se considère meilleur qu'un ou une autre ;
- et la **sur-précision** (*overprecision*), décrivant la certitude excessive quant à la précision des croyances et/ou informations de quelqu'un.

Ce travail a ainsi permis de distinguer plusieurs composantes de l'excès de confiance, et aussi et surtout de mettre en évidence leurs interactions.

1.2.2 L'excès de confiance face au sentiment d'efficacité personnelle et à l'optimisme

Pour mieux dissocier les différentes formes de l'excès de confiance, il est intéressant de comparer ce comportement à d'autres approches relatives à la motivation, comme le sentiment d'efficacité personnelle ou encore l'optimisme en psychologie sociale.

Le sentiment d'efficacité personnelle se rapporte aux croyances personnelles d'un individu qui vont le conduire à évaluer sa capacité à générer une action. Bandura [1977, 2006], qui est à l'origine de cette théorie sociocognitive, distingue dans l'efficacité personnelle deux dimensions :

- Quand une personne réalise une estimation de la finalité de l'action.
- Quand une personne a la conviction que l'action va être un succès, en regard des capacités utiles pour tendre vers ladite finalité de l'action.

Bandura différencie le sentiment d'efficacité personnelle de l'excès de confiance sur la seconde dimension, relative aux conviction du décideur et à sa motivation, et non uniquement comme un jugement probabiliste relatif au dénouement d'une situation. Il définit ainsi différentes sources d'influence du sentiment d'efficacité personnelle articulées autour de l'incidence des convictions d'un décideur [Bandura 1977] :

- *L'accomplissement de la personne en termes de performances*, comme la répétition de succès ou d'échecs relatifs à une tâche, lui permettant de modéliser une certaine image de lui-même concernant sa capacité à résoudre un problème donné.

- *L'expérience par procuration*, où la personne est spectatrice d'actions et d'activités qui vont nourrir son jugement.
- *La persuasion verbale* peut aussi modifier les convictions d'une personne quant à son sentiment de réussite, au travers d'encouragement, d'avertissement, ou indirectement avec des conseils ou toute parole pouvant déclencher une certaine réflexivité chez la personne.
- Finalement, *l'état émotionnel* de la personne va modifier son sentiment d'efficacité personnelle, que cet état soit subit, comme l'anxiété, ou recherché au travers de la relaxation par exemple.

Ainsi, la différence entre le sentiment d'efficacité personnelle et l'excès de confiance se joue sur la question de la motivation de l'individu. Le sentiment d'efficacité personnel serait nécessaire au décideur pour se lancer dans la complétion d'une tâche, ou la résolution d'un problème ; l'excès de confiance en serait la résultante lorsque les résultats de la prise de décision sont mesurés suivant des critères d'optimalité. A ce titre, il est intéressant de constater que les sources d'influence du sentiment d'auto-efficacité sont utilisées pour limiter le comportement d'excès de confiance, comme nous le verrons dans la section 1.2.4. Par ailleurs ces comportements peuvent s'influencer l'un l'autre. Par exemple, Stone [1994] a montré qu'il peut exister un excès de confiance dans une évaluation d'auto-efficacité initiale, c'est-à-dire avant la confrontation avec le problème, affectant en suivant la prise de décision.

L'excès de confiance peut aussi être approché sous l'angle de l'optimisme, ce dernier comportement ayant pour caractéristique d'entraîner une surévaluation des capacités du décideur face à une situation donnée. Il est d'ailleurs intéressant de constater que, dans la littérature, l'excès de confiance est toujours perçu comme un comportement négatif, qu'il faut corriger, alors que l'optimisme serait nécessaire au décideur pour prendre des décisions risquées. Trevelyan [2008] sépare les deux comportements selon leurs caractéristiques sociales : la confiance excessive concerne une tâche spécifique, mesurable et circonscrite dans le temps, qui décrit un ensemble de processus cognitifs touchant la prise de décision ; l'optimisme est plus indirect, il s'agit d'un trait, une marque propre à chacun, touchant l'humeur et le comportement. La frontière entre les deux reste pourtant mince, variant selon la méthode de mesure réalisée.

Il est ainsi délicat de donner une définition stricte du comportement d'excès de confiance. Dans le cadre de cette recherche, nous nous focalisons sur l'approche descriptive réalisée par le programme heuristiques et biais, au travers des définitions données par [Kahneman 2012; Moore and Healy 2008] en section 1.2.1. Il s'agit de

l'approche la plus prolifique et aussi la plus précise dans sa caractérisation du comportement et son explication. Cela n'exclue pas les limites théoriques dues à la variété des définitions quant au comportement, mais cela permet, à terme, d'affiner les mesures de l'excès de confiance chez un joueur.

1.2.3 L'excès de confiance et les biais de jugement

Comme précisé en amont, l'excès de confiance peut être explicité par l'utilisation d'heuristiques par le décideur, et par l'apparition de biais relatif à l'évaluation qu'il fait concernant la qualité de l'information et de sa valeur par rapport à d'autres informations [Kahneman and Tversky 1977]. De nombreuses études ont affiné l'analyse des facteurs entraînant le comportement d'excès de confiance [Koriat et al. 1980], pointant ainsi plusieurs biais. Ils sont catégorisés ici selon la définition de Kahneman et les composantes de l'excès de confiance de Moore & Healy (voir section 1.2.1) ; à savoir, les biais touchant l'évaluation des informations en vue de résoudre un problème donné, et ceux touchant l'évaluation des capacités du décideur à résoudre le problème :

1. *Surestimation :*

   Le biais d'ancrage et d'ajustement (*anchoring bias*) explique un comportement où les décideurs évaluent une information à partir d'une donnée (dite « ancre ») sans arriver à faire les ajustements nécessaires depuis cette position initiale. Ce biais peut induire de l'excès de confiance dans l'évaluation d'un item ou d'une hypothèse lorsqu'elle se fait par rapport à une ancre [Kahneman and Tversky 1977; Russo and Schoemaker 1992].

   La force et la crédibilité de l'information signifiant que l'excès de confiance peut apparaître lorsque la force d'une information est élevée alors que sa crédibilité est faible. Il en est de même suivant la quantité d'informations à disposition pour l'évaluation, où la taille de l'échantillon est négligée par rapport à sa représentativité. Les recherches de Tversky & Griffin recoupent d'autres facteurs, comme la difficulté de la tâche, la négligence de la taille de l'échantillon (*base rate*), ou encore l'ambiguïté de l'évidence [Kahneman and Tversky 1977; Griffin and Tversky 1992].

   L'effet difficile/facile (*hard/easy effect*) décrit que, face à des niveaux de difficulté faibles ou très élevés, les décideurs échouent à estimer la difficulté réelle de la tâche [Pulford and Colman 1997]. Pour des niveaux de difficulté faibles, ils sous-estiment leurs chances de succès, alors que pour des niveaux de difficulté élevés, ils sur-estiment leurs chances [Lichtenstein and Fischhoff 1977; Griffin and Tversky 1992]. Appliqué au comportement de joueurs, l'excès de confiance

des débutants s'expliquerait par leur incapacité à bien prévoir le résultat de la manche.

L'illusion de la main chaud (*hot hand bias*) [Gilovich et al. 1985; Klayman and Soll 1999] ou encore **le biais du parieur** (*gambler's fallacy*) [Kahneman and Tversky 1972; Croson and Sundali 2005] sont deux biais touchant la capacité du décideur, et en particulier des joueurs, à analyser une séquence aléatoire comme telle. Les décideurs ont tendance à croire qu'un processus strictement aléatoire est représenté globalement sur l'ensemble d'une séquence mais aussi localement, dans chacune de ses parties. Par exemple, pour le tirage d'une pièce, ils s'attendent à trouver autant de tirage de pile que de face. Cette conception du hasard a aussi été décrite comme « une croyance en la loi des petits nombres » selon laquelle la loi des grands nombres s'appliquerait à de petits échantillons [Tversky and Kahneman 1971].

La négligence de la taille de l'échantillon et de la probabilité a priori supposant qu'il y a excès de confiance lorsque la probabilité a priori est faible et qu'il existe un manque de confiance lorsque celui-ci est haut. Les expériences ont été menées sur des problèmes de probabilité, à partir de l'hypothèse qu'il y a excès de confiance lorsque la force d'une information est élevée alors que sa crédibilité est faible [Griffin and Tversky 1992].

La connaissance et l'expertise du décideur où la quantité de connaissances améliore la qualité de la calibration jusqu'à un seuil critique. Si un décideur sans connaissances est a priori trop confiant en sa décision (voir l'impact de l'appréciation de la difficulté), un décideur disposant des connaissances suffisantes va se montrer moins confiant qu'attendu. L'explication proposée est que les décideurs ont une mauvaise estimation de l'étendue de leurs connaissances et de leur évaluation, ciblant ainsi la notion d'expertise [Lichtenstein and Fischhoff 1977].

2. *Sur-disposition :*

Le genre où par pression sociale, les femmes auraient tendance à être moins en excès de confiance que les hommes [Griffin and Tversky 1992].

L'état de dépression du décideur à un impact sur la confiance qu'il a en sa prise de décision. Il développe peu d'excès de confiance, mais peut être amené à développer un certain manque de confiance [Koriat et al. 1980; Arkes et al. 1987; Russo and Schoemaker 1992].

L'évaluation de soi face aux autres , où les décideurs développent un excès de confiance lorsqu'ils évaluent le comportement des autres, différemment du leur qui est l'objet d'un jugement plus mesuré [Griffin and Tversky 1992].

3. *Sur-précision :*

Le biais de confirmation (*confirmation bias*) explique un comportement où les décideurs sélectionnent plus souvent l'information qui vient confirmer leur choix que celle qui le contredit. Ce biais peut induire de l'excès de confiance quant aux choix d'un décideur qui aurait pourtant une preuve contradictoire à disposition [Koriat et al. 1980; Russo and Schoemaker 1992].

L'illusion de contrôle touche la croyance du décideur à déterminer la finalité d'un évènement suivant sa capacité à pouvoir en contrôler le déroulement. Ce comportement a notamment été mis en évidence dans le cas de jeux d'argent [Langer 1975; Goodie 2005] et conduit à questionner la manière dont ces jeux sont conçus en vue de provoquer une telle croyance [Griffiths 1994].

Le biais rétrospectif (*hindsight bias*) poussant le décideur à négliger certaines informations et à donner des conclusions prématurées, peut avoir un impact sur sa confiance. Il juge a posteriori qu'un événement était plus probable, alors qu'il ne pensait pas a priori [Arkes et al. 1988; Russo and Schoemaker 1992].

L'illusion de validité où l'excès de confiance développé par les décideurs en leur jugement ne repose pas sur une prédiction fiable du comportement de l'individu évalué. Cette manifestation, l'illusion de validité, serait lié aux heuristiques de disponibilité [Griffin and Tversky 1992].

Par la connaissance de ces biais, les chercheurs ont pu développer des dispositifs visant tout d'abord à mieux comprendre l'excès de confiance, puis ensuite à en limiter les effets, notamment par l'utilisation d'outils numériques comme les Systèmes d'Aide à la Décision [Arnott 2006; Fendley 2009]. L'utilisation d'outils numériques en vue de corriger les erreurs de raisonnement est présenté en section 2.2.3.

1.2.4 Correction du comportement d'excès de confiance

Une première orientation de correction du jugement consiste à mettre en place des procédures, à savoir une liste de processus à mettre en place par le décideur pour réduire les effets du biais. Ces procédures sont présentées comme des stratégies de débiaisement [Arkes et al. 1987], ou comme des stratégies de remédiation [Russo and Schoemaker 1992], soit des procédures visant à développer la réflexivité de l'individu :

- *Recourir à des feedback* : des retours répétés dans le temps sur les actions des décideurs leur permettant de mieux équilibrer leur jugement et d'être moins sensibles à l'excès de confiance.
- *Favoriser la contre-argumentation* (seul ou en groupe) : penser aux raisons qui pourraient mettre en doute le jugement initial des décideurs, en proposant un contre argumentaire et en y répondant le plus fidèlement possible.
- *Créer un arbre de défaillances* : pour se projeter dans les événements à venir et leurs conséquences, en prévoyant les problèmes qui peuvent intervenir.

- *Mettre en place des scénarios types* : différemment de l'arbre de défaillances qui se focalise sur des causes individuelles, sans chercher à y projeter des problèmes.
- *Laisser le décideur* mettre en place sa propre stratégie pour limiter l'excès de confiance.

Ces stratégies doivent permettre au décideur de mettre en perspective sa prise de décision, à l'aide d'outils (comme des arbres de défaillance, ou des scénarios types) ou par les interactions avec d'autres individus (avec des séries de contre-argumentation, ou des feedback). Elles visent à développer chez le décideur une analyse et une évaluation de son comportement.

Une seconde possibilité, focalisée sur le jugement probabiliste, cherche à mettre en place des stratégies visant à calibrer la probabilité subjective qu'un individu a d'un événement et sa probabilité réelle. Elles mesurent la précision du jugement probabiliste d'une personne et à terme, elles permettent d'observer la confiance qu'un individu a en sa prise de décision.

Comme pour les mesures générales de la confiance (détaillées par la suite en section 1.3.2), les expériences de calibration proposent aux sujets de classer différentes propositions sur une échelle représentant leur degré de confiance, exprimé sous la forme d'un pourcentage. Suivant les réponses du sujet, il est possible de savoir s'il est en posture d'excès ou de manque de confiance par rapport à sa décision. L'expérience répétée lui permet de mieux calibrer son jugement, et sert d'entraînement sur le long terme [Lichtenstein et al. 1982]. Un exemple d'expérience de calibration est détaillé en section 2.2.3.2, le jeu *Credence Game* [Critch and Alethia 2012].

Ces deux méthodes, stratégies de remédiation et calibration du jugement, ne sont pas antagoniques bien que leurs approches respectives soient peu comparables. La première applique finalement des stratégies métacognitives, même si elles ne sont pas présentées comme telles. La plupart des méthodes visant à débiaiser un sujet supposent de mettre en place des stratégies métacognitives, découpées en tâches précises que le décideur doit mettre en place à différentes étapes de sa prise de décision [Larrick et al. 2004].

Si les résultats de ces expériences sur le long terme semblent peu probants en termes de correction du biais, sur le court terme les sujets développent une meilleur compréhension et appréhension des biais ciblés par l'expérience [Fischhoff 1982]. Ce point semble crucial dans une formation sur la prise de décision, qui ne doit pas être uniquement le lieu d'une évaluation des compétences des décideurs, mais d'une meilleure sensibilisation sur la manière dont ils analysent une situation sous contraintes et restituent ce jugement sous la forme d'une décision.

L'excès de confiance apparaît ainsi comme un comportement pertinent pour aider les décideurs à mieux comprendre leurs mécanismes décisionnels. Il s'agit d'un com-

portement critique pour la prise de décision, mais dont il semble difficile de s'extraire à long terme. Il est néanmoins explicité par l'utilisation d'heuristiques de jugement, et peut donc servir de levier pour faciliter l'émergence d'une posture plus réflexive chez un individu ; le ou les biais relatifs au comportement permettant de mieux souligner les processus de raisonnement utilisés face à un problème donné. Dans le cadre d'un jeu vidéo, pour mettre en place une telle approche, il convient tout d'abord de savoir si le joueur peut être en excès de confiance dans un jeu, et comment orienter son jugement.

1.3 Influencer la confiance du joueur et la mesurer

Cette troisième sous-partie vise à présenter et mettre en perspective les méthodes utilisées pour mesurer le comportement d'excès de confiance pour, à terme, expliquer son apparition chez un joueur.

1.3.1 Excès de confiance chez le joueur

Comme présenté en section 1.2, l'excès de confiance est un comportement qu'il est possible d'expliquer par l'utilisation d'heuristiques de jugement. Très étudié dans le domaine de la finance, ce comportement s'appuie sur une évaluation irréaliste de nos propres connaissances et compétences, menant à une sur-estimation de notre habilité à prendre une bonne décision, ou encore une sur-estimation de celle des autres [Russo and Schoemaker 1992; Griffin and Tversky 1992; Bessière 2007; Moore and Healy 2008; Johnson and Fowler 2011]. Pour ces raisons, l'excès de confiance semble être un comportement particulièrement utile pour étudier la prise de décision des joueurs, puisque le jeu est d'abord conçu avec comme priorité de garder le joueur motivé. La théorie du sentiment d'efficacité personnelle, en tant que théorie de la motivation, est elle-même intrinsèquement liée à une forte impression de confiance dans les chances de succès d'une tâche [Bandura 1977]. Les jeux vidéo intégrant une courbe de difficulté correctement adaptée aux compétences du joueur peuvent manipuler la perception de ce dernier quant à ses chances de succès, dans le but de les garder motivés [Allart et al. 2017].

L'excès de confiance a aussi été étudié dans de nombreux jeux. Dans le cas du Bridge, les joueurs débutants ont tendance à surestimer leurs performances et donc, à terme, à mal juger le déroulement de la partie [Keren 1987]. Le même effet a été observé dans d'autres jeux, toujours concernant des joueurs novices présentant une capacité de prédiction moindre, voire biaisée, lors de l'évaluation de leurs chances de succès, que ce soit dans les tournois de Poker [Linnet et al. 2010], ou d'échecs [Park and Santos-Pinto 2010], ou encore pour les jeux d'argent et de hasard [Sundali and Croson 2006; Parke and Griffiths 2006].

En résumé : l'excès de confiance apparaît lorsque le joueur a un savoir limité du jeu et

de son déroulé. Cela peut s'appliquer à plusieurs types de jeux, que ce soit un jeu de hasard pur comme les machines à sous, ou un jeu focalisé sur les capacités du joueur comme les échecs.

En dehors de l'excès de confiance, il existe de nombreuses situations et d'autres biais cognitifs qui peuvent influencer le jugement du joueur quant à l'évaluation de ses chances de succès, que ce soit par une surestimation ou une sous-estimation de ces dernières. Il faut noter parmi les plus étudiées le niveau d'expertise [Lichtenstein and Fischhoff 1977; Klayman and Soll 1999], le biais du parieur (*gambler's fallacy*) [Kahneman and Tversky 1972; Croson and Sundali 2005], l'illusion de la main chaude (*hot hand bias*) [Gilovich et al. 1985; Klayman and Soll 1999], l'illusion de contrôle [Langer 1975; Goodie 2005], ou encore l'effet difficile/facile [Griffin and Tversky 1992; Pulford and Colman 1997]. Ces biais sont détaillés en section 1.2.3.

Alors que tout ces aspects mériteraient d'être évalués un-à-un dans le cadre d'une étude plus générale du comportement du joueur d'un jeu vidéo, pour cette recherche nous choisissons de nous focaliser sur l'influence de deux facteurs :

- Influence de l'*information biaisée* sur le comportement du joueur, au travers des biais d'ancrage et de confirmation.
- Influence de la *difficulté* sur le comportement du joueur, au travers du biais de l'effet difficile/facile.

Avant de questionner en quoi le jeu, et le jeu vidéo en particulier, peut aider à analyser et induire un comportement d'excès de confiance chez le joueur, il est important de savoir comment faire apparaître les biais sous-jacents, et par prolongement, comment mesurer la confiance du joueur.

1.3.2 Mesurer l'excès de confiance

Dans les différentes études, la mesure de la confiance excessive repose sur un même protocole : les participants doivent répondre à une série de questions de culture générale puis, pour chacune, renseigner selon un pourcentage sur une échelle limitée leur confiance relative à leurs chances de succès [Fischhoff et al. 1977]. Ce n'est qu'après qu'ils peuvent découvrir le résultat de leurs choix. L'échelle de mesure de la confiance est associée au type de tâche et aux choix disponibles [Olsson 2014] : une tâche réduite à deux choix possible implique une échelle de 50% à 100%, puisqu'il y a 50% de chance de trouver la bonne réponse, pour quatre choix possibles, l'échelle débute à 25%, et ainsi de suite.

Souvent, les participants ne peuvent pas compléter précisément l'échelle, et doivent renseigner leur confiance uniquement tous les 10% ou 20%. Il s'agit de simplifier la mesure,

aussi bien pour le participant que pour le chercheur, sans que cela ne semble nuire à la précision de l'auto-évaluation. A titre d'exemple, la figure 1.1 présente un test de culture générale basée sur la compréhension de la langue anglaise. Il a été réalisé par Stankov and Lee [2008], dans le but de mesurer la confiance des apprenants. L'exercice était disponible en ligne, non minuté dans le cas de l'expérimentation pilote, et inspiré du TOEFL (pour *Test of English as a Foreign Language*).

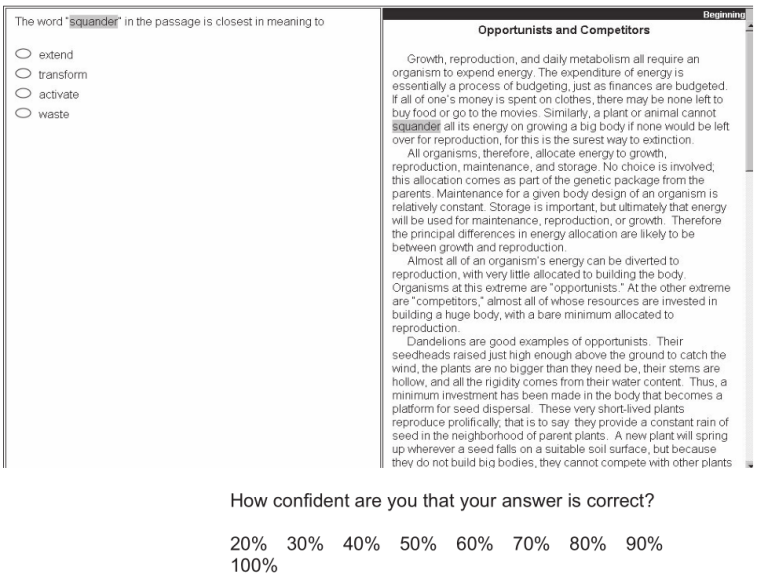


FIGURE 1.1 – Exemple d'une tâche de mesure de la confiance des participants, basé sur le TOEFL.

Dans un autre cadre, il est intéressant de noter que le sentiment d'efficacité personnelle est aussi mesuré à l'aide d'une échelle de pourcentage, comme la confiance [Bandura 2006]. Il est plus rare de les voir étudiés à l'aide d'une échelle de Likert, découpée en 5 voire 7 points. Par exemple, Mishra and Metilda [2015] mesurent la confiance via une échelle de Likert en vue de mieux isoler un biais relatif à l'excès de confiance, l'illusion de supériorité (*the better than average effect*). Ce biais est, par ailleurs, aussi relié au comportement d'efficacité personnelle.

Le choix de renseigner un pourcentage plutôt que de choisir une valeur numérique stricte pour mesurer la confiance semble, tout d'abord, historique. Les premières études ont utilisé l'échelle de confiance, exprimée en pourcentage, et les suivantes se sont basées sur le même protocole. De plus, il est possible de faire l'hypothèse que le type d'échelle utilisé modifie la perception que le participant a de la confiance qu'il doit renseigner. Une échelle de Likert pourrait sembler plus abstraite qu'un pourcentage, surtout lorsque la question posée fait directement référence à un problème de probabilité.

Cela étant précisé, si la mesure reste assez semblable d'une étude à une autre, du côté du participant à l'expérience, la question présentée peut varier. Goodie [2005], dans le

cas de mesure de la confiance chez des joueurs pathologiques, ont référencé trois types de questions utilisées (voir la figure 1.2) :

- Des questions se rapportant à *un choix*, sans qu'il ne soit fait référence de la confiance ; le participant choisit simplement l'une des deux réponses.
- Des questions faisant directement référence à *la confiance du participant*, où il doit renseigner sa confiance selon divers pourcentages.
- Et des questions relatives à *une mise*, la confiance étant écartée.

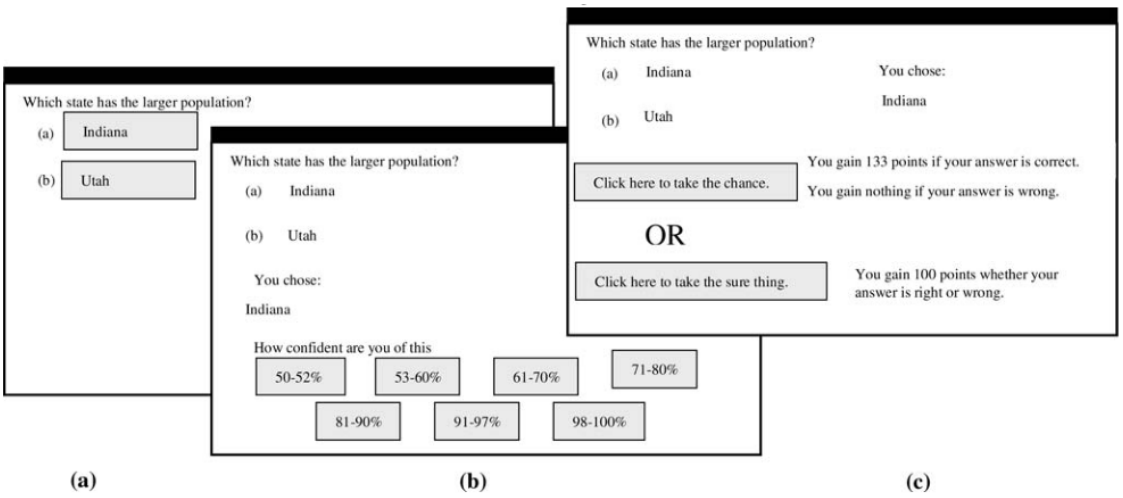


FIGURE 1.2 – Trois exemples de mesures de la confiance au travers de la mise, au travers de : (a) choix simple ; (b) choix simple accompagné d'une question relative à la confiance ; et (c) choix simple accompagné d'une question relative à une mise.

Ces différents types de question ont permis de croiser le comportement de joueurs pathologiques (via une mise) à celui d'excès de confiance (via une échelle de confiance). Néanmoins, l'étude ne cherchait pas à vérifier s'il était possible de substituer l'échelle de confiance à un système de mise, quitte à ce que ce dernier soit plus développé pour arriver au même degré de mesure du comportement.

Une fois mesurée, la confiance moyenne est ensuite affichée en fonction de la performance des participants, à savoir leur nombre de réponses correctes, ou autrement dit leur degré de précision quant à l'estimation de leurs chances de succès. Lorsque leur confiance est supérieure à leur précision, les participants sont dits en excès de confiance. A l'inverse, lorsque la confiance est inférieure, ils sont dits en manque de confiance. Le jugement des participants est dit « calibré » lorsque leur confiance moyenne est égale à la précision de leur réponse ; c'est-à-dire, lorsqu'un décideur est capable de correctement évaluer la qualité de son jugement. Pour reprendre l'exemple donné par Fischhoff et al. [1977], lorsque les

participants devraient obtenir des réponses justes 70% du temps, ils ne le sont qu'à 60% du temps, comme le montre la figure 1.3.

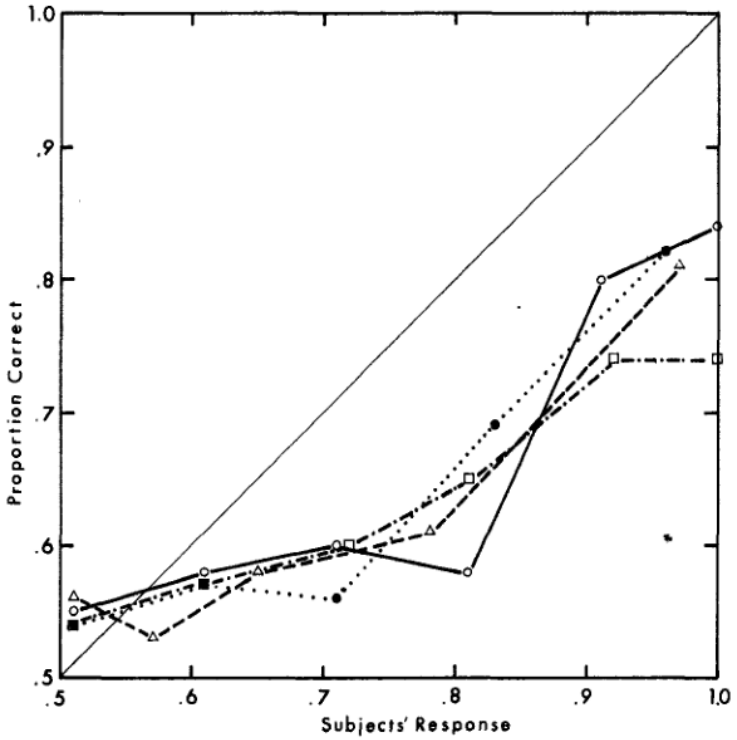


FIGURE 1.3 – Exemple de représentation des courbes de calibration des participants. La précision des participants est reportée sur l'axe des ordonnées ; leur confiance sur l'axe des abscisses.

En suivant les études réalisées en psychologie cognitive, la mesure de la confiance utilisée est globalement la même quel que soit le biais sur lequel notre étude se focalise ; soit aussi bien l'effet difficile / facile que les biais d'ancrage et de confirmation. Toutefois, concernant l'influence spécifique de la difficulté, il semble intéressant d'interroger d'autres disciplines qui ont eu à réaliser des mesures analogues. En psychophysique notamment, l'appréciation de la difficulté a été longuement étudiée, à la différence prés que ces études se focalisent sur une appréciation subjective de l'effort, et non sur l'évaluation de la performance même, comme dans le cas de l'évaluation de l'excès de confiance.

1.3.3 Mesure psychophysique de l'appréciation de la difficulté

De nombreuses études ont voulu clarifier le lien entre l'appréciation subjective de la difficulté et la difficulté réelle de la tâche. **Pour simplifier la nomenclature utilisée,**

nous nommons *difficulté subjective* l'appréciation qu'un individu a de l'effort à fournir ; et *difficulté objective* l'effort réel à fournir en vue de réussir une tâche spécifique. Par extension, cette appréciation repose sur un jugement probabiliste que l'individu réalise en estimant ses chances de succès par rapport à ladite tâche. Ainsi, la mesure de la difficulté subjective par rapport à la difficulté objective renseigne sur un potentiel écart, soit sur un excès ou un manque de confiance par rapport à ses chances réelles de succès.

Là où la mesure de l'excès de confiance réalisée en psychologie cognitive repose en majeure partie sur des problèmes de probabilité, la mesure de la difficulté subjective en psychophysique a été réalisée sur des tâches plus diverses : les matrices progressives de Raven, la mémorisation de nombres, la recherche visuelle de lettres, le jeu de labyrinthe de fil [Delignières 1994; Borg et al. 1971], la tâche de pointage alternatif [Slifkin and Grilli 2006; Delignières and Famose 1992], le lancer de fléchettes sur une cible mouvante [Delignières et al. 1994b], l'escalade [Delignières 1991], le temps de réaction et ce même en faisant du vélo [Delignières 1994; Delignières et al. 1994a]. Toutes ces expériences suivent une approche psychophysique, cherchant à estimer le lien entre difficulté objective, prise ici comme un stimulus, et la difficulté subjective, ici comme la perception ou l'évaluation de ce stimulus.

Ces études utilisent des techniques variées en vue d'estimer la difficulté objective et tendent à montrer qu'il existe bien une distinction entre la difficulté objective et la performance ; les expériences utilisant une tâche de pointage alternatif se basent sur la loi de Fitts [Fitts 1954] comme mesure de la difficulté objective, et sur le temps comme mesure de la performance. Si cette loi ne peut être appliquée, les auteurs se focalisent exclusivement sur la performance, soit le temps de réponse ou la fréquence de succès à la tâche [Delignières et al. 1994b; Borg et al. 1971], ou en choisissant une variable corrélée avec la difficulté perçue, comme par exemple dans la tâche d'escalade, l'enregistrement de l'activité électrique d'un muscle via électromyogramme [Delignières 1991]. Il faut aussi noter que, dans ces mêmes études, la difficulté objective n'est jamais évaluée en fonction des habilités d'un même participant, mais selon l'ensemble ou un sous-ensemble de ces participants, pris comme résultat moyen sur une tâche précise.

A l'inverse, dans les recherches en psychophysique, la difficulté subjective est évaluée suivant une échelle que le participant est libre de compléter. Une grille de référence est souvent transmise au participant, comme par exemple une difficulté subjective notée 10 pour une tâche spécifique [Slifkin and Grilli 2006]. Delignières et al. [1994b] propose d'utiliser l'échelle DP-15, découpée en 15 niveaux, pour réaliser cette évaluation. Cet outil repose sur une échelle de Likert en 7 points, contenant des valeurs intermédiaires. A l'exception de Slifkin and Grilli [2006], il est important de noter que toutes les évaluations subjectives sont réalisées à la fin de chaque challenge, le plus souvent après avoir répété plusieurs fois la tâche.

Pour mesurer l'influence de la difficulté sur la confiance du joueur, nous nous baserons à la fois sur la méthodologie utilisée dans les études de calibration du jugement, mais aussi et surtout sur celle mises en place en psychophysique. L'utilisation d'une échelle de Likert peut apparaître comme une approche plus simple et plus directe pour le joueur qui doit évaluer ses chances de succès à la fin de chaque tâche, sans que cette répétition n'ait un impact trop négatif sur sa motivation.

1.4 Synthèse

Ce premier chapitre a introduit le programme de recherche nommé heuristiques et biais, comme pierre angulaire d'une approche descriptive de la prise de décision en situation d'incertitude. Ce programme a permis, historiquement, de décrire des processus décisionnels sub-optimaux, les heuristiques, au travers d'erreurs de jugement réalisées inconsciemment par les décideurs, les biais cognitifs. Ces erreurs servent à mettre en évidence l'utilisation d'heuristiques dans le cadre de jugement probabiliste, où un modèle normatif peut décrire une réponse optimale.

Nous avons ensuite discuté et mis en perspective l'apport de ce programme de recherche ; son intérêt résidant dans cette approche démonstrative du fonctionnement du jugement humain. A ce titre, l'intérêt des heuristiques dans une utilisation quotidienne n'est pas niée par les chercheurs du programme, ni même par leurs opposants. De plus, cette approche permet d'expliquer des comportements critiques pour la prise de décision, comme l'excès de confiance.

L'excès de confiance a été défini selon trois dimensions : la surestimation des habilités d'un individu, sa sur-disposition à se considérer meilleur que d'autres, et sa sur-précision dans l'évaluation de la performance d'autrui. Il s'agit d'un comportement très étudié, notamment dans le champ économique où il est par exemple critique pour la prise de décision managériale. Mais malgré un nombre conséquent d'études, les limites du comportement d'excès de confiance restent assez floues. Le sentiment d'efficacité personnelle, tout comme l'optimisme, sont de très proches voisins de l'excès de confiance. Il a d'ailleurs été noté que les stratégies mises en place pour corriger, ou simplement limiter le comportement, sont analogues d'un champ de recherche à un autre.

En se focalisant sur la description du comportement au travers de l'utilisation d'heuristiques de jugement, l'apparition de l'excès de confiance chez un individu s'explique par la présence de nombreux biais de raisonnement. Ces biais permettront ainsi de rendre plus explicites les mécanismes décisionnels, décrivant les heuristiques utilisées.

Dès lors, dans l'optique d'utiliser l'excès de confiance comme levier pour mieux comprendre la prise de décision biaisée au travers d'un jeu vidéo, ce chapitre s'est focalisé sur les l'apparition du comportement chez les joueurs. Certains biais spécifiques ont été

spécifiquement mesurés dans le cas d'utilisation de jeux de cartes, ou encore de jeux d'argent. Pour restreindre notre étude, nous ciblons trois d'entre eux : le biais d'ancrage et d'ajustement et le biais de confirmation pour le traitement de l'information, et le biais de l'effet difficile / facile relatif à l'influence de la difficulté. Notre objectif est de mesurer, au travers des deux premiers biais, l'influence de l'information biaisée sur le comportement du joueur ; puis sur l'influence de la difficulté du jeu, via le troisième biais.

Finalement, ce chapitre a décrit les différentes méthodes et différents outils de mesure du comportement en psychologie cognitive ; le type d'échelle et le type de question posée à l'individu pouvant altérer sa perception de la confiance qu'il doit renseigner. Puis, pour le cas distinct de l'influence de la difficulté, nous avons étendu l'analyse au domaine psychophysique pour différencier la difficulté subjective de la difficulté objective, et ainsi préciser des modalités de mesure propres à l'évaluation de l'effort par l'individu face à un problème donné.

Chapitre 2

Le jeu pour comprendre les biais de décision

Sommaire

2.1 Le jeu comme support pour analyser et comprendre la prise de décision . 59
2.1.1 La question de la prise de décision dans la définition du jeu 60
2.1.2 Caractérisation de la décision du joueur dans l'activité ludique 64
2.1.3 L'importance de l'incertitude dans l'activité de jeu 68
2.1.4 Le jeu comme expérience réflexive 73
2.2 Jeux sérieux et formations relatives à la prise de décision 78
2.2.1 Intérêt du jeu sérieux comme outil de formation pour la prise de décision . . . 78
2.2.2 Apprendre ou corriger un comportement spécifique 79
2.2.3 Corriger un comportement biaisé 83
2.2.4 Encourager la mise en place de pratiques réflexives 88
2.2.5 Aider à développer des stratégies métacognitives 93
2.3 Synthèse 97

Cette partie se focalise sur le jeu et son intérêt pour l'analyse de la prise de décision, questionnant aussi bien sa définition formelle que les pratiques relatives au médium. C'est aux travers de ces dernières que la question de la réflexivité est développée.

2.1 Le jeu comme support pour analyser et comprendre la prise de décision

Avant de présenter en quoi le jeu peut être un outil pertinent pour aider le joueur à développer une posture réflexive sur sa prise de décision, cette première section introduit des éléments de définition du jeu et de son activité. Parmi ces éléments, l'aspect relatif à la prise de décision est l'un des plus fondamentaux et, paradoxalement, l'un des moins développé en ces termes. S'il n'est qu'indirectement traité par les deux études historiques sur l'approche sociologique du jeu, focalisées sur l'action [Huizinga 1988], ou l'activité [Caillois 1958], d'autres auteurs ont étudié la prise de décision comme un élément moteur du jeu. Leur proposition revient à interroger la définition de l'activité ludique à l'échelle du joueur, considéré dès lors comme un décideur.

2.1.1 La question de la prise de décision dans la définition du jeu

L'analyse sociologique de Roger Caillois [1958] du jeu est l'une des plus complètes, et résiste dans une certaine mesure aux évolutions sociales et technologiques. Questionnant le jeu aussi bien au sein de pratiques sportives, théâtrales que judiciaires, il définit le jeu comme une activité selon six caractéristiques essentielles :

> 1. *Libre* : à laquelle le joueur ne saurait être obligé sans que le jeu perde aussitôt sa nature de divertissement attirant et joyeux.
> 2. *Séparée* : circonscrite dans des limites d'espace et de temps précises et fixées à l'avance.
> 3. *Incertaine* : dont le déroulement ne saurait être déterminé ni le résultat acquis préalablement, une certaine latitude dans la nécessité d'inventer étant obligatoirement laissée à l'initiative du joueur.
> 4. *Improductive* : ne créant ni biens, ni richesse, ni élément nouveau d'aucune sorte ; et, sauf déplacement de propriété au sein du cercle des joueurs, aboutissant à une situation identique à celle du début de la partie.
> 5. *Réglée* : soumise à des conventions qui suspendent les lois ordinaires et qui instaurent momentanément une législation nouvelle, qui seule compte.
> 6. *Fictive* : accompagnée d'une conscience spécifique de réalité seconde ou de franche irréalité par rapport à la vie courante.
>
> [Caillois 1958, pp. 42-43]

Pour citer de nouveau l'auteur, ces caractéristiques sont purement formelles, et ne peuvent indiquer par avance quel sera le contenu même de l'activité. Si la plupart de ces caractéristiques restent d'actualité, certaines se confrontent à des récentes évolutions technologiques et sociales.

Dans le cas des jeux en réalité augmentée ou virtuelle, la frontière entre l'espace de jeu et l'espace physique pourrait être jugée comme floue. Pourtant, l'activité de jeu reste bien séparée du réel, car c'est au moment où le joueur définit le début et la fin de l'activité qu'il crée l'espace, ne serait-ce que virtuellement. Par exemple, en prenant le cas du célèbre jeu en réalité augmentée, *Pokémon Go* [Niantic 2016], il est possible de considérer que l'espace de jeu est toujours circonscrit, mais reste en mouvement. Il accompagne les déambulations des joueurs armés de leurs téléphones, parcourant la ville à la recherche des créatures Pokémon. De plus, le joueur n'est pas le seul à délimiter cet espace ; le spectateur du jeu crée lui-aussi une frontière avec le réel, de part sa conscience de l'existence d'une activité de jeu. Un marcheur croisant un joueur de *Pokémon Go* pourrait ne pas comprendre que cet individu est en train de jouer, puisqu'il ressemble à n'importe quelle autre personne utilisant un téléphone portable. Une fois qu'il a pris conscience qu'il y a bien une activité de jeu, l'espace de jeu se re-délimite en incluant le marcheur devenu spectateur.

Autre point de friction entre les caractéristiques de l'activité de jeu selon Caillois et les évolutions sociales, dans les cas de jeux d'argent ou de jeux dits « sérieux » utilisés pour la formation ou l'apprentissage, la dimension d'improductivité peut être questionnée. En effet, il existe un potentiel apport de gains pour un joueur de roulette, tout comme il existe un apport de connaissances et de compétences qui dépasse le cadre du jeu même pour le joueur de *serious games*. Caillois précise néanmoins que, pour les jeux d'argent, les gains se font au dépend des autres : « [Il] y a déplacement de propriété, mais non production de biens. » [Caillois 1958, p. 35]. A l'inverse, il semble plus difficile de matérialiser l'apport de connaissances et de compétences, sauf dans le cas où un jeu est utilisé pour valider une formation, débouchant sur une qualification ou un diplôme. Caillois, sans ignorer l'importance du jeu et sa fonction sociale dans le cadre de l'apprentissage, n'inclut pas ces exemples dans son étude, au contraire des travaux de Huizinga [1988].

Précédant de quelques années l'analyse de Roger Caillois, Johan Huizinga a réalisé une étude plus historique du jeu, orientée sur l'action et son implication et évolution dans la culture, que sur la circonscription de l'activité. Néanmoins, les éléments qu'il avance pour définir le jeu se retrouvent chez Caillois :

> « Sous l'angle de la forme, on peut donc [...] définir le jeu comme une action libre, sentie comme « fictive » et située en dehors de la vie courante, capable néanmoins d'absorber totalement le joueur ; une action dénuée de tout intérêt matériel et de toute utilité ; qui s'accomplit en un temps et dans un espace extrêmement circonscrits, se déroule avec ordre selon des règles données, et suscite dans la vie des relations de groupes s'entourant volontiers de mystère ou accentuant par le déguisement leur étrangeté vis-à-vis du monde habituel. » [Huizinga 1988, pp. 31-32]

L'élément le plus différenciant par rapport aux recherches de Caillois réside dans le caractère improductif du jeu. Plus que sur le plan matériel, Huizinga déclare que tout jeu doit se refuser d'une dimension utilitaire. Selon lui, le « jeu est le non-sérieux » par définition, et doit le rester tant qu'il est circonscrit comme une activité séparée du réel, dans l'espace et dans le temps. Si le jeu devient une activité productive, il perd sa gratuité et la frivolité qui le caractérise. Il n'est plus déconnecté du quotidien mais bien intégré dans un processus d'intéressement, pour des raisons spécifiques à chacun, qui voudrait générer un certain profit.

Considérant ainsi que le jeu doit être improductif, dénué de tout intérêt, et libre par nature, la question de savoir comment le joueur prend une décision et juge d'un choix n'est alors pas nécessairement fondamentale suivant une approche historique et sociologique, et ce pour deux raisons potentielles. Tout d'abord, cette question peut sembler superficielle puisque le joueur peut réaliser n'importe quelle action sans se soucier des conséquences,

tant que cette action reste cohérente et autorisée dans le cadre de l'activité. La prise de décision est donc imprévisible, potentiellement aléatoire. Ensuite, et par extension, cette question peut être considérée comme insoluble parce qu'il existerait une trop grande possibilité et variété d'actions qui rend difficile la définition stricte de la prise de décision. La prise de décision devient, dés lors, impossible à modéliser et schématiser. Toutefois, il ne peut y avoir d'activité de jeu sans action du joueur. Mais, pour ces deux auteurs, qualifier les modalités selon lesquelles un joueur prend une décision semble accessoire, ou accidentel. Le joueur ne pourrait ainsi être strictement défini comme un décideur, dans le sens où il ne cherche pas à rendre optimale sa prise de décision dans un objectif de gain externe à l'activité de jeu. Comprendre l'intérêt du jeu pour l'analyse de la prise de décision nécessite de se tourner vers des travaux plus récents sur le jeu, dont l'objectif est justement de questionner l'apport d'une certaine utilité à l'activité de jeu.

Abt [1970] a été l'un des premiers à dresser un parallèle entre joueur et décideur au travers d'une définition du jeu comme « [...] une activité entre deux et plusieurs preneurs de décisions cherchant à atteindre leurs objectifs dans un contexte limité [1] » [Abt 1970, p. 6]. Le travail de Abt s'éloigne de ceux de Caillois et Huizinga dans le sens où il cherche à démontrer l'intérêt du jeu pour l'apprentissage, dans le but de mieux l'intégrer à des structure éducatives existantes. Il est est à l'origine du terme de *serious game*, considéré ici comme d'un objet et non uniquement comme d'un concept, comme cela peut être le cas chez Huizinga. De plus, si Huizinga et Caillois supposent que l'action de jeu est différenciée du quotidien, Abt souligne dans sa définition en quoi le jeu fait écho aux expériences humaines :

> « Les jeux sont des outils pertinents pour l'enseignement et la formation des étudiants de tout âge et dans de nombreuses situations parce que se sont des outils motivants, et parce qu'ils permettent de transmettre des concepts et faits concernant nombreux sujets, et ce de façon efficace. Les jeux créent des fictions basées sur des problèmes du réel, problèmes qui sont étudiés. Les joueurs s'octroient un rôle réaliste, mettent en place des stratégies, prennent des décisions, et peuvent observer rapidement les conséquences de leurs actions. De plus, avec les jeux, il est possible d'évaluer les performances des étudiants sans le risque que ces erreurs n'aient de conséquences sur le réel, ni même que cette évaluation ne soit biaisée par l'observation directe, dans l'action. » [2] [Abt

1. Traduction personnelle, texte original : « Reduce to its formal essence, a game is an activity among two or more independent decision-makers seeking to achieve their objectives in some limiting context. »

2. Traduction personnelle, texte original : « Games are effective teaching and training devices for student of all ages and in many situations because they are highly motivating, and because they communicate very efficiently the concepts and facts of many subjects. They create dramatic representations of the real problem being studied. The players assume realistic roles, face problems, formulate strategies, make decisions, and get fast feedback on the consequences of their action. Also, with games one can evaluate the students' performances without risking the cost of having errors made in "real-world" tryouts and without some of the distortions inherent in direct examination. »

1970, p. 13]

Le jeu peut non seulement transmettre un savoir et développer des compétences, mais surtout permettre d'expérimenter et faciliter le transfert des savoirs dans des activités courantes, sans se soucier des conséquences que cela peut avoir sur le réel. Abt prolonge donc les définitions de l'activité ludique, rendant plus explicite l'importance du jeu pour l'apprentissage, et donc nécessairement, sa dimension utile dans ce cadre. La question de la prise de décision est ainsi centrale dans sa définition du jeu sérieux, puisque le joueur simule le comportement du décideur. Cette prise de décision va être l'objet de l'évaluation finale de l'étudiant, sans pour autant que cela ne l'empêche d'expérimenter à loisir. De la sorte, Abt insiste sur les échanges entre l'espace de jeu et l'espace réel, où le joueur considéré comme décideur a la capacité de transférer des connaissances et compétences d'un espace à autre. Ce joueur peut ainsi mettre en place une démarche plus réflexive sur sa manière de résoudre un problème, juger une situation et finalement, prendre une décision.

Lorsque le jeu est considéré comme une activité augmentée d'une utilité, la caractérisation du comportement du joueur comme décideur se fait plus précise. L'acte de jouer n'est plus uniquement « gratuit », mais devient l'objet d'une démarche plus expérimentale et réflexive, faisant communiquer l'expérience du joueur avec celle de l'individu considéré dans un cadre réel, hors jeu.

Pour notre recherche, il est nécessaire d'approcher le joueur comme un décideur pour mieux comprendre les processus relatifs à sa prise de décision. Nous focalisons notre analyse sur des jeux pour la formation, car c'est au travers de tels outils que le joueur peut être amené à mettre en place une pratique plus réflexive quant à la manière dont il juge une situation. Nous gardons cependant en tête que le joueur n'a pas pour obligation de jouer *sérieusement* à un jeu, l'activité ludique restant un terrain propice à l'expérimentation libre. La prise de décision dans le jeu peut ne pas être celle qui sera appliquée par le joueur face à des problèmes réels. Comme Abt, nous pensons que le jeu peut être utilisé comme révélateur d'un comportement, tout en étant le lieu d'un questionnement du joueur sur ce comportement.

Néanmoins, et Abt le précise par ailleurs, amener le joueur à de telles dispositions ne se fait pas avec n'importe quel jeu, bien qu'ils portent en eux ce potentiel. Il faut penser le cadre d'utilisation du jeu, mais aussi et surtout son contenu. Considérer le joueur comme un décideur implique nécessairement d'interroger la conception des jeux sur ce qui fonde la prise de décision au sein de tels objets.

2.1.2 Caractérisation de la décision du joueur dans l'activité ludique

Plus spécifiquement à l'échelle des jeux vidéo, la question est de savoir quels sont les éléments qui caractérisent la prise de décision du joueur. En introduction à cette partie, il convient de revenir sur les caractéristiques fondamentales d'une décision. Baron [2008] définit la décision suivant trois points spécifiques à savoir les actions, les croyances et les objectifs :

> « Une *décision* est le choix d'une action - sur ce qu'il faut faire ou ne pas faire. Les décisions sont faites dans le but de concrétiser des objectifs, et elles sont basées sur les croyances concernant la série d'action à mettre en place pour atteindre ces objectifs. [...] Les décisions dépendent des croyances et des objectifs, mais nous pouvons penser indépendamment à ces croyances et objectifs, sans même savoir quelles décisions vont en être affectées. Quand nous pensons à une croyance, nous cherchons à savoir à quel point nous croyons en quelque chose, ou s'il y a plusieurs croyances en concurrence, lesquelles se révèlent être vraies. Lorsque nous croyons une proposition, nous avons tendance à agir comme si elle était vraie. [...] Quand nous choisissons un objectif personnel à atteindre, ce choix va affecter nos décisions futures. Si une personne choisit de poursuivre une certaine carrière, ce choix devient un objectif que de nombreuses décisions à venir vont chercher à atteindre. Lorsque nous pensons choisir des objectifs personnels, nous avons tendance à modifier notre comportement en réponse à ce choix. Ce type d'objectif personnel nécessite un certain contrôle de soi. » [3] [Baron 2008, p. 6]

A partir de cette définition, nous pouvons caractériser le joueur comme décideur, répondant aux mêmes particularités que n'importe quel individu face à une décision :

- Un décideur est, par essence, une personne capable d'*exercer un choix*. Cela signifie qu'elle a à sa disposition un socle de connaissances et de compétences suffisant pour résoudre le problème auquel elle fait face, ou croit avoir ces ressources à disposition.
- C'est une personne qui veut exercer ce choix, pour *son intérêt propre*, et a des attentes quant à la finalité de la décision, *le choix étant récompensé*.

3. Traduction personnelle, texte original : « A *decision* is a choice of action - of what to do or not do. Decisions are made to achieve goals, and they are based on beliefs about what actions will achieve the goals. [...] Decisions depend on beliefs and goals, but we can think about beliefs and goals separately, without even knowing what decisions they will affect. When we think about belief, we think to decide how strongly to believe something, or which of several competing beliefs is true. When we believe a proposition, we tend to act as if it were true. [...] When we decide on a personal goal, we make a decision that affects future decisions. If a person decides to pursue a certain career, the pursuit of that career becomes a goal that many future decisions will seek to achieve. When we choose personal goals by thinking, we also try to bind our future behavior. Personal goals of this sort require self-control. » [Baron 2008, p. 6]

- Un décideur est donc quelqu'un qui comprend *la nature du choix, son cadre et sa finalité.*

- Finalement, dans le cadre d'un jeu qui est, comme il a été vu, par définition une activité libre, ce joueur-décideur est une personne qui *accepte pleinement et librement de s'engager dans cette activité* en vue de mettre en place la série d'actions nécessaires pour réaliser la décision.

La nature de la décision, le cadre dans lequel elle va être réalisée et selon quels objectifs, ont été étudiée par les concepteurs de jeu, indépendamment des caractéristiques relatives à la motivation du joueur et à ses croyances.

Greg Costikyan, concepteur de jeu (ou *game designer*[4]) et auteur d'ouvrages sur le *game design*, décrit le jeu comme une activité centrée sur la prise de décision, impliquant que sa conception doit être orientée sur cette dimension, les autres en découlant :

> « Ce qui fait d'une chose un jeu est la nécessité de prendre des décisions. Prenez l'exemple des *Échecs* : peu de ses caractéristiques rendent ce jeu attractif - pas d'éléments de simulation, pas de jeu de rôle, et vraiment peu de couleurs. [...] Les règles sont très contraignantes, les objectifs clairs, et être victorieux implique que le joueur pense plusieurs coups à l'avance. L'excellence dans la prise de décision est la clé du succès. » [5] [Costikyan 2002, p. 11]

Sid Meier, un autre concepteur de jeu connu pour de célèbres licences de jeux de gestion[6], prolonge cette approche, définissant le jeu comme « [...] une série de choix intéressants » [7] [Meier 2012].

Il faut noter que les exemples sur lesquels s'appuient Costikyan et Meier sont assez tranchés, à savoir des jeux de stratégie où la prise de décision est, par essence, importante et critique. Leurs définitions respectives risquent ainsi d'écarter du domaine du jeu des objets où la prise de décision n'est pas centrale car purement aléatoire, comme la roulette pour reprendre cet exemple, ou encore la marelle. Néanmoins, que se soit pour Costikyan

4. Le terme de game designer recouvre plus que la traduction littérale française ne souligne, à savoir concepteur de jeux, minorant la dimension artistique relative au métier [Costikyan 2002]). Ce terme est admis par la communauté scientifique et est utilisé à ce titre. Il s'agit aussi du nom officiel recouvrant le poste utilisé aussi bien dans l'industrie que par les agences chargées de l'emploi (en France comme dans les pays anglo-saxons).

5. Traduction personnelle, texte original : « What makes a thing into a game is the need to make decisions. Consider *Chess* : It has few of the aspects that make games appealing - no simulation elements, no roleplaying, and damn little color. [...] The rules are tightly constrained, the objectives clear, and victory requires you to think several moves ahead. Excellence in decision making is what brings success. » [Costikyan 2002, p. 11]

6. A titre d'exemple, les séries *Sid Meier's Pirates !* [Meier and MicroProse 1987], *Sid Meier's Covert Action* [Meier et al. 1991] ou encore *Sid Meier's Civilization* [Meier and MicroProse 1990]

7. Traduction personnelle, citation originale : « A game is a series of interesting choices. » [Meier 2012]

ou Meier, cette réduction de l'activité de jeu à la décision, aussi simple qu'elle puisse paraître, soulève plusieurs implications :

- Si les choix sont dits intéressants, cela signifie que *les choix sont différentiables* par le joueur.
- Si un choix est différencié, cela implique qu'il peut être meilleur ou moins intéressant pour le joueur que d'autres. *Il n'y a donc pas de choix redondants.*
- Si un choix est différentiable, cela veut dire que le joueur est capable de le différencier, donc qu'*il est informé des qualités relatives du choix possible.*

En fond de ces réflexions autour des caractéristiques de la décision dans un jeu se dessine notamment la différenciation entre le *puzzle* et le jeu, et donc la problématique centrale de l'interactivité. L'interactivité n'est pas à chercher dans l'interface et n'est pas à réduire aux jeux numériques. Elle se trouve dans la façon dont le jeu communique avec le joueur et modifie sa perception et son comportement [Costikyan 2002; Crawford 1982]. Pour Chris Crawford, le puzzle n'offre qu'une unique solution, celle du concepteur que le joueur doit deviner. Il existe une seule solution, optimale, qui ne peut être discutée. La série d'actions à réaliser en vue de résoudre le puzzle est donc unique, et ne laisse aucune place à la créativité du joueur. Cela n'empêche pas au joueur de tenter une série d'actions qui lui semble logique, mais le système n'est pas capable de l'intégrer et d'en montrer les limites. Ce n'est pas le cas du jeu à proprement parler, puisqu'il permet au joueur de proposer sa propre solution, solution qui doit être prise en compte en vue de lui présenter de nouveaux problèmes. La prise de décision du joueur, s'exprimant grâce à la façon dont le concepteur a développé des choix significatifs, est donc la clé d'une interaction réfléchie.

Par ailleurs, cette interaction entre le joueur et le jeu réalisée au travers de la prise de décision est, selon Caillois, essentielle au plaisir de jeu :

> « 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 1958, p. 39]

En analysant les aspects du jeu relatifs à la motivation par la théorie de l'autodétermination, Ryan et al. [2006] note aussi l'importance de l'autonomie du joueur et de l'impression de compétence comme lien direct avec le plaisir de jeu. Le joueur tire un certain plaisir de la liberté qu'il a à pouvoir agir comme il le souhaite, dans le cadre contraint des règles du jeu. A l'échelle du décideur, au delà d'un plaisir direct lié à l'interactivité, la finalité de la décision et donc les conséquences relatives aux choix du joueur, est tout aussi crucial pour l'activité de jeu.

Dans leurs ouvrages respectifs sur la conception des jeux, Crawford [1982], Schell [2008], ou encore Salen and Zimmerman [2004], recommandent aux concepteurs de jeux de créer des situations pour lesquelles les choix proposés au joueur puissent générer des prises de décisions significatives, évocatrices, orientées vers un but. Ces choix doivent questionner le joueur sur la nature de sa décision, ses effets et conséquences et donc, sur le sens qu'elle produit chez lui.

Stéphane Natkin [2010] défend quant à lui que ce qui fait l'identité du jeu vidéo et son esthétique n'est ni la narration ni la mécanique de jeu à proprement parler, mais le fait que le joueur se sente responsable de la situation dans laquelle il se trouve. Le sentiment de responsabilité qu'il décrit conduirait le joueur à être plus engagé dans l'activité ludique, puisqu'il est à l'origine des choix des personnages, ou des directions prises par le système de jeu.

Sous l'angle de la conception, et en suivant les apports présentés en amont, générer un sentiment de responsabilité suite à la prise de décision impliquerait que le système de jeu réponde à des comportements spécifiques :

- Le système de jeu doit être capable d'expliciter le cadre dans lequel la décision s'exerce, au travers de *feedback* ou rétro-actions qui vont apporter des informations au joueur sur l'état de la simulation à un temps donné. Ainsi, le joueur a suffisamment d'éléments lui permettant de projeter une suite d'actions à réaliser pour atteindre un *objectif*.
- Autrement dit, que le système ne doit pas tricher, ou masquer son caractère aléatoire, au risque de tromper les *croyances* du joueur, qui n'en tirerait aucun plaisir.
- Pour autant, le jeu n'a pas intérêt à ce que l'ensemble des facteurs favorisant la décision soit totalement visible. Pour que la décision soit intéressante, sa finalité doit rester *incertaine*. Néanmoins, le résultat des actions du joueur doit être sans équivoque pour permettre à ce dernier de comprendre au mieux les raisons de ses choix.

Pour reprendre les mots de Costikyan : « Ce qui fait d'une chose un jeu est la nécessité de prendre des décisions. » [8]. Ainsi présentée, la prise de décision est le moteur de l'activité ludique. Le joueur devient un décideur, qui choisit d'atteindre un objectif clair, contrôlé par le système de jeu, mais qui lui laisse la liberté de choisir comment mettre en place sa série d'actions. Pour que le joueur tire à la fois un plaisir, et se sente responsable des choix qu'il fait, le système de jeu doit à la fois accompagner le joueur, attiser ses croyances quant à la résolution possible de la situation, tout en laissant suffisamment de zones d'ombres pour permettre au joueur de se projeter spontanément. Notre caractérisation du joueur / décideur est désormais augmentée de règles de fonctionnement :

- Par l'utilisation de *feedback*, le joueur sait analyser ce qui est en train de se passer et ce qui s'est passé. Le système de jeu lui donne des indices sur le déroulement de l'action, en cours et à venir, tout en veillant à ce qu'il y ait une incertitude quant à la finalité.
- Le joueur ne peut que croire en un déroulement possible de sa décision, sinon elle n'est plus différentiable et perd de ses qualités intrinsèques. Le système de jeu doit offrir *plusieurs résolutions possibles* d'un même problème.
- Le joueur obtient des *récompenses* suite à sa prise de décision. Cette récompense ayant été annoncée en amont pour motiver le joueur a faire un choix, il comprend pourquoi le jeu a suivi un tel déroulement.
- Parce que le jeu a donné au joueur un ou plusieurs *objectifs clairs*, le joueur sait qu'il est à l'origine de l'action et en est donc responsable.
- En ayant ces éléments en main, le joueur sait comment il aurait pu faire autrement. La *difficulté* et la variabilité des *défis* (ou *challenges*) lui permettent d'expérimenter de nouvelles situations de jeu.

Interroger la décision à l'échelle de la conception même du jeu permet de mettre en évidence un parallèle fort entre joueur et décideur, pris ici dans le sens économique et stratégique. Penser le joueur comme décideur implique au concepteur de jeu de créer des situations dans lesquelles les choix doivent être pertinents pour un décideur, et donc de savoir comment déterminer le profil du joueur / décideur. Dans l'objectif de mieux caractériser le jugement du joueur, il est primordial de questionner désormais la manière dont le concepteur peut donner de l'importance et de l'intérêt à la prise de décision du joueur. Pour mieux synthétiser les recommandations faites au travers de la littérature, nous nous focalisons sur la notion d'incertitude, primordiale dans la prise de décision, faisant ainsi le pont avec les travaux en psychologie cognitive présentés dans le chapitre 1.

2.1.3 L'importance de l'incertitude dans l'activité de jeu

Une des questions primordiales relative aux problématiques de cette recherche concerne les moyens et méthodes utilisés dans les jeux, ou pouvant être utilisés, en vue de générer une prise de décision intéressante pour les joueurs. Les ouvrages concernant la conception de jeux ne manquent pas de conseils pour mieux penser les choix proposés aux joueurs.

8. Traduction personnelle, texte original : « What makes a thing into a game is the need to make decision. » [Costikyan 2002, p. 11]

Mais, fait notable, ils ne traitent pas, ou peu, de la nature de la prise de décision elle-même, privilégiant des approches connexes comme la gestion de la motivation, l'engagement, la conception des niveaux, etc. [Crawford 1982; Salen and Zimmerman 2004; Schell 2008] Caillois a, de nouveau, traité cette question indirectement au travers de l'une des caractéristiques de l'activité de jeu qui, comme il a été vu en section 2.1.1 est libre, séparée, improductive, réglée, fictive, mais surtout incertaine. L'incertitude est pour lui une caractéristique forte du jeu, centrale dans la prise de décision du joueur et du plaisir de jeu, en prenant l'exemple des jeux d'adresse :

> « [Le jeu] est en outre une activité incertaine. Le doute doit demeurer jusqu'à la fin sur le dénouement. Tout jeu d'adresse comporte par définition, pour le joueur, le risque de manquer son coup, une menace d'échec sans laquelle le jeu cesserait de divertir. En fait, il ne divertit plus celui qui, trop entraîné ou trop habile, gagne sans effort et infailliblement. 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 [...]. » [Caillois 1958, pp. 38-39]

Caillois traduit ainsi la prise de décision dans l'action réalisée par le joueur en réponse au jeu, en spécifiant que la dimension d'incertitude demeure dans les conséquences de ladite action.

Comme vu en section 2.1.2, créer des situations de jeu pour lesquelles la prise de décision est significative pour le joueur suppose de travailler le cadre dans lequel doit se faire la décision, par l'accès aux informations, le nombre de feedback, la clarté des objectifs et les récompenses, en vue d'amener le joueur à se sentir à la fois motivé à réaliser une série d'actions, et finalement se sentir responsable de ses actions. La gestion de l'incertitude concernant les composants du cadre de la prise de décision peut permettre de mieux circonscrire le comportement du joueur, et développer à terme un certain plaisir de jeu.

Thomas Malaby et Greg Costikyan ont présenté des pistes de conception en vue d'utiliser l'incertitude pour améliorer l'engagement et le plaisir de jeu au travers de la prise de décision. Malaby [2007] définit le jeu par sa contingence artificielle, c'est-à-dire par une somme d'évènements arbitraires et aléatoires, là où Costikyan [2013] préfère parler d'incertitude, reprenant la définition de l'activité de jeu de Caillois. Contingence et incertitude sont deux notions qui font écho au quotidien d'une personne. Sauf contexte spécifique, toute prise de décision se fait en situation d'incertitude et tout évènement peut être sujet à contingence.

Pour Malaby et Costikyan, les jeux sont attirants car ils mettent en exergue des stratégies pour appréhender la contingence du quotidien et proposent de les mettre en pratique. Dés lors, le rôle du concepteur de jeu pour développer et conserver cet attrait est d'équilibrer au mieux l'incertitude au sein de son jeu. Les sources d'incertitude et de contingence catégorisées par Malaby et Costikyan permettent ainsi de favoriser l'engagement et le plaisir de jeu.

Ces méthodes visant à entretenir l'incertitude chez le joueur sont utiles dans notre objectif d'amener le joueur à mieux comprendre comment il prend une décision. Jouer avec ces sources d'incertitude peut nous permettre de mieux maîtriser la manière dont il va être possible de biaiser le jugement du joueur, puis de lui expliquer en quoi et comment il a pu réaliser une erreur de raisonnement, et ce au travers du jeu. Ces sources d'incertitude et de contingence font par ailleurs écho aux caractéristiques des problèmes présentés aux participants des expérimentations du programme heuristiques et biais.

Selon Malaby, il existe quatre sources de contingence propres à l'activité de jeu :

1. **La contingence stochastique** *stochastic contingency*, ou contingence pure, qui se définit par des résultats imprévisibles, comme la conséquence d'un processus suffisamment complexe pour produire des résultats chaotiques. Par exemple, il peut s'agir d'une contingence liée à la caractéristique aléatoire produite par un jeu de carte bien mélangé, une blessure d'un des participants, ou encore la latence de la connexion lors d'un jeu en ligne.

2. **La contingence sociale** *social contingency*, à savoir l'imprévisibilité du comportement des autres joueurs. C'est un composant clé de jeux comme les échecs, le poker, etc.

3. **La contingence de prouesse** *performative contingency*, liée à l'exécution de l'action par l'un des participants, une action qui peut réussir ou échouer. Cette contingence est primordiale dans les jeux où la physique du joueur est prédominante, comme un concours d'athlétisme, ou les jeux de tir à la première personne (*First Person Shooters, FPS*).

4. **La contingence sémiotique** *semiotic contingency*, soit la difficulté d'interpréter les résultats du jeu. Dans des systèmes de plus en plus complexes, il est devenu plus difficile de donner une sens à l'interprétation des résultats. L'exemple donné par Malaby est surtout d'ordre culturel, avançant par sa propre expérience que l'analyse du résultat diffère selon la culture dans lequel le même jeu est joué. Les différentes interprétations, pour un même résultat, construisent aussi l'état de contingence.

A partir de ces différentes sources, le rôle du concepteur de jeu est d'arriver à un équilibre en vue d'améliorer l'expérience de jeu :

> « Les concepteurs de jeu sont connus [...] pour leur habilité à calibrer les sources de contingence pour engager le participant et faire de l'expérience de jeu une expérience captivante [...] Faire un jeu, alors, c'est créer l'ensemble de conditions complexes et implicites de contingence au travers desquelles une expérience humaine engageante peut se développer. » [9] [Malaby 2007, p. 107]

De son côté, Costikyan, qui comme il a été vu définit le jeu par la prise de décision se focalise sur l'imprécision du résultat là où son confrère questionne sa relativité. Il présente onze sources d'incertitude :

1. **L'incertitude performative** *(performative uncertainty)* liée à la performance physique du joueur. Cette source d'incertitude est la même que la contingence performative de Malaby. Costikyan souligne que cette source d'incertitude peut devenir un problème lorsque les joueurs n'ont pas le même niveau de compétences, de même que certains joueurs n'apprécient pas ce type de performance. Pour pallier à cela, un jeu dont la difficulté s'adapterait au niveau du joueur pourrait mieux équilibrer l'expérience de jeu.

2. **L'incertitude du « solutionneur »** *(solver's uncertainty)* liée à la capacité du joueur de comprendre la solution du problème telle qu'elle a été envisagée par le concepteur du jeu. Pour Costikyan il s'agit d'un problème récurrent dans les jeux d'aventures reposant sur des puzzles, où une seule et unique solution peut amener à résoudre le problème. Le joueur doit comprendre la manière de penser le problème selon les modalités du concepteur, et non plus dans la diégèse du jeu.

3. **L'imprévisibilité du joueur** *(player unpredictability)*, qui prend sa source dans presque tous les jeux multijoueurs où la stratégie de succès n'est pas visible. Costikyan propose de mieux gérer cette imprévisibilité en poussant les joueurs à s'attaquer mutuellement, comme attaquer dans le cas d'une partie à somme nulle ou à somme négative. Dans le cas des jeux qui se jouent seul, l'intelligence artificielle contrôlant des personnages opposants doit être capable de surprendre le joueur, en s'écartant de ses routines.

4. **Le caractère aléatoire** *(randomness)*, bien que mal perçu par les joueurs, le jugeant souvent injuste, l'aléatoire est une caractéristique très forte dans les jeux, notamment dans les *roguelikes* actuels. En équilibrant l'aléatoire, l'objectif est, à terme, de forcer à briser le rapport de symétrie de forces entre les joueurs, en début de partie par exemple. Le caractère aléatoire s'observe aussi dans la rencontre avec les personnages non-joueurs, ou encore des situations, qui assurent une certaine rejouabilité.

9. Traduction personnelle, texte original : « Game designers are notable [...] in their practiced ability to calibrate these sources of contingency to engage the participant and make the experience compelling [...] Making a game, then, is about creating the complex, implicit, contingent conditions wherein the texture of engaged human experience can happen. » [Malaby 2007, p. 107]

Costikyan souligne aussi et surtout que l'aléatoire implique une certaine gestion de la dramaturgie, créant des moments de tension et d'attente.

5. **La complexité analytique** *(analytic complexity)*, une incertitude dont la sources est la difficulté que le joueur a à analyser, et surtout à maîtriser, les règles du jeu, comme pour les échecs par exemple. Pour mettre en place une telle source d'incertitude, l'auteur propose plusieurs approches. D'abord une approche dite « brutale », consistant à complexifier au maximum les règles du jeu. Une autre est focalisée sur le développement d'un gameplay [10] asymétrique, où le joueur doit à la fois maîtriser les règles du gameplay auquel il fait face, mais aussi les règles associées au gameplay de l'autre joueur, pour comprendre ce que ce dernier fait et pourquoi il le fait. Des jeux de stratégie mettant en scène plusieurs types de personnages, où chaque type est associé à un style de jeu et à un joueur, représentent bien cette approche. La complexité analytique force le joueur à privilégier les compromis. Cependant, il faut noter que de nombreux joueurs ne cherchent pas un tel challenge mental, et que d'autres peuvent atteindre une saturation cognitive.

6. **L'information cachée** *(hidden information)* présente dans de nombreux jeux, et liée à la mécanique d'exploration. Il peut s'agir du brouillard de guerre dans un jeu de stratégie, d'un nouveau décor, ou encore des cartes dans la main d'un autre joueur. Cette source est aussi corrélée avec la mécanique d'expérimentation, car le joueur, par manque d'informations, va chercher à combler ses lacunes par la répétition d'essais. Comme pour le caractère aléatoire, certains joueurs peuvent aussi considérer que l'absence d'informations déséquilibre le jeu et les empêche de pouvoir prendre une bonne décision.

7. **L'anticipation du récit** *(narrative anticipation)*, spécifiant que la mise en place du récit, sa narration, est source d'incertitude pour le joueur qui la découvre. Mais cette question ne se limite pas aux jeux les plus narratifs. Toute expérience de jeu, en la définissant comme la manière dont le joueur joue son coup, sa réaction, celle de l'autre joueur, etc., est de l'ordre de la construction d'un récit. L'anticipation devient dès lors la pierre angulaire dans un dispositif interactif, qui brise les arcs narratifs classiques, trop attendus par le joueur et peu viables. Ainsi, le concepteur de jeu doit veiller à introduire des boucles de renforcement de la tension narrative, renforcement qui peut être aussi bien positif (succès, acquisition de nouvelles compétences, etc.) que négatif (le joueur se retrouve en position d'infériorité par rapport à un autre par exemple). Ainsi, cette source d'incertitude est corrélée avec la difficulté du jeu et la manière dont le joueur est récompensé ou puni. Dans les jeux plus narratifs,

10. Le terme gameplay n'a pas d'équivalent direct en français et couvre aussi bien l'élaboration de mécaniques de jeu que l'expérience même qui en est tirée par le joueur. Guardiola [2014] a synthétisé les multiples approches autour de la définition suivante, où le gameplay correspond à « [l]'ensemble des actions (cognitives ou physiques, performances et stratégies) que le joueur déploie et qui influencent positivement ou négativement la résolution de la situation de jeu incertaine dans laquelle il est engagé. »

la conclusion de l'histoire est aussi un élément fondamental dans la maîtrise de la tension liée à l'anticipation. Pour les jeux dont la fin n'est pas associée à la fin du récit, les concepteurs peuvent utiliser des mini-récits, comme des quêtes, qui sont indépendants du déroulement global du jeu ont un début et une fin.

8. **L'anticipation du développement** *(development anticipation)* est utilisée comme la précédente source d'incertitude, mais à l'échelle de l'expérience de jeu. Costikyan propose une source d'incertitude relative au contentement du joueur vis-à-vis de l'expérience qu'il a traversée. Il s'estime suffisamment comblé par ce qu'il a joué et vu. Cela peut être le cas des jeux sociaux, comme des jeux de rôles en ligne, ou encore des jeux de stratégie. Cette incertitude est liée à la gestion et la mise à jour du contenu du jeu. Si le jeu reçoit de nouveau contenu, l'attention du joueur est relancée.

9. **L'incertitude liée au calendrier** *(schedule uncertainty)* liée au temps que le joueur dispose lors d'une partie. Les jeux sociaux sont exemplaires de ce point de vue : ils minutent les parties pour réguler le trafic sur les réseaux, ou pour améliorer le caractère addictif en étendant l'engagement sur une plus longue période, ou encore pour vendre des accélérateurs de temps.

10. **L'incertitude liée à la perception** *(uncertainty of perception)*, qui tire sa source dans la manière dont le joueur a plus ou moins de difficulté à percevoir ce qui se passe dans le jeu. Il ne s'agit pas du brouillard de guerre, qui est lié une mécanique d'exploration, mais d'une réelle volonté de brouiller l'image et de la rendre moins lisible. Par exemple, il peut s'agir d'un surplus volontaire d'informations dans les jeux de tir. Dans les jeux de rythmes, où le joueur doit suivre les informations à l'écran tout en se synchronisant avec les informations sonores, l'incertitude est liée à la capacité de perception du joueur.

11. **La contingence sémiotique de Malaby** *(Malaby's semiotic contengency)*, reprenant directement une des sources de contingence de Malaby, Costikyan prolonge et développe la définition de son confrère en s'appuyant sur les exemples de méta-jeux, à savoir des jeux qui reposent sur des références précises. Ainsi, tous les éléments du jeu deviennent des sources d'incertitude car leur sens est détourné de celui d'origine.

2.1.4 Le jeu comme expérience réflexive

Il a été vu en quoi la prise de décision est fondamentale à l'activité de jeu, et en quoi l'incertitude l'est tout autant au plaisir de jeu. Nous avons introduit des méthodes permettant de varier les types d'incertitude en vue d'améliorer à la fois l'engagement du joueur et son plaisir à participer à l'expérience de jeu. Toujours en considérant le joueur

comme un décideur, cette nouvelle sous-section va présenter l'intérêt du jeu dans la mise en place d'une expérience réflexive, dont la finalité porte sur la prise de décision du joueur.

Comme précisé en section 2.1.1, le jeu place le joueur dans une optique d'expérimentation constante : il est capable de s'adapter aux nouvelles situations, de revoir ses stratégies, affinant sa prise de décision en vue d'atteindre un but défini. Rejouer une situation permet au joueur de mettre en place tout un processus d'analyse de sa manière de jouer. L'activité de jeu implique ainsi, de la part de celui qui en prend part, une certaine réflexivité.

En nous basant sur les travaux de Ann L. Cunliffe [2009] et Gillie Bolton [2009], nous définissons la réflexivité comme toutes pratiques conduisant l'individu à mieux comprendre sa manière de penser, de juger une situation, et d'être capable de la formuler en vue de la mettre en perspective :

> « La réflexivité consiste à trouver des stratégies qui vont questionner nos propres attitudes, au travers de processus, de valeurs, de suppositions, de préjugés et de nos actions habituelles, pour faire tout notre possible pour comprendre nos comportements complexes dans le rapport à l'autre. Être dans une posture réflexive c'est examiner, par exemple, comment nous - apparemment involontairement - prenons place dans la création d'un tissu social ou de relations professionnelles qui vont à l'encontre de nos propres valeurs [...] C'est devenir conscient des limites de notre savoir, c'est reconnaître comment notre comportement joue un rôle dans l'organisation de certaines pratiques et pourquoi ces pratiques peuvent marginaliser un groupe ou exclure des individus. [...] Être dans une posture réflexive implique de penser depuis les expériences [...] » [11] [Bolton 2009, pp. 13-14]

La réflexivité dont il est question dans cette recherche concerne ainsi la façon dont le joueur est capable de formaliser son expérience du jeu. Autrement dit, la réflexivité est ici relative à la prise de conscience analytique du joueur sur sa prise de décision. Comme présenté dans la section 2.1.1, Abt [1970] souligne l'émergence d'une telle posture chez les joueurs, dans le cas où un jeu est intégré dans un dispositif pédagogique :

> « [Les] jeux sérieux nous offrent un terrain d'expérimentation sans risque, propice à l'exploration active de problématiques sociales et intellectuelles sérieuses. Dans les jeux, un individu peut de nouveau jouer les rôles passionnants

11. Traduction personnelle, texte original : « Reflexivity is finding strategies to question our own attitudes, thought processes, values, assumptions, prejudices and habitual actions, to strive to understand our complex roles in relation to others. To be reflexive is to examine, for example, how we - seemingly unwittingly - are involved in creating social or professional structures counter to our own values [...] It is becoming aware of the limits of our knowledge, of how our own behaviour plays into organisational practices and why such practices might marginalise groups or exclude individuals. [...] To be reflexive involves thinking from within experiences [...] » [Bolton 2009, pp. 13-14]

> et dynamiques qu'il a toujours apprécié avant que la société ne devienne si compartimentée. Le jeu de rôle que les étudiants entreprennent dans les jeux qui simulent la vie quotidienne est une excellente préparation aux rôles réels qu'ils joueront dans la société par la suite. » [12] [Abt 1970, pp. 13-14]

Avec de tels outils, l'étudiant se place dans une posture scientifique, analytique et réflexive. Il peut expérimenter à loisir des situations réelles, sans craindre des conséquences, en ayant suffisamment d'informations sur ce qui s'est passé et comment cela s'est passé, et surtout en s'exprimant librement. Le jeu est ainsi propice à la créativité du joueur / décideur, et se double d'une dimension politique. Pour Abt, utiliser le jeu sérieux permet de s'extirper de schémas de pensée qui priveront l'étudiant de la possibilité de sortir d'un chemin tracé et prévu d'avance par le système éducatif classique.

Par la suite, Seymour Papert [1999] a démontré comment l'expérimentation permettait à l'utilisateur d'un programme informatique de développer ses compétences. Ses études ont permis de mieux saisir les enjeux des environnements numériques pour l'éducation, en offrant une plus grande liberté d'action à l'apprenant. Il peut ainsi acquérir des notions complexes et faciliter le développement de compétences. Il nomme ce type d'environnement des *micromondes*, pour lesquels il laisse les utilisateurs en autonomie complète :

> « L'apprenti, face à ce micromonde, est en mesure d'inventer son propre système d'hypothèses sur ce monde en réduction et les lois qui le gouvernent, et de les amener à se réaliser. Il peut imposer à la réalité une forme à son idée, sur laquelle il travaillera, fera des recherches, durant tout un jour par exemple, et qu'il pourra remodeler, restructurer, rebâtir avec des variantes. » [Papert 1999, p. 159]

L'utilisateur est certes seul face au programme, mais il est accompagné durant l'expérience par un personnage, dans son cas il s'agissait du langage de programmation Logo et de sa célèbre tortue. C'est en manipulant la tortue que l'utilisateur va expérimenter et mettre en perspective ses actions. Il déploie ses propres stratégies en vue de comprendre et maîtriser le fonctionnement de l'outil : il est un apprenant qui module consciemment son apprentissage.

Abt comme Papert s'inscrivent dans une tradition pédagogique héritée de Jean Piaget. Les théories constructives du psychologue expliquent notamment comment l'enfant apprend seul des notions de base, par sa propre expérience. L'adulte intervient dans un second temps, comme médiateur pour l'apprentissage de notion plus complexes [Piaget

12. « [S]erious games offer us a rich field for a risk-free, active exploration of serious intellectual and social problems. In games man can once again play the exciting and dynamic roles he always enjoyed before society became so compartmentalized. The role-playing that students undertake in games that simulate life is excellent preparation for the real roles they will play in society in later life. » [Abt 1970, pp. 13-14]

1988]. Par extension aux jeux vidéo, ces travaux ont servi aussi de support pour l'analyse des mécaniques de jeu relatives à l'apprentissage dans des titres à visée purement ludique.

En sortant du cadre des outils pour l'apprentissage, il est intéressant de constater que les jeux vidéo commerciaux à destination du grand public utilisent aussi de tels mécaniques pour aider le joueur à acquérir de nouvelles compétences, mais aussi l'amener à expérimenter et développer une pratique plus réflexive du jeu. A titre d'exemple, James Paul Gee [2007] a mis en évidence de telles mécaniques en se focalisant sur les didacticiels des jeux vidéo, soit l'instant où le joueur intègre les règles de base du jeu pour pouvoir le manipuler à loisir. Le didacticiel de *Tomb Raider The Last Revelation* [Core Design 1999] est à ce titre exemplaire, puisqu'il met en scène la jeune Lara Croft, débutant dans son rôle d'exploratrice, suivant les pas du professeur Von Croy, son mentor :

> « Von Croy s'approche de la posture intimidante et dominatrice du professeur. [...] Alors qu'il commande à Lara de rester à ses côtés et de ne pas dévier de la route qui se dresse devant eux, le seul moyen pour le joueur de trouver des trésors (tels que les crânes dorés) est de s'éloigner de lui et d'explorer un peu. En fait, plus Von Croy va commander à Lara de rester proche, plus un joueur obstiné va probablement regarder derrière un ensemble de piliers pour voir s'il cache quelque chose d'intéressant. [...] Les joueurs sont placés, par la construction du jeu, dans le même espace psychologique que Lara - apprenant de Von Croy tout en se détournant quelque peu de son enseignement daté basé sur la dominance. Le game design encourage le joueur à avoir une certaine attitude et à créer une relation particulière avec Von Croy - et, plus généralement, à avoir une certaine personnalité - qui représente, en réalité, tout juste celle de Lara. » [13] [Gee 2007, pp. 116-117]

Gee décrit le cas d'utilisation d'un personnage secondaire qui intervient pour faciliter l'apprentissage du jeu. Il s'emploie à aider à la résolution de problèmes basiques qui se complexifieront au cours de la partie, et finalement, il permet de rendre plus accessible les connaissances sur le fonctionnement du jeu. Cette analyse peut cependant s'étendre à l'ensemble des temps de jeu s'il y a une montée en compétence du personnage-joué, l'avatar. Puisque le personnage-joué découvre de nouvelles actions de jeu, le joueur doit progressivement intégrer ces nouvelles données et les réutiliser pour atteindre son objectif. Il doit ainsi mettre en perspective ce qu'il a appris, le modifier en fonction des nouvelles

13. Traduction personnelle, texte original : « Von Croy comes across as an intimidating and dominating professor. [...] In fact, as Von Croy is commanding Lara to stay close, a willful player is probably looking behind a group of pillars to see if they hide anything interesting. [...] Players are placed, by the very design of the game, in the same psychological space as Lara - learning from Von Croy but not subordinating themselves entirely to his old-fashioned professorial need for dominance. The game's design encourages the player to take on a certain sort of attitude and relationship with Von Croy - and, more generally, a certain sort of personality - that represents, in fact, just sort of person that Lara is. »

données, et le projeter pour résoudre de nouveaux problèmes.

Comme il a été vu en section 2.1.2, l'interactivité apparaît comme la clé de voute de la mise en place d'une dimension réflexive. Les réactions du jeu par rapport aux actions du joueur vont interroger ce dernier sur sa pratique. Pour accompagner le joueur dans le développement d'une posture réflexive, les personnages tiennent une place prépondérante. Constant [2011]; Constant and Dupire [2012] ont présenté un cadre de conception des personnages de jeu vidéo en vue d'améliorer l'apprentissage de connaissances et de compétences au sein d'un *serious game*, et aussi dans le but d'aider à développer une posture plus réflexive chez le joueur. Quatre types de personnages y sont décrits :

1. **Le personnage guide**, qui accompagne le joueur lors de son premier contact avec le jeu. Il lui offre une somme de connaissances factuelles pour pouvoir interagir avec le monde virtuel. Ce personnage apparaît lors du didacticiel, comme Von Croy dans l'exemple de *Tomb Raider The Last Revelation*. Il peut être aussi représenté sous la forme d'une entité indifférenciée, ou comme un narrateur externe.

2. **Le personnage formateur**, qui forme le joueur à résoudre les premiers problèmes. Ce personnage peut être le même que le personnage guide, bien que le rôle soit différent. Sa disparition met fin au didacticiel.

3. **Le personnage tuteur**, qui intervient en dehors du temps relatif au didacticiel. Son rôle est proche du personnage formateur, mais il s'en différencie pour deux raisons :

   - Il n'intervient que suivant la volonté du joueur, qui gère indépendamment son apprentissage.
   - Il apparaît dans le temps de l'expérimentation libre et apporte des connaissances dites de second niveau.

4. **Le personnage émancipateur**, qui n'intervient pas directement sur les connaissances, mais permet d'accompagner le joueur vers une posture plus réflexive. Son objectif est de suspendre les processus d'identification et de projection du couple joueur/personnage pour forcer le joueur à avoir une vision globale, analytique et critique du jeu. Le but étant d'amener le joueur à lui faire prendre conscience de la manière dont il a joué au jeu, et par extension, de comprendre quels ont été les mécaniques qui ont orientées sa progression.

Qu'ils soient incarnés par d'autres joueurs ou manipulés par des intelligences artificielles, qu'ils soient introduits dans la diégèse comme des narrateurs externes, des entités indifférenciées, ou encore des meneurs de jeu invisibles révélés par l'interface, les personnages se présentent comme des médiateurs de l'expérience ludique et pédagogique du joueur. Ils peuvent accompagner physiquement et verbalement le joueur dans son apprentissage, comme un formateur dans le didacticiel, ou se révéler être des barrières dans la

progression du joueur, comme un opposant dans une situation de jeu, voire encore apparaître comme de véritables émancipateurs qui questionnent directement le joueur sur sa manière de jouer.

Le jeu vidéo, inspiré directement ou indirectement de pratiques pédagogiques ou d'outils informatiques pour l'apprentissage, intègre des mécaniques visant à favoriser l'émergence d'une posture réflexive chez le joueur. Dans le cadre de notre recherche, nous nous focalisons sur le rôle des personnages, incarnés ou non par des joueurs, en vue d'aider à mettre en perspective la prise de décision, que ce personnage communique directement ou indirectement ou joueur. Ce choix nous permet ainsi de questionner l'apport spécifique du jeu dans le cadre de formations, comme dispositif favorisant la réflexivité. Si l'activité de jeu permet donc de développer une telle posture, il faut noter que ce développement est accompagné par des instances internes au jeu, comme les personnages. Mais selon l'objectif du jeu, purement ludique, sérieux ou utile, la finalité de la réflexivité n'est pas la même. Dans quel but questionner le joueur sur sa manière de jouer ? Abt, et plus tard Papert, ont mis en évidence l'intérêt en terme d'apprentissage, explicitant la conception du dispositif permettant de mieux cadrer l'expérience réflexive du joueur. Il s'agit maintenant de savoir comment le jeu sérieux, au travers de ses mécaniques, peut mettre en place de tels dispositifs.

2.2 Jeux sérieux et formations relatives à la prise de décision

La revue de littérature présentée jusqu'ici permet de souligner l'intérêt du jeu vidéo, et du jeu sérieux en particulier, pour analyser la prise de décision du joueur et le conduire à adopter une posture plus réflexive sur son comportement. Avant de pouvoir présenter les problématiques et enjeux d'une méthode pour le développement de jeux visant à aider à mieux comprendre comment une décision peut être biaisée, il est important de délimiter le périmètre relatif aux outils préexistants. Des simulations aux jeux vidéo, cette section positionne la recherche par rapport à d'autres dispositifs de formations.

2.2.1 Intérêt du jeu sérieux comme outil de formation pour la prise de décision

Le potentiel des jeux vidéo n'a été convoqué que récemment dans la formation, en France, de la prise de décision chez des managers [Barth and Géniaux 2010]. Mais indépendamment d'une production florissante sur ce type de formation, peu de jeux sérieux proposent au joueur / apprenant de comprendre les processus relatifs à la manière dont il prend des décisions, alors qu'il s'agit d'un élément déterminant de toute expérience ludique, comme il a été vu en amont.

Il existe de nombreux exemples de jeux sérieux utilisés pour la formation à la prise de décision. Par mesure de simplification, nous proposons de nous focaliser sur les jeux visant à corriger un comportement, comme un jugement biaisé, et ceux utilisés pour aider l'apprenant à mieux développer une posture réflexive. Dans cette optique, la catégorisation suivante, articulée autour de deux pôles, est proposée. Chaque pôle répond à des objectifs précis en termes d'apprentissage :

1. Des jeux sérieux utilisés pour apprendre à prendre une bonne décision.
    - Objectif 1 : Apprendre ou corriger un comportement spécifique.
    - Objectif 2 : Corriger un biais de jugement.
2. Des jeux pour favoriser une prise de décision plus réflexive.
    - Objectif 1 : Encourager la mise en place de pratiques réflexives.
    - Objectif 2 : Aider à développer des stratégies métacognitives.

L'intérêt du jeu sérieux comme outil de sensibilisation et de formation est dès lors considérable. Pour autant, la majorité des jeux sérieux de gestion, qui mettent en scène des prises de décision stratégiques et complexes, se limitent à enseigner au joueur/apprenant une certaine conduite à tenir pour résoudre un problème, sans pour autant lui permettre d'avoir un regard analytique sur sa démarche. Sur la question spécifique de la prise de décision et la correction de la prise de décision des décideurs, les sous-section suivantes vont présenter des exemples de jeux sérieux répondant à ces différents objectifs. Notre intérêt est de mettre en évidence les mécaniques de jeu sous-jacentes et de questionner leur pertinence en regard à notre problématique.

2.2.2 Apprendre ou corriger un comportement spécifique

L'utilisation du jeu vidéo pour l'apprentissage d'un comportement spécifique n'est que très récent dans l'histoire de la formation. Pour rester dans le cadre des outils numériques, les simulations ont régulièrement été mises en avant pour entraîner des populations diverses. Cette sous-section vise à présenter les mécaniques relatives à l'apprentissage d'une certaine prise de décision de ces outils, mais aussi et surtout montrer en quoi les jeux s'en éloignent, notamment dans le but de générer des expériences plus variées et plus propices à la compréhension des mécanismes de jugement.

2.2.2.1 Simulations et Business Games

Les simulateurs sont régulièrement utilisés pour les formations relatives à la décision, notamment pour l'apprentissage de processus stricts conduisant l'utilisateur à intégrer un

comportement spécifique. Que ce soit dans le domaine militaire, médical, administratif, à destination des pilotes de ligne, des enseignants ou des pompiers, ces simulateurs se basent sur le contenu de feuilles de route, qu'ils intègrent dans un environnement virtuel [Sawyer and Smith 2008]. La prise de décision est évaluée à chaque étape, en vue de répondre à des critères relatifs à un domaine.

A titre d'exemple, Chen and Lin [2010] présentent l'utilisation d'un simulateur pour une formation concernant la prise de décision dans la construction de bâtiments publics. La simulation se présente sous la forme d'un logiciel où l'utilisateur peut manipuler en trois dimensions les éléments de construction. L'utilisateur doit gérer l'ensemble d'un projet, jour après jour, comme l'illustre la figure 2.1. La prise de décision est analysée à des instants-clés, vérifiant la validité de processus clé, comme le montre la figure 2.2.

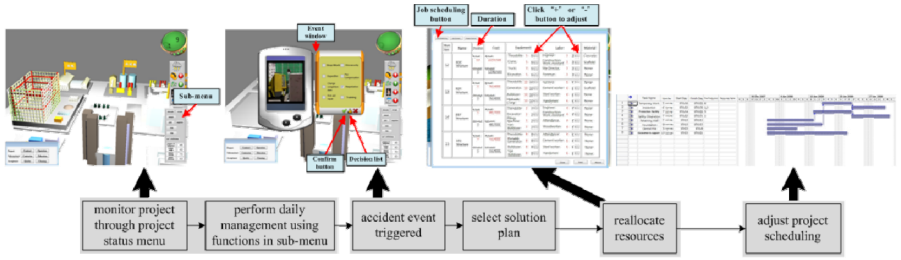


FIGURE 2.1 – Interface du simulateur relative à la gestion quotidienne des projets de construction.

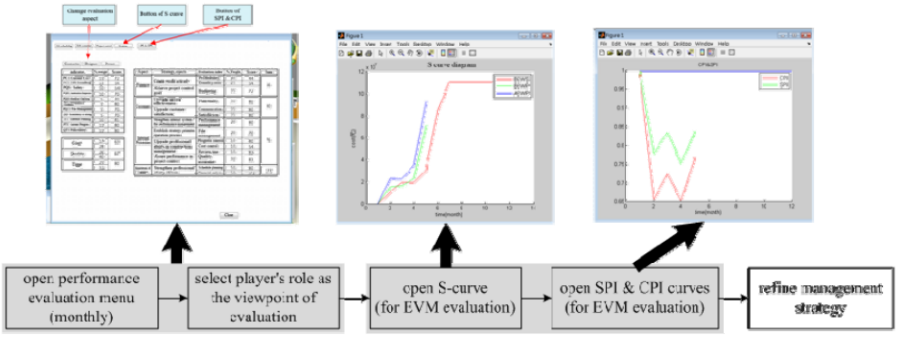


FIGURE 2.2 – Interface du simulateur relative à l'évaluation de l'utilisateur.

Bien que les auteurs considèrent cet outil comme un jeu, il est difficile d'y retrouver les spécifications de l'activité ludique énoncés en section 2.1.1, et ce notamment pour ce qui concerne la caractérisation de la manière dont un joueur prend une décision. Les utilisateurs ont un rôle à jouer, et peuvent aussi expérimenter à loisir. Néanmoins, la finalité de l'utilisation de cet outil étant une validation d'acquis, il semble peu probable que les utilisateurs aient une véritable marge de manœuvre dans la résolution des situations.

La frontière entre jeu et simulation, et encore plus entre jeu sérieux et simulation, est particulièrement poreuse [Sawyer and Smith 2008; Alvarez and Djaouti 2010]. Mark Prensky [2001a] rappelle que si la simulation n'est pas un jeu, car il lui manque des caractéristiques fondamentales permettant d'en faire une activité ludique, tout jeu repose néanmoins sur une simulation :

> « Si un objet (réel ou virtuel) « simule » quelque chose, c'est une simulation. Si un « jouet » « simule » quelque chose, c'est une simulation. Si une « histoire » « simule » quelque chose, c'est aussi une simulation, et si un jeu « simule » quelque chose, c'est tout autant une simulation. [...] Donc les simulations ne sont pas des jeux, quelles y soient intégrées ou indépendantes - elles manquent des éléments structurels comme le plaisir de jeu, l'acte de jouer, les règles, un but, le succès, la compétition, etc. - [...] Il existe de nombreuses bonnes raisons de simuler des choses ou des processus dans le cadre d'un entraînement - comme l'habileté de « pratiquer en toute sécurité » et de faire « comme si » par l'expérimentation. Mais les simulations en soi peuvent facilement, une fois l'effet de nouveauté passé, et si l'attention [ndt : de l'utilisateur] n'est pas récompensée, devenir ennuyantes comme des tests pour l'apprentissage, bien qu'il soit possible d'être dans l'action. » [14] [Prensky 2001a, p. 2]

D'autres objets, à mi-chemin entre le programme e-learning et le jeu vidéo, questionnent la frontière entre la simulation et le domaine du ludique. Les *business games* sont couramment utilisés pour la formation relative à la prise de décision [Prensky 2001b; Edery and Mollick 2008; Barth and Géniaux 2010]. Par exemple, dans le cas de la formation de managers, ces objets mettent en scène des situations critiques, où l'utilisateur doit prendre une décision rapidement, et sans se tromper. Plus narratifs que les simulations pures, ils récupèrent aussi plus d'éléments caractéristiques d'une activité ludique, comme un système de récompense, des objectifs simples et clairs, ou encore des feedback constants. Le rendu visuel peut être moins réaliste, et la fiction peut prendre une place plus importante au travers d'une scénarisation plus complexe. Un exemple de *business game* concernant la formation à la gestion de l'entretien professionnel annuel, *Entretien de Carrière* [KTM Advance 2015] est illustré par la figure 2.3.

Cependant, l'utilisateur n'a, là aussi, que peu de liberté dans la manière de gérer les situations. Il doit suivre à un cheminement spécifique qui est l'objet de l'évaluation. Il est par essence très normatif, puisqu'il répond aux critères de comportements consignés par

14. « So if an object (real or virtual) "simulates" something, it is a simulation. If a "toy" simulates something it is a simulation. If a "story" "simulates" something it is also a simulation, and if a game "simulates" something, it is a simulation as well. [...] So simulations are not, in and of themselves, games - they need all the additional structural elements we have discussed - fun, play, rules, a goal, winning, competition, etc. - [...] There are lots of good reasons to simulate things or processes in training - the ability to "practice in safety" and to do "what if" experimentation being two of them. But simulations in themselves can easily, once the initial novelty wears off, and if attention is not paid, become almost as boring as tell-test training, even though you many be actually doing something. » [Prensky 2001a, p. 2]



FIGURE 2.3 – Interface de dialogue du jeu sérieux *Entretien de Carrière*.

une entreprise, ou un domaine, qui fonde même la conception du jeu sérieux. L'utilisateur ne peut donc remettre en question son jugement, sans questionner par extension les critères de normativité présentés par le jeu et la structure dans laquelle il est utilisé.

Contrairement aux simulations, aux *business games* ou à des dispositifs de type e-learning, les jeux sérieux assurent un apprentissage personnalisé et adaptatif, reposant sur des mécaniques tirées des jeux vidéo. En considérant le jeu sérieux comme un jeu augmenté d'une dimension « utile » [Dupire et al. 2011] ou « sérieuse héritée des simulations » [Alvarez and Djaouti 2010], leur conception intègre autant des experts du domaine ciblé par la formation que des professionnels de la production de jeux vidéo [Marne 2011]. Le processus de production d'un jeu vidéo, et en particulier d'un jeu sérieux, implique l'articulation entre des mécaniques ludiques et des mécaniques liées à l'apprentissage [Rollings and Morris 2005; Salen and Zimmerman 2004], améliorant considérablement l'engagement et la motivation de l'utilisateur dans l'activité pédagogique [Gee 2007; Shaffer 2005].

Devenu joueur, l'utilisateur explore un monde virtuel dans lequel sa progression dans la simulation est couplée à l'apprentissage. Cette progression est motivée par des ressorts ludiques internes à la conception du jeu, comme la montée en niveaux, l'attrait pour la compétition, l'importance du développement social, la recherche de l'expérience optimale, etc. Les objectifs ludiques et pédagogiques sont adaptés et ajustés selon les

connaissances et compétences de l'utilisateur, dont le profil a été défini au cours de l'activité de jeu [Guardiola et al. 2012]. De plus, l'interaction avec les personnages virtuels, qui assurent le rôle de médiateurs, facilite l'acquisition des connaissances chez le joueur. En suivant le parcours du joueur au sein du jeu, il est ainsi possible d'observer avec précision les choix qu'il a réalisés pour résoudre un problème. La finalité n'étant pas de lui indiquer quelle est la meilleure stratégie à adopter face au problème, mais de lui permettre de comprendre comment il a pu résoudre le problème, et comment il peut s'améliorer, même en dehors des situations de jeu, dans un contexte réel [Vaegs et al. 2010]. Il s'agit ici de tout l'enjeu du jeu vidéo, et c'est cette approche que nous choisissons de défendre dans le cadre de cette recherche. Nous écartons ainsi tout objet qui ne peut se défendre d'être un jeu, ou d'être utilisé comme tel.

2.2.3 Corriger un comportement biaisé

En se focalisant sur la problématique spécifique de la correction des biais de jugement en utilisant des outils numériques, très peu de jeux apparaissent au sein de la littérature. A l'inverse, de nombreuses études ont porté sur la mise en place de Systèmes d'Aide à la Décision pour aider l'utilisateur à ne pas réaliser des erreurs de raisonnement [Larrick et al. 2004; Turpin and du Plooy 2004; George et al. 2000]. L'objectif de ces outils est de mettre en évidence certaines informations critiques qui permettront à l'utilisateur de mieux les visualiser, évitant ainsi tout biais relatif au traitement de l'information [Power 2007]. Ces outils peuvent être considérés comme un moyen de générer des feedback supplémentaires au sein de simulations, en vue de faciliter la mise en perspective de la décision. Pour ces raisons, ainsi que celles énoncées en section 2.2.2.1, ces outils sont très éloignés des jeux et ne seront pas détaillés dans les sous-sections suivantes, dédiées à l'apport du jeu vidéo.

2.2.3.1 Jeu sérieux et correction des biais cognitifs

Il n'existe que peu de jeux sérieux dédiés à la correction des biais cognitifs. Les rares exemples sont issus d'un programme de recherche américain financé par l'IARPA (pour *Intelligence Advanced Research Projects Activity*) à destination du secteur de la défense américaine. Deux projets ont abouti à la conception de prototypes fonctionnels, et ont fait l'objet d'évaluations.

MacBeth [University of Oklahoma 2013] est le premier d'entre-eux deux. Il a été développé dans le cadre du *Sirius Program* par l'Université d'Oklahoma et se focalise sur deux biais de jugement spécifiques, à savoir l'erreur d'attribution et le biais de confirmation. L'objectif annoncé est une expérience de correction des biais, et non de sensibilisation aux comportements qui en découlent ; la dimension réflexive est dès lors limitée. Ce jeu sérieux est à destination d'un public particulier, à savoir l'armée américaine dans le domaine du

renseignement [Flach et al. 2012]. Une ouverture à d'autres publics est cependant en cours d'étude.

Le jeu se présente sous la forme d'une enquête à résoudre par plusieurs joueurs. Une menace terroriste est pressentie, les analystes doivent déterminer quand cette menace va être mise à exécution, comment et par qui. Pour y arriver, les joueurs disposent de plusieurs outils, répartis dans différentes sections du jeu, chacune représentant un mini-jeu. Réussir les mini-jeux permet de déverrouiller l'ensemble des informations permettant de résoudre l'enquête. Régulièrement au cours de la partie, des informations concernant les biais ciblés sont présentées aux utilisateurs, accompagnées de conseils pour mieux orienter leur enquête [Dunbar et al. 2013a].

La mesure des biais se fait à partir des mini-jeux, avec comme objectif de vérifier l'impact du jeu sur la compréhension des biais et sur la prise de décision des utilisateurs à différents temps de validation. Les résultats ont montré un réel impact du jeu sur la compréhension des biais et la qualité de la prise de décision des joueurs, comparativement à une présentation vidéo pour le groupe de contrôle [Dunbar et al. 2013b]. Les figures 2.4 et 2.5 présentent les différentes interfaces du jeu *MacBeth*.



FIGURE 2.4 – Capture d'écran de l'interface générale du jeu *MacBeth*

L'autre titre financé par l'IARPA est *Missing : The Pursuit of Terry Hughes* [Carnegie Mellon University and Leidos Inc. 2014], développé par l'Université Carnegie-Mellon à Pittsburgh et Leidos Inc. Le jeu repose sur un gameplay similaire à celui de *MacBeth*, à savoir la résolution d'une enquête et l'analyse d'informations biaisées. Trois biais sont



FIGURE 2.5 – Capture d'écran de l'interface du jeu *MacBeth* relative à la fiche informative d'un personnage.

ciblés dans le cadre de l'étude, à savoir le biais de confirmation, l'erreur fondamentale d'attribution et le biais de la tâche aveugle [Symborski et al. 2014].

Les biais sont présentés au travers de fiches informatives au cours du jeu, et l'évaluation du jugement du joueur se fait au cours de puzzles, à des temps précis du jeu. Par exemple, concernant le biais de confirmation, le joueur doit enquêter en début de partie sur la disparition de Terry Hughes. Une première hypothèse lui est présentée, au travers de personnages non-joueurs comme des policiers. Le joueur doit fouiller l'appartement de la disparue et, en fonction des objets que le joueur examine, le jeu évalue s'il a fait ses choix en fonction de l'hypothèse qui lui a été présentée en amont, privilégiant certaines informations validant l'hypothèse et délaissant celles qui ne la confirment pas. La figure 2.6 présente le rendu graphique du jeu, mettant en évidence une mise en scène plus cinématographique et un rendu en 3 dimensions, contrairement à celui de *MacBeth* basé sur des images fixes.

Au même titre que *MacBeth*, les résultats sur les effets du jeu concernant le débiaisement du joueur sont convaincants à court terme, en les comparant aux effets produits par une vidéo informative décrivant les biais cognitifs. Le panel de participants aux expérimentations a été séparé en deux groupes, l'un utilisant le jeu, l'autre visionnant la vidéo. Cependant, il n'est pas fait mention du profil des participants comme joueurs réguliers ou non de jeux vidéo.



FIGURE 2.6 – Capture d'écran du jeu *Missing : The Pursuit of Terry Hughes.*

Le positionnement de notre recherche par rapport aux jeux *MacBeth* et *Missing* réside dans les problématiques de recherche sous-jacentes à leurs conceptions. Tout d'abord, l'objectif annoncé de ces jeux est de modifier le comportement, en passant par une structure éclatée en plusieurs mini-jeux pour mesurer l'impact des biais à différents temps de la prise de décision. Notre recherche, à l'inverse, a pour but de créer un dispositif visant à le rendre plus explicite au travers d'un biais de jugement. La correction ne se fait pas par une modification directe du comportement, mais par une prise de conscience plus générale sur la manière dont le joueur-décideur prend une décision. Cet objectif implique de vérifier l'existence d'un biais de jugement relatif à la posture du joueur, selon un gameplay spécifique, ainsi qu'une conception orientée sur la réflexivité, une dimension absente des jeux ayant répondu à l'appel à projets de l'IARPA. Il est aussi intéressant de noter que les objectifs de départ des deux projets ont varié entre leur annonce et leurs réalisations, passant d'une expérience de débiaisement à atténuation des effets des biais.

Ensuite, *MacBeth* et *Missing* partent du postulat que le biais de jugement existe chez des joueurs. Leurs travaux ne remettent pas en question l'existence de biais au sein d'une fiction, qu'elle soit vidéoludique ou non par ailleurs, où le joueur peut expérimenter à loisir et s'octroyer un rôle particulier qui ne correspond pas nécessairement à la manière dont il prend une décision dans un contexte réel. Notre proposition est, quant à elle, centrée sur la démonstration de la présence d'un biais de jugement chez le joueur de jeu vidéo, dont ont pourrait expliquer l'origine par certaines mécaniques de jeu. Ce point qui n'a pas été démontré dans leurs études est primordial à notre problématique : la réflexivité passe par la prise de conscience du biais et du cadre dans lequel le biais a émergé.

2.2.3.2 Jeu et expériences de calibration

Plus spécifiquement concernant le comportement d'excès de confiance, certaines études sur la calibration du jugement ont aussi exploré la dimension ludique.

Comme il a été vu en section 1.2.4, les expériences de calibration cherchent à mesurer l'acuité individuelle de l'évaluation probabiliste d'une situation et des effets d'une décision. Par extension, elles permettent d'observer la confiance qu'un individu a en sa prise de décision. Ces expériences proposent aux sujets de classer différentes propositions sur une échelle représentant leur degré de confiance, exprimé sous la forme d'un pourcentage. Suivant les réponses du sujet, il est possible de savoir s'il est en posture d'excès ou de manque de confiance par rapport à sa décision. L'expérience répétée lui permet de mieux calibrer son jugement, et sert d'entraînement sur le long terme [Lichtenstein et al. 1982].

The Credence Game [Critch and Alethia 2012] en est une illustration ludique. Il s'agit d'un jeu développé pour le *Center for Applied Rationality*, cherchant à mesurer la force de croyance du décideur, exprimée par un pourcentage (*credence*). Le jeu se présente sous la forme d'un QCM pour lequel l'utilisateur doit donner la réponse à une question en sélectionnant l'un des deux choix qui lui sont proposés. Puis il qualifie le degré de certitude qu'il a en son choix, sur une échelle de 50 à 99%. L'utilisateur gagne des points pour chaque bonne réponse, et en perd pour chaque mauvaise. Mais suivant le pourcentage de certitude qu'il a renseigné, les points reçus ou perdus sont majorés ou minorés. Par exemple, pour une réponse fausse, l'utilisateur perd plus de point s'il a indiqué qu'il était certain de sa réponse (99%) que s'il ne l'était pas (50%). La figure 2.7 illustre l'interface du jeu relative aux QCM.

Après chaque question, l'utilisateur peut voir sa progression sous la forme d'un graphique. Sur l'axe des abscisses se trouve le pourcentage de confiance, et sur l'axe des ordonnées se trouve son pourcentage de bonnes réponse. Si l'utilisateur est bien calibré, les deux courbes doivent se superposer, faisant se corréler la valeur moyenne de bonnes réponses à la valeur moyenne de sa confiance en son jugement. La figure 2.8 illustre l'interface du jeu relative à l'évaluation du comportement du joueur.

Les questions du *Credence Game* sont relativement simples, et ont toutes une bonne et une mauvaise réponse indiscutables. Elles font pour la majorité d'entre elles appel à la culture générale de l'utilisateur, ici typiquement américain. L'intérêt du jeu est donc plus dans sa valeur démonstrative de l'expérience de calibration que pour son efficacité comme correction du biais, qui n'a pas été démontrée.

Néanmoins, l'un des aspects les plus intéressants du jeu réside dans la mise en place de mécaniques de feedback durant le déroulement de l'expérience, améliorant l'engagement du sujet dans l'apprentissage, le système de score, offrant un feedback direct sur la qualité de la prise de décision, et le bilan présenté sous la forme d'un tableau. L'utilisateur peut y

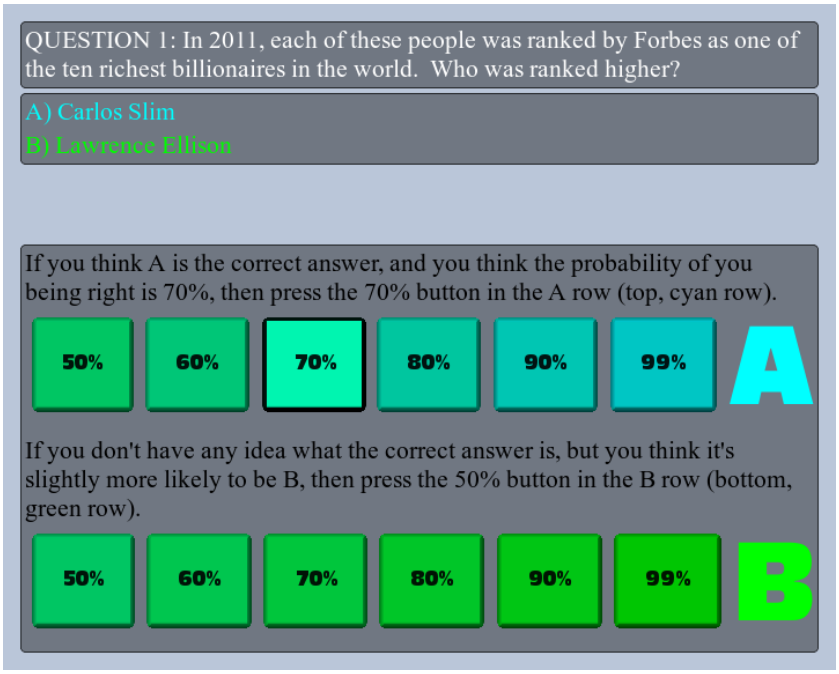


FIGURE 2.7 – Capture d'écran de l'interface relative aux questions du jeu *The Credence Game*.

suivre régulièrement sa progression, lui permettant de se repositionner sur sa performance pour améliorer sa calibration. La dimension ludique de cette expérience en termes d'impact sur les sujets, d'engagement et d'apprentissage, n'ayant pas été l'objet d'études, l'efficacité de ces mécaniques n'a pas été démontrée. Ces deux mécaniques sont centrées sur une autorégulation des processus cognitifs par l'utilisateur même, qui suit sa progression et peut modifier son comportement en fonction de cette progression.

Malgré ses limites, *Credence Game* est un exemple d'expérimentation ludique d'application d'études de calibration. Comme *MacBeth* ou *Missing*, ces expériences sont intéressantes en regard de la problématique de recherche défendue ici. Le choix de leurs mécaniques de jeu sera questionné lors de la conception du prototype.

2.2.4 Encourager la mise en place de pratiques réflexives

Pour encadrer la réflexivité au sein d'activités ludiques, deux approches peuvent être généralement employées :

1. A l'échelle du dispositifs dans lequel le jeu s'intègre.
2. A l'échelle du jeu lui-même, par l'utilisation de mécaniques de jeu spécifiques.

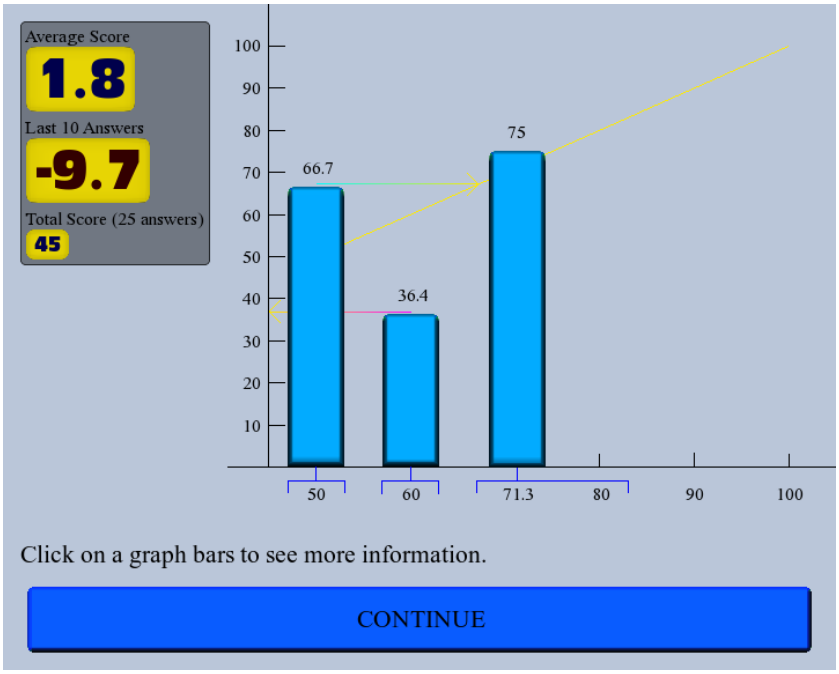


FIGURE 2.8 – Capture d'écran de l'interface relative à l'évaluation du joueur dans *The Credence Game*.

Les sous-sections suivantes vont présenter des exemples de dispositifs ludiques et pédagogiques visant à accompagner le joueur dans la mise en place d'un processus plus réflexif sur sa prise de décision.

2.2.4.1 Jeu de rôle

En commençant à l'échelle du dispositif, et dans un cadre pédagogique spécifique, Sanchez and Jouneau-Sion [2010] ont démontré l'efficacité du jeu vidéo comme expérience favorisant la réflexivité chez des lycéens. L'utilisation du jeu par les élèves a permis de générer des situations pour lesquelles les joueurs pourront s'interroger sur leurs compétences et connaissances en vue de déployer de nouvelles stratégies. Elles ont permis d'améliorer la motivation des élèves ainsi que leur engagement dans l'apprentissage. Leur développement a notamment été favorisé par la coopération entre les joueurs, ou par la mise en place d'un dispositif hors du jeu qui a permis aux élèves de communiquer sur les pratiques.

Les travaux de Clark Abt sur l'utilisation des jeux à l'école reposent aussi sur des mécaniques inspirées du jeu de rôle. Comme nous l'avons vu en section 2.1.4, Abt considère que c'est au travers du jeu de rôle que les étudiants apprendront à se projeter dans des problématiques relative au réel, notamment concernant leurs orientations professionnelles. Abt propose une catégorisation de jeux selon des matières, voire même des thématiques précises qui permettront de synthétiser les connaissances et servir d'évaluation. Chaque

concept de jeu est articulé autour d'une opposition entre deux groupes de joueurs, chacun devant défendre un rôle particulier. A titre d'exemple, la figure 2.9 présente des concepts de jeux pour l'apprentissage de l'histoire et de la géographie.

SOCIAL STUDIES		ELEMENTS COMMON TO SOCIAL STUDIES AND TO GAMES			FORMAL GAMES	
Subject	*Topic*	*Players*	*Objectives*	*Typical Resources*	*Example*	*Type*
History	Civil War	Loyalists *vs.* Rebels in Civil War	Gain support of neutrals	Military power, propaganda		Strategy (sequential player actions that are mutually responsive and stress need for predicting opponent's moves)
		High, low *vs.* middle in High-low poker	Gain support of opposite	Card suites, betting (persuasive) strategy	High-low poker (2 winners)	
	Colonization	Colonizers *vs.* Colonizers	Control colonial region	Power, decision, speed, determination		Showdown (simultaneous player actions depending little on uncertainties of opponent's moves)
		Climbers *vs.* Climbers	Control "mountain"	Power, decision, speed, determination	King of the Mountain	
Geography	Raw Materials Production	Producer *vs.* Producer	Capture market	Location closest to market		Strategy
		Player *vs.* Player	Capture ball	Closest to ball	Soccer	
	Trade Routes	Civilization *vs.* Geography	Get closest to market	Mobility		Showdown
		Players *vs.* Position	Get closest to objective	Movement	Shuffle-board	

FIGURE 2.9 – Exemples de concepts de jeux sérieux pour l'apprentissage de l'histoire et la géographie, par Clark Abt

2.2.4.2 Le rôle de la médiation et les jeux épistémiques

La réflexivité se joue aussi à l'échelle de pratiques professionnelles. Différemment de la réflexivité telle que définie en section 2.1.4, la *réflexion dans l'action* (*reflection in action*), et se joue à l'échelle du décideur qui remet en question la structure dans laquelle la décision a été prise :

> « La réflexion dans l'action c'est apprendre et se développer par l'étude de ce que nous pensons qu'il se passe à de nombreuses occasions, et comment nous pensons que les autres ont perçu l'évènement et ce que nous avons fait, ouvrant nos pratiques par l'observation des autres, et par l'étude de données et

> de textes d'origines variées. [...] La réflexion dans l'action implique de revivre et reconsidérer ; qui a dit et fait quoi, comment, quand, où et pourquoi. Cette réflexion peut conduire à découvrir quelque chose qui n'a pas été vu alors, permettant peut être de savoir comment ce détail a été manqué. » [15] [Bolton 2009, p. 13]

La prise de décision est ainsi un élément central dans le développement de pratiques réflexives chez un professionnel. Le projet *Mirror* [Imaginary 2011], développé par la société Imaginary, est un jeu en trois dimensions à destination des praticiens devant gérer des situations critiques. L'objectif est de permettre à l'apprenant de mieux formaliser les expériences qu'il traverse au cours du jeu, pour être capable d'appliquer les mêmes méthodes dans un contexte professionnel réel [Pannese and Morosini 2011]. Pour ce faire, le jeu sérieux met en scène le modèle développé par Boud et al. [1985] pour faciliter l'émergence d'une pratique plus réflexive, modèle articulé autour de quatre points :

1. Examiner un évènement, un incident ou une expérience qui s'est déjà déroulé.
2. Considérer en détail l'impact émotionnel et cognitif associé à cet évènement.
3. Ré-évaluer l'évènement à la lumière de nouvelles expériences et de nouveaux savoirs.
4. Planifier les changements.

Le jeu met en scène un personnage clé qui va servir de médiateur entre le jeu et le joueur, pour l'aider à développer une posture plus réflexive, en mettant en pratique ce modèle. Après avoir joué une ou plusieurs situations, le joueur doit répondre aux questions d'une infirmière, ces questions visant à conduire le joueur à reconsidérer la ou les situations rencontrées. La figure 2.10 présente l'interface du jeu face au personnage médiateur. Ce n'est qu'en fin de partie que le joueur doit soumettre un rapport, et rejouer des séquences analogues permettant d'observer un changement dans son comportement ainsi qu'une meilleure formulation du problème auquel il a fait face. A ce titre, la figure 2.11 illustre le temps de jeu associé à la rédaction dudit rapport.

Les jeux épistémiques (*epistemic games*), utilisés dans le cadre de formation mises en place par l'Université de Wisconsin-Madison, déploient eux aussi un dispositif dans le but d'orienter la réflexivité de l'étudiant sur des pratiques professionnelles. Ces jeux ne forment pas à une connaissance exhaustive d'un domaine, mais à une connaissance épistémique d'une profession, à savoir une organisation de compétences, connaissances, identités, des

15. Traduction personnelle, texte original : « Reflection is learning and developing through examining what we think happened on any occasion, and how we think others perceived the event and us, opening our practice to scrutiny by others, and studying data and texts from the wider sphere. [...] Reflection involves reliving and rerendering : who said and did what, how when, where, and why. Reflection might lead to insight about something not noticed in time, pinpointing perhaps when the detail was missed. » [Bolton 2009, p. 13]

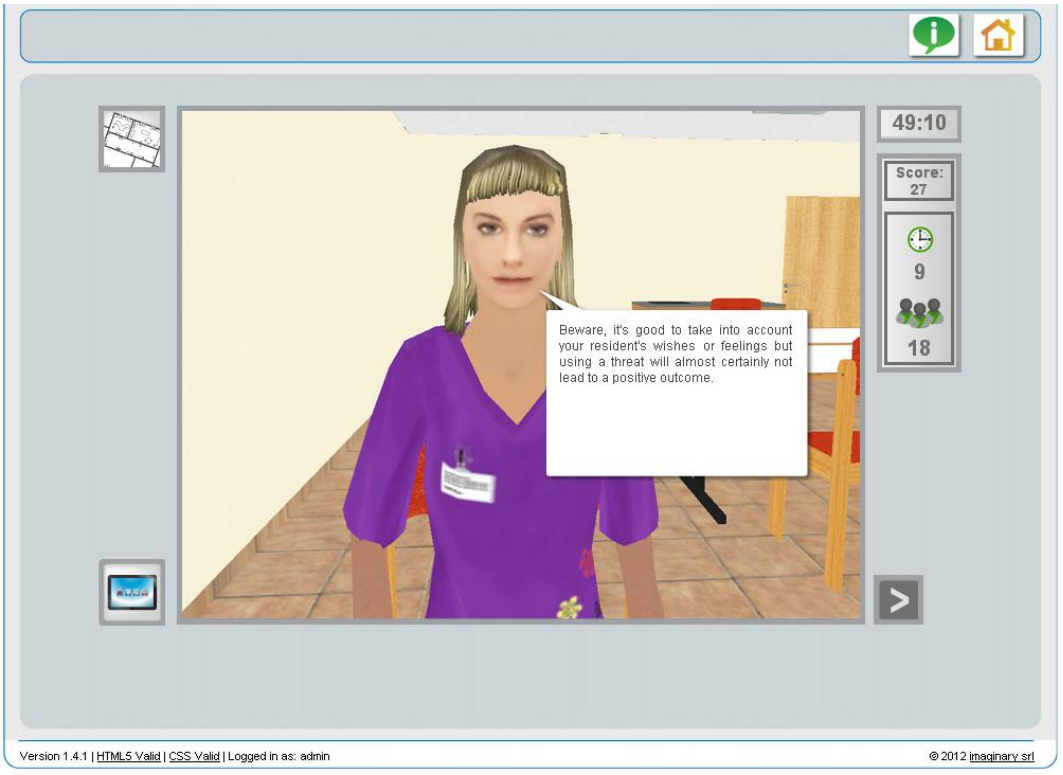


FIGURE 2.10 – Interface du jeu *Mirror* lors des échanges avec le personnage médiateur.

valeurs que des professionnels utilisent pour penser [Shaffer 2005, 2006]. Ils permettent au joueur/apprenant de comprendre la structure d'une profession en pensant comme un expert, et donc de savoir comment ce professionnel articule un savoir bâti par son expérience.

L'apprenant, qui revêt l'habit du professionnel, cherche à comprendre comment pense le professionnel dans un certain cadre, et comment il fait jouer ses connaissances et ses compétences pour aborder une situation. Il est accompagné d'autres joueurs, avec qui il travaille pour résoudre le problème qui leur a été donné. Ils communiquent aussi à distance avec d'autres personnes, présentées comme des aides de jeu, qui s'avèrent être pour la plupart des experts du domaine. C'est notamment au travers des échanges entre les multiples entités, joueurs, experts et enseignants lors de la restitution, que se mesure la réflexivité [Nash and Shaffer 2013]. La manière dont l'étudiant s'octroie puis réutilise un vocabulaire spécifique à un corps de métier, et aussi la façon dont il est capable d'exprimer ses problèmes et de les mettre en perspective, est au cœur de l'approche défendue par Shaffer. A la fois ludique et pédagogique, cette approche n'a pas pour objectif de former des étudiants à un métier. Elle consiste à mettre le joueur dans une posture réflexive, à la fois sur les processus qu'un professionnel met en place dans son quotidien, et aussi et surtout sur sa qualité d'apprenant. Les figures 2.12 et 2.13 présentent l'exemple du jeu épistémique dédié à l'urbanisme, *Land Science* [Epistemic Games 2012], respectivement

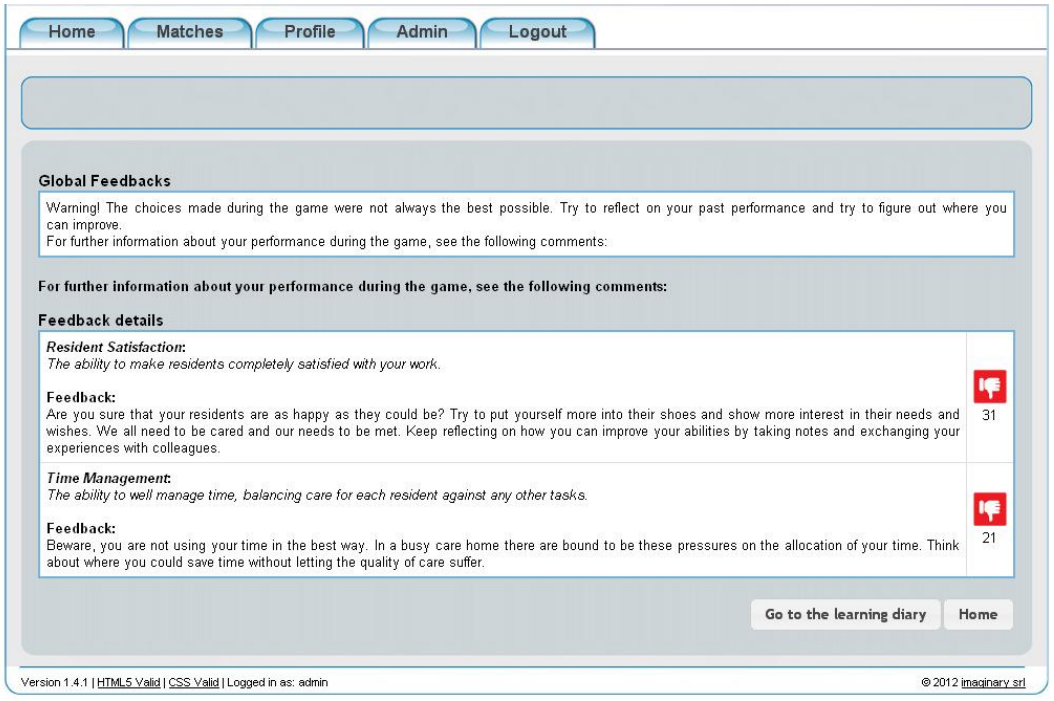


FIGURE 2.11 – Interface du jeu *Mirror* lors de la rédaction du rapport.

l'interface de gestion du territoire et l'interface d'échanges avec les experts et enseignants.

Au travers de ces jeux, et en dehors du dispositif général de formation, il est aussi intéressant de noter la place toute particulière donnée aux personnages. Intégrés dans l'espace de la fiction, ils sont contrôlés par des experts, qui vont transmettre une somme de connaissances et de compétences au travers d'eux, respectant ainsi le cadre de la diégèse. L'étudiant peut ainsi conserver son propre rôle, sans avoir l'impression de faire face directement aux enseignants ou responsables de la formation.

La réflexion dans l'action, bien que focalisée sur des pratiques professionnelles, conduit ainsi à une remise en question des schémas de décision. Ces exemples de jeux sont utilisés dans le cadre de formations visant à sensibiliser, plus qu'à corriger. Néanmoins, il est possible de s'inspirer de leur construction pour étudier plus précisément l'influence de certaines mécaniques de jeu sur le développement d'une posture plus réflexive chez le joueur.

2.2.5 Aider à développer des stratégies métacognitives

A l'échelle des mécaniques de jeu, les effets de stratégies métacognitives intégrées dans des jeux vidéo ont aussi été étudiés. Dans le cas de cette sous-partie, il s'agit, au travers

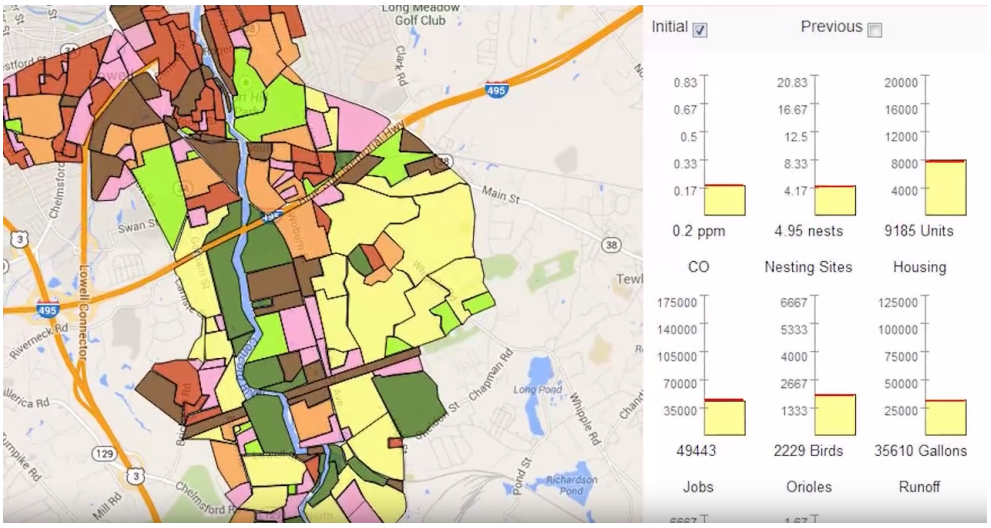


FIGURE 2.12 – Capture d'écran de l'interface de gestion du territoire, tirée du jeu *Land Science*.

d'un exemple spécifique, de voir comment ces stratégies se répercutent dans le jeu, et ce qu'il est possible d'en tirer pour la conception d'un jeu sérieux focalisé sur la compréhension des biais de jugement.

2.2.5.1 Apprentissage et stratégies métacognitives

La notion de stratégie métacognitive se rapporte aux recherches de Flavell [1979], qui présente comme ces stratégies dans le cadre d'un modèle pédagogique visant à contrôler et suivre l'activité de processus cognitifs de l'apprenant. Cela implique de la part de ce dernier de prendre conscience de ce qu'il fait et de comment il le fait, donc de développer une pratique réflexive. Ce modèle a été développé dans le but d'améliorer l'apprentissage chez les plus jeunes, qui sont peu efficaces lorsqu'ils doivent juger de leurs propres compétences et connaissances pour résoudre un problème donné. Le modèle suppose :

1. *Des connaissances métacognitives* : un ensemble de connaissances basées sur les interactions avec le monde.

2. *Des expériences métacognitives* : différemment des connaissances qui se focalisent sur le contenu, les expériences prennent en compte l'ensemble des interactions qui ont pris forme dans un temps et un cadre donné. Il s'agit d'un ensemble d'expériences affectives ou cognitives qui peuvent affecter les connaissances métacognitives.

3. *Des buts* : ensemble d'objectifs pour lesquels ces interactions ont été entreprises.

4. *Des stratégies* : ensemble de comportements mis en place pour atteindre les buts. Les stratégies peuvent être cognitives, où des modifications cognitives sont atten-

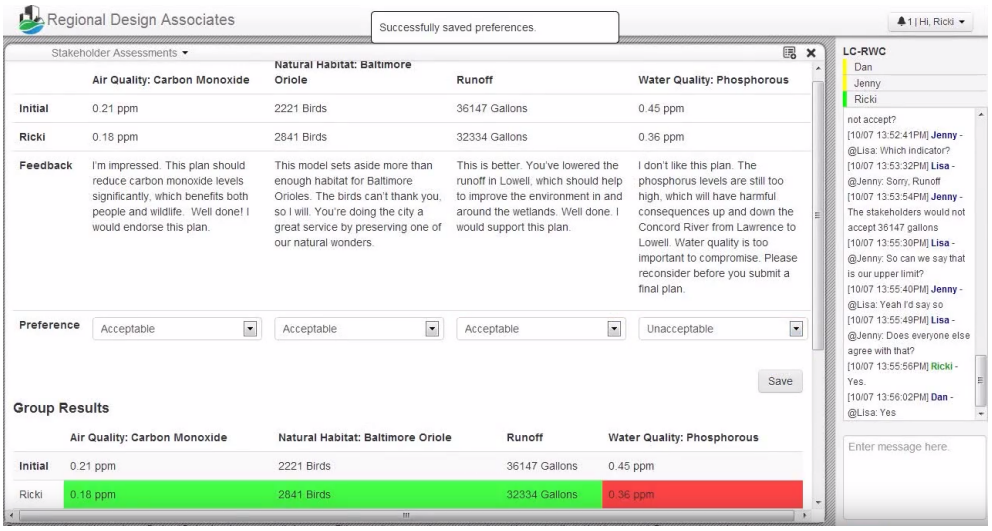


FIGURE 2.13 – Capture d'écran de l'interface d'échanges avec les experts, tirée du jeu *Land Science*.

dues, comme métacognitives, permettant de suivre ces modifications.

Mettre en place des stratégies métacognitives revient à provoquer et suivre des processus cognitifs mis en place pour résoudre un problème auquel fait face l'apprenant. La stratégie métacognitive est à la fois l'aboutissement du modèle et son explicitation. Elle doit permettre à l'apprenant d'utiliser ses habiletés métacognitives pour mettre en place des procédures en vue d'atteindre un objectif spécifique.

2.2.5.2 Intégration de stratégies métacognitives dans le gameplay

Kim et al. [2009] ont vérifié l'impact de trois stratégies métacognitives spécifiques intégrées dans un jeu vidéo commercial de type jeu de rôle en ligne, *Gersang : The Great Merchant* [AK Interactive Co. Ltd. 2002]. Dans ce jeu, les joueurs incarnent des marchands dans la Corée médiévale. Durant une première phase de jeu, ils doivent développer leur activité économique, puis dans une seconde phase, combattre d'autres joueurs pour débloquer de nouveaux objets qu'ils pourront revendre par la suite. Des enseignants en économie encadrent les joueurs, leur présentant plusieurs concepts-clé que les étudiants devront mettre en place au cours de leurs parties. Les stratégies métacognitives utilisées durant l'étude sont :

- **L'auto-enregistrement** *(self-recording)*, une stratégie consistant à enregistrer la partie des joueurs, puis à leur présenter une fois la partie terminée. Les joueurs doivent ensuite vérifier si ce qu'ils ont fait répond bien aux objectifs de la mission,

objectifs qui répondent à des problématiques économiques. Les parties enregistrées sont courtes (10 minutes maximum), et les étudiants transcrivent leurs commentaires sur un journal.

- **La modélisation** *(modeling)* reposant sur l'analyse du comportement d'un joueur par un autre joueur, en vue d'étudier leurs stratégies de jeu. La modélisation se déroule en plusieurs étapes :

  1. Le joueur choisit une mission qui répond aux consignes données par les enseignants.
  2. Le joueur choisit un autre joueur cible à observer.
  3. Le joueur observe le comportement du joueur cible et conceptualise ses propres stratégies de jeu par rapport à celles mis en place par la cible.
  4. Le joueur peut dorénavant jouer de lui-même, en mettant en place les stratégies qu'il a noté à l'étape précédente.
  5. Le joueur évalue l'efficacité de ses stratégies en regard de celles observées chez le joueur cible.

- **La méthode de pensée à voix haute** *(thinking aloud)*, une stratégie populaire en psychologie, consistant à expliciter les actions de jeu entreprise par le joueur en vue d'atteindre ses objectifs et ce, en cours de partie.

L'étude a démontré l'efficacité des trois stratégies métacognitives sur l'habilité des joueurs / apprenants à résoudre des problèmes. Ils ont observé à la fois une monté en compétence des étudiants sur des problématiques économiques, et aussi des joueurs concernant leur performance au sein du jeu. La méthode de pensée à voix haute s'est révélée être la plus efficace, alors que l'auto-enregistrement a été la moins influente. Cela dit, un tel résultat était attendu par les chercheurs qui considèrent que l'auto-enregistrement n'intègre pas de dimension sociale, les joueurs visionnant seuls leurs parties enregistrées, dimension pourtant fondamentale dans ce type de jeu.

Ces différents exemples font état de l'intérêt du jeu vidéo, et du jeu sérieux en ce qui concerne la formation, pour construire des expériences réflexives. Plus que dans ces jeux, l'intrication entre mécanique de jeu et stratégie métacognitive est au cœur de notre recherche. L'aspect social semble aussi déterminant, et ce d'autant plus que l'auto-enregistrement apparaît comme une stratégie moins efficace. Le rôle du formateur, au travers du personnage, l'influence d'autres joueurs, sont des caractéristiques qui doivent alors être envisagées lors du développement du prototype.

Concernant la réflexivité relative à la prise de décision du joueur, et la manière dont il est possible de développer chez le joueur / apprenant un regard plus analytique

et critique sur ses pratiques, l'utilisation de stratégies métacognitives peut être un moyen efficace d'accompagner le joueur à développer une posture plus analytique. Les travaux en psychologie cognitive discutés en section 1.2.4 visant à aider à corriger le comportement d'excès de confiance pourront être discutés en regard à la conception du jeu sérieux. Il devient dés lors nécessaire de se focaliser sur les outils numériques existant pour la formation relative à la prise de décision, dont les jeux sérieux.

2.3 Synthèse

Ce chapitre a présenté l'intérêt du jeu, et du jeu vidéo en particulier, comme outil utile pour analyser la prise de décision, et aussi développer une posture plus réflexive sur la prise de décision même. Nous avons questionné les définitions de l'activité de jeu pour comprendre en quoi la prise de décision est un élément déterminant à la fois pour l'exécution de ladite activité, mais aussi et surtout pour générer un engagement et un plaisir fort chez le joueur.

A partir de ces éléments théoriques, nous avons proposé une caractérisation de la décision au sein de l'activité ludique : elle est articulée autour *d'objectifs clairs*, intégrée dans une progression rythmée par des *défis*, que le joueur peut suivre au travers de *feedback* lui permettant d'en comprendre les caractéristiques, lui offrant *plusieurs résolutions possibles*, dont la finalité ne peut être questionnée et doit être *récompensée*. Cette caractérisation nous a permis tout d'abord de mettre en évidence les éléments fondamentaux de la décision au sein d'un jeu. Elle nous a permis ensuite de pouvoir dresser le profil du joueur pris ici comme décideur. Considérer le joueur comme décideur nous permet de pouvoir analyser son comportement, et en mesurer certains biais, selon les approches présentées dans le chapitre 1.

Nous avons aussi mis en avant l'importance de l'incertitude dans la prise de décision au sein de l'activité ludique. Elle est nécessaire à l'interactivité et au plaisir de jeu qui en découle. Cette incertitude peut être cartographiée selon plusieurs sources, et manipulée en vue d'améliorer l'engagement du joueur.

Ce chapitre a permis aussi de présenter l'intérêt du jeu dans le développement d'une posture plus réflexive. Le joueur / décideur disposant d'une certaine latitude d'expérimentation, peut mettre en pratique à loisir son jugement, selon des critères personnels, en vue de mieux comprendre son raisonnement. Ce travail de réflexivité est développé au travers de dispositifs d'apprentissage, et est accompagné par des instances au sein même de ces dispositifs, comme des médiateurs, des experts du domaine, voire même des personnages de la narration.

Finalement, nous avons présenté, et mis en perspective en regard de nos problématiques de conception, des exemples d'utilisation de jeux sérieux pour la formation à la prise de

décision. Parmi eux, notre attention s'est tout particulièrement portée sur des jeux utilisés pour corriger des erreurs de raisonnement, et ceux utilisés pour placer l'apprenant dans une posture plus réflexive sur sa prise de décision. Nous avons ainsi pu prendre position par rapport à ces dispositifs, qui questionnent finalement peu l'influence des caractéristiques ludiques même dans le processus de compréhension du biais et de sa correction. Ce faisant, notre recherche s'oriente vers des problématiques de conception de jeux dont l'objectif serait d'influencer le comportement du joueur, et en particulier son jugement.

Chapitre 3

Méthodes pour orienter le jugement du joueur

Sommaire

3.1 Les difficultés à prévoir le jugement du joueur 99
3.2 Méthodes de contrôle indirect 104
3.2.1 Contraindre les choix du joueur 105
3.2.2 L'utilisation des objectifs 107
3.2.3 La conception de l'interface 109
3.2.4 Le rendu visuel 113
3.2.5 Le rôle des personnages 115
3.2.6 L'influence de la musique 118
3.3 Propositions pour biaiser le jugement du joueur 120
3.3.1 L'information biaisée 120
3.3.2 Appréciation de la difficulté, effort et confiance du joueur 123
3.3.3 Mesure des difficultés subjective et objective dans les jeux 126
3.4 Synthèse 127

Dans les sections précédentes, il a été vu en quoi le jeu, et le jeu vidéo en particulier, est un outil pertinent pour analyser la prise de décision. Avec les exemples des jeux sérieux, et au travers d'expériences très variées, il a été montré comment ces outils pouvaient conduire le joueur à comprendre et corriger un comportement, voire même limiter les effets des biais de décision. Néanmoins, aucun de ces jeux n'a cherché à savoir si le comportement du joueur était biaisé au préalable, ou s'il pouvait l'être, et comment. Pour répondre à ces interrogations, nous proposons d'orienter cette recherche du côté des théories et pratiques relatives à la conception de jeu, où le contrôle du comportement du joueur est primordial pour s'assurer du bon déroulement de l'expérience ludique.

3.1 Les difficultés à prévoir le jugement du joueur

Lors de la conception de situations de jeu, situations articulées autour de problèmes que le joueur doit résoudre, le concepteur de jeu doit se représenter le problème à l'échelle du joueur : comment ce dernier perçoit et comprend le problème ? Comment peut-il le

résoudre ? Comment aider le joueur à le résoudre ? Finalement, comment guider le joueur durant toute cette phase de prise de décision ?

Les ouvrages de conception de jeu restent assez nébuleux sur ce sujet, et le plus souvent les concepteurs ont recours à des phases régulières de test auprès du public cible, des *playtests*, pour vérifier la bonne compréhension du problème ainsi que sa bonne résolution par le joueur. L'industrie, qu'elle soit dédiée aux jeux de divertissement ou aux jeux sérieux, a besoin de ce type de processus pour valider les étapes de fabrication et aboutir à la commercialisation d'un jeu considéré comme « jouable », dans le sens où aucun élément ne va bloquer la progression du joueur [Rollings and Morris 2005; Adams 2007; Fullerton 2008].

Précédent ces *playtests*, le concepteur doit faire l'effort de se comporter comme un joueur cible en vue de créer une situation intéressante, et plus ou moins contraignante pour que le défi soit suffisamment mobilisateur et engageant. Le concepteur se positionne donc à la hauteur du joueur, et s'imagine en train de juger une situation. Étant généralement lui-même un joueur expérimenté, il peut avec une certaine facilité s'octroyer ce rôle pour concevoir et équilibrer les situations de jeu. Néanmoins, il existe un important biais intrinsèque à ce travail de passage d'un rôle, celui du concepteur, à un autre, celui du joueur cible. Ce transfert risque d'avoir des conséquences sur la manière dont le problème est conçu, puis présenté au joueur final. De plus, même en excluant sa propre expérience de joueur, le concepteur ne peut modéliser fidèlement le comportement du joueur, ou alors par accident. Les ouvrages de conception de jeu ne font pas référence à la modélisation de la prise de décision du joueur à partir des théories psychologies et cognitives. Peu d'études sont aussi dédiées à la définition de tels profils génériques de joueurs. Par défaut donc, le concepteur peut espérer obtenir un comportement spécifique, mais ne peut s'en assurer. Il en ressort un décalage entre ce que le concepteur pense que le joueur peut faire et va faire, et ce que ce dernier va réaliser dans les faits.

Le problème prend par ailleurs une toute autre dimension dans la production d'un jeu sérieux, où un expert du domaine intervient pour aider le concepteur de jeu à modéliser le profil de l'apprenant, et aussi pour apporter des pistes quant à la mise en situation des problèmes [Lavergne Boudier and Dambach 2010; Marne 2011; Djaouti 2011]. D'expérience, il s'agit de pratiques idéalisées voire même biaisées : l'expert est régulièrement un responsable de formation auprès du public cible, mais il ne fait pas pour autant partie du public cible et ne jouera pas au jeu. Il ne peut être considéré comme représentatif du comportement attendu des joueurs, tout comme sa compréhension de l'objet jeu peut s'avérer réductrice.

La conception des problèmes d'une situation de jeu se fait alors sur la base d'une résolution idéale, ou a minima, espérée. Dans le cas de jeux sérieux utilisés pour la formation à la prise de décision, comme il a été vu en section 2.2.2.1, le modèle du joueur est cal-

qué sur celui d'un décideur qui serait capable d'optimiser ses choix en vue de résoudre le problème de la manière rationnelle. Il en est de même pour les jeux de divertissement pur, où le modèle du joueur est basé sur la mise en place d'un déroulement jugé comme optimal par le concepteur [Gee 2003; Salen and Zimmerman 2004; Juul 2013]. Dans la plupart des cas, le comportement du joueur est amené à s'ajuster avec le temps, par essais-erreurs, jusqu'à se conforter aux critères d'optimalité définis lors de la conception. Pour éviter que ce temps d'ajustement ne soit trop long, voire laborieux, les concepteurs usent de moyens pour amener le joueur à mieux juger une situation. Le premier niveau du jeu, servant généralement de didacticiel, est dès lors essentiel pour poser les bases nécessaires au fonctionnement du jeu, et par extension, sur la manière dont le jeu indique au joueur comment il doit prendre une décision.

Un jeu de tir, comme un jeu de plateforme, ou encore de course, nécessite une adresse toute particulière de la part du joueur qui doit analyser rapidement une situation. Il doit réaliser ses choix en vue de générer une action la plus optimale possible afin d'éviter de se retrouver en situation d'échec. Ainsi, il ne peut qu'optimiser ses choix dans un temps circonscrit, ce qui implique d'avoir un retour très rapide sur la qualité de sa décision. En effet, dans ce genre de jeux, les effets de la prise de décision sont visibles à court, voire très court terme. La figure 3.1 représente une cartographie du premier niveau du jeu *Doom* [id Software 1993]. Le plus court chemin pour atteindre la fin du niveau depuis le point de départ est dessiné en jaune. Ce tracé, pourtant le plus direct, est loin d'être optimal puisqu'il ne permet pas au joueur de récupérer l'ensemble des objets bonus, ou de se débarrasser de tous les personnages opposants. A ce titre, ce tracé ne permet d'explorer qu'un partie réduite du niveau de jeu. Pour autant, c'est bien celui que le joueur risque de prendre lors de sa ou ses premières tentatives. Les critères d'optimalité sont donc très mouvants selon le degré de connaissance du jeu et de ses mécaniques, comme ici où le joueur a une vision réduite de la carte de jeu faute d'informations supplémentaires, mais aussi selon le point de vue de celui qui joue. Si l'objectif du joueur diffère de celui du concepteur, que cela soit prévu par la simulation ou non, il y a de fortes chances pour que le parcours optimal ne soit pas le même pour le joueur et le concepteur. Il devient alors difficile de prévoir la prise de décision du joueur, et tout le but du concepteur de niveaux sera de contraindre le comportement du joueur en vue de le conduire à juger une situation comme prévu lors de la production du jeu.

Il en est de même dans le cas où, par définition, il ne peut y avoir qu'une seule solution nécessairement optimale, comme les *jeux de puzzles* [Salen and Zimmerman 2004] [Fullerton 2008]. Le joueur doit se plier à cette solution s'il veut passer le niveau et découvrir un nouveau puzzle, encore plus complexe. Différemment des genres présentés auparavant, la prise de décision n'est pas nécessairement contrainte dans le temps et l'espace. Les informations disponibles en vue de résoudre le problème sont visibles sans que le joueur n'ait à fournir un effort supplémentaire, et rien en dehors de la résolution même du puzzle ne vient ralentir la progression du joueur. A titre d'exemple, la figure 3.2 illustre l'ensemble d'un puzzle, découpé en plusieurs étapes pour assurer une progression fluide et constante,

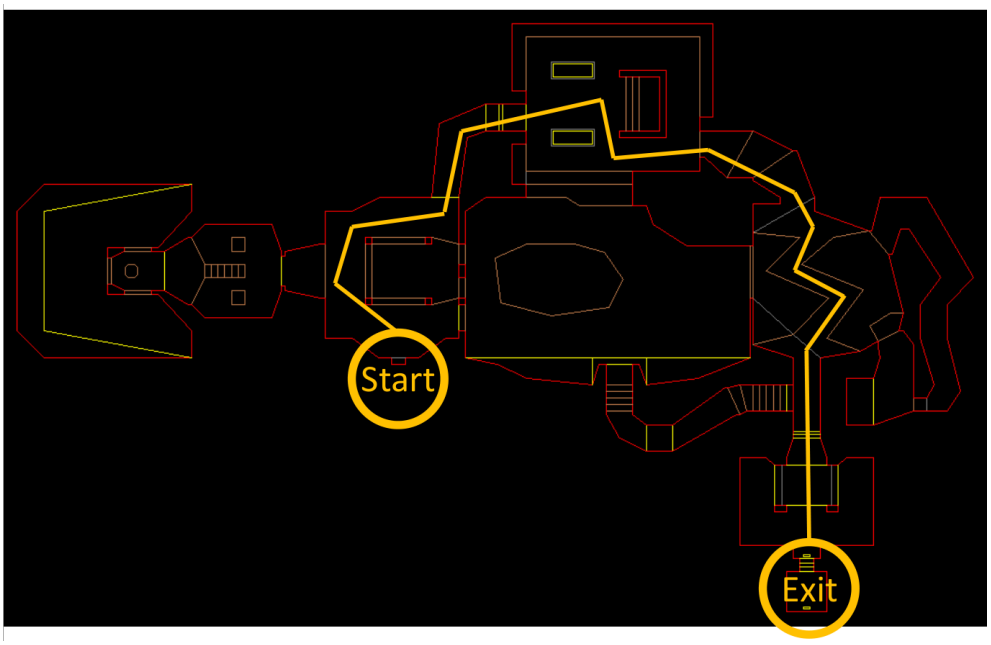


FIGURE 3.1 – Carte du premier niveau de *Doom*, affichant le tracé le plus court pour rejoindre la fin du niveau.

mis en scène dans le jeu *The Witness* [Blow and Thekla Inc. 2016]. Au même titre que pour le jeu de plateforme ou de tir, la prise de décision du joueur est aussi adressée selon des critères d'optimalité : les choix à réaliser en vue de trouver la solution répondent à un caractère d'optimisation, comme par exemple, trouver la solution en le moins de tentatives possible.

Ces différents jeux ne sont pourtant pas à l'abri de l'émergence de nouvelle solutions optimales, non prévues par le concepteur de jeu. Dans un cas, comme il a été vu, il peut s'agir d'un manque d'appréciation de la part du concepteur quant au caractère réellement optimal de sa conception du problème, lié à une mauvaise interprétation du jugement du joueur ; dans un autre, il peut s'agir de l'émergence d'une nouvelle solution à partir de défauts techniques non corrigés avant la commercialisation du jeu. Un exemple célèbre repose sur l'utilisation d'un bug graphique dans *Super Mario 64* [Nintendo EAD and Miyamoto 1995], qui permet au joueur d'accéder à une partie du niveau, alors que sa progression dans la narration lui bloquait l'accès.

Pour ces raisons, la question pour un concepteur de jeu n'est finalement pas de savoir comment prévoir au mieux le comportement d'un joueur, mais de chercher à cadrer suffisamment le déroulement de l'expérience pour que le joueur s'exécute comme attendu.

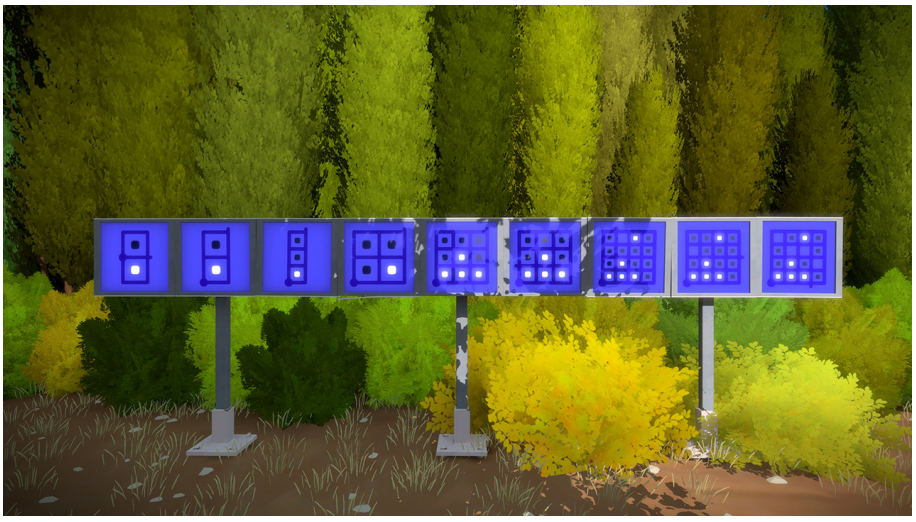


FIGURE 3.2 – Découpage d'un puzzle dans *The Witness* pour accompagner la progression du joueur.

A l'échelle de la conception de jeux, prévoir le comportement du joueur, et en particulier pour savoir en avance la manière dont ce dernier juge une situation en vue de prendre une décision, reste une problématique critique. Le concepteur ne peut s'assurer de prévoir un comportement spécifique chez le joueur, que ce soit parce qu'il n'en a pas les capacités ou parce que la simulation peut se révéler défaillante techniquement. La prise de décision éprouvée par le joueur risque d'être en décalage avec celle attendue par le concepteur. Les critères d'optimalités qu'il a établis sont donc discutables puisqu'ils dépendent du cadre dans lequel la prise de décision est observée. Néanmoins, si ce décalage est bien réel, les bons jeux vidéo ne souffrent pas de problèmes de conception de situations de jeu. Pour arriver à maîtriser au mieux le déroulement de l'expérience de jeu, les concepteurs utilisent des méthodes visant à contraindre le comportement du joueur. Ces méthodes ne permettent pas toujours de pouvoir s'assurer la manière dont le joueur va juger une situation. Cependant, elles permettent un meilleur contrôle du déroulement du jeu. Certaines de ces méthodes sont présentées en suivant, dans la section 3.2.

De telles problématiques font aussi écho aux travaux en psychologie cognitive, présentés en section 1.1.2, où il a fallu concevoir des situations précises pour aider à comprendre comment un individu prenait une décision, et en l'occurrence, comment un individu utilisait des heuristiques de jugement. Pour cette recherche, qui vise à expliciter les mécanismes de décision du joueur, nous reprenons la méthodologie employée par le programme heuristiques et biais en vue de mettre en évidence l'utilisation d'heuristiques au travers des erreurs de raisonnement. Nous cherchons, pour cela, à orienter le jugement du joueur pour le conduire à réaliser une erreur de raisonnement,

à l'aide des méthodes de contrôle appliquées lors de la conception de situations de jeu. Au même titre que les chercheurs du programme heuristiques et biais, nous étudions des moyens visant à contraindre le comportement du décideur, ici, le joueur.

3.2 Méthodes de contrôle indirect

Pour contraindre le comportement du joueur, les concepteurs ont généralement recours à des astuces, au mieux à quelques règles relatives à la conception même du niveau d'un jeu, sans jamais formaliser de méthodologie propre à ces problématiques. Jessie Schell, concepteur de jeu et théoricien, est l'un des rares à avoir formalisé de telles méthodes de conception, sous le termes de « méthodes de contrôle indirecte du joueur » [Schell 2008, p. 284]. Il en propose six pour aider à circonscrire le comportement du joueur :

1. Contraindre les choix du joueur.
2. L'utilisation des objectifs.
3. La conception de l'interface.
4. Le rendu visuel du jeu.
5. Le rôle des personnages.
6. L'influence de la musique.

Schell précise que l'utilisation de ces méthodes doit rester la plus subtile possible, pour éviter que le joueur ait la sensation d'être sur des rails, où tout lui serait imposé, rendant ses choix superficiels. Au contraire, ces méthodes doivent permettre au joueur de mieux profiter de l'expérience de jeu, dans le sens où elle correspond le plus possible à ce que le concepteur a envisagé, tout en laissant au joueur une sensation de liberté nécessaire à l'activité de jeu.

Dans l'objectif de mieux illustrer l'intérêt de telles méthodes, nous choisissons de souligner les propositions de Schell aux travers de deux exemples de jeu, *Doom* et *Papers, Please*. Comme il a été vu, *Doom* [id Software 1993] est un jeu de tir à la première personne, le premier a avoir donné ses lettres de noblesse au genre. Il reste aujourd'hui encore exemplaire pour la conception de tels titres. *Papers, Please* [Pope 2013] est quant à lui un jeu plus récent, abordant des problématiques politiques et sociales au travers d'une satyre sur le fonctionnement d'un poste frontière dans une dictature factice d'Europe de l'est. Il s'agit d'un jeu de gestion, où la prise de décision est plus minutieuse et complexe en termes de stratégie à long terme, et où l'analyse d'informations est centrale. A noter que

suivant le cadre dans lequel il est utilisé, *Papers, Please* peut aussi être considéré comme un jeu sérieux de sensibilisation.

Le choix de ces jeux, radicalement différents dans leur approche du gameplay, permettent de nous focaliser sur deux dimensions de la prise de décision :

- Dans le cas de *Doom*, nous nous focalisons sur *une prise de décision rapide, intuitive, basée sur l'adresse du joueur et sa faculté à analyser dans l'action les éléments utiles d'une situation de jeu.*
- Dans le cas de *Papers, Please*, nous nous focalisons sur *une prise de décision plus réfléchie, basée sur l'analyse de textes, en vue de résoudre des problèmes moraux, dont les conséquences peuvent s'observer sur le long terme.*

Les différentes méthodes de contrôle indirect sont détaillées et illustrées par ces deux jeux dans les sous-sections suivantes.

3.2.1 Contraindre les choix du joueur

Schell propose comme première méthode de contraindre les choix du joueur par la manière dont les problèmes lui sont présentés. Il se base sur un exemple simple : dans un cas, un joueur doit choisir une couleur en ayant la possibilité d'inscrire le nom de n'importe quelle couleur dans un champ ; dans un autre cas, le joueur doit réaliser le même choix, mais où le nombre de couleurs est limité par le système, et est donc imposé au choix du joueur.

Cette méthode est couramment utilisée dans les jeux, mais aussi dans d'autres médium. Dans le cas des expériences de calibration par exemple, comme il a été vu en section 1.3.2, les choix présentés au participants sont volontaires limités, en vue de mieux mesurer le comportement d'excès de confiance en évacuant toute mauvaise interprétation de la réponse. Limiter le choix permet d'obtenir une réponse claire, sans équivoque, en supposant que le joueur ou le participant ait bien compris la question.

En partant d'exemples simples, mais fondamentaux, au sein de ces deux jeux, il est possible de retrouver comment les concepteurs ont mis en place une telle méthode de contrôle.

Dans *Doom*, il suffit de déposer une arme précise juste en amont d'une nouvelle zone pour souffler au joueur l'idée de s'en servir pour résoudre la situation de jeu qui suit. A une échelle plus large pour la conception du niveau, la gestion du parcours met aussi en évidence l'utilisation de choix limités en vue de contraindre le comportement du joueur. En reprenant la cartographie du premier niveau présentée avec la figure 3.1, il est possible d'observer au milieu sur la droite une zone conçue en zigzag. Il s'agit d'un pont au dessus d'une mare d'eau radioactive qui, lorsque le joueur la touche, entraîne une importante

perte de points de santé. Le joueur a donc tout intérêt à suivre ce tracé en zigzag pour ne pas tomber. La figure 3.3 montre cette zone du niveau du point de vue du joueur. De plus, en ajoutant deux ennemis en bout de cette zone, dont l'un en hauteur et donc clairement hors de portée, les concepteurs forcent le joueur à faire le choix de ce déplacer en zigzaguant pour éviter les tirs ennemis, tout en arrivant à rester face à eux pour les garder au centre de leur champ de vision et donc à terme, de les éliminer. Le choix du joueur est donc ici sur-contraint physiquement, puisque s'il ne veut pas perdre un point de santé, il est obligé de suivre le tracé qui lui est indiqué.

L'intérêt pour les concepteurs est ici d'apprendre au joueur à utiliser les déplacements latéraux. Il s'agit donc d'une zone dédiée à l'apprentissage d'une compétence précise, dont la conception force le joueur à mettre en pratique les actions demandées.



FIGURE 3.3 – Zone en zigzag du premier niveau *Doom* poussant le joueur à apprendre les déplacements latéraux.

Papers, Please est encore plus exemplaire de cette méthode de contrôle indirecte. Dans ce jeu, toute prise de décision du joueur, quel que soit son contexte, sa valeur morale ou encore sa dimension politique, est mise en scène par un choix binaire : valider ou non l'entrée sur le territoire d'un individu. Cette action est représentée par deux tampons, un rouge pour refuser la demande d'entrée sur le territoire (*Denied*) et un vert pour la valider (*Approved*), que le joueur doit imprimer sur le passeport d'un ressortissant. Le choix ne peut être plus contraint et pour autant, il n'en est pas moins complexe. Réduire ainsi le choix du joueur implique de le forcer à se positionner dans un extrême, alors que les situations de jeu présentent des cas où un jugement moins arbitraire est nécessaire. Il y a donc un décalage entre ce que le joueur juge d'une situation et son champ d'action, considérablement simplifié, décalage qui va générer un certain inconfort.

Contraindre le choix du joueur permet ici de l'amener à se questionner sur la manière

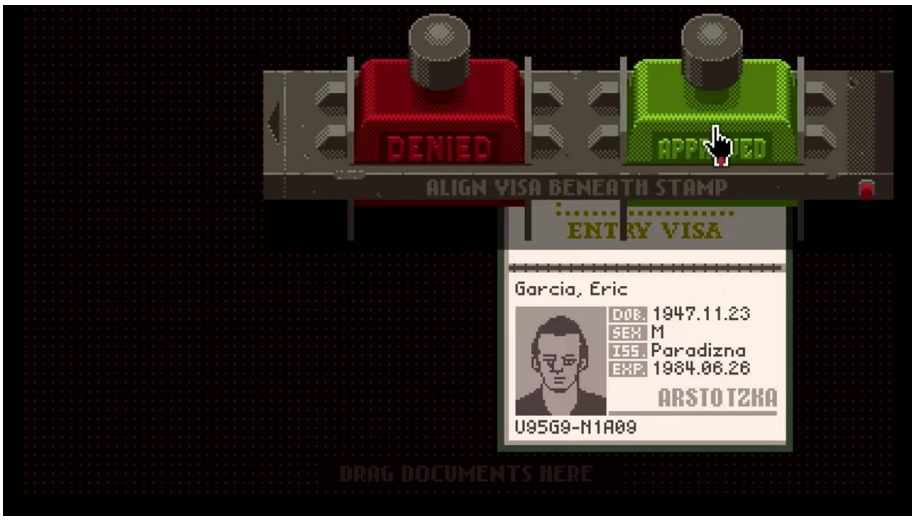


FIGURE 3.4 – Sélection de l'interface du jeu *Papers, Please* relative à l'utilisation des tampons pour valider ou refuser l'entrée sur le territoire.

dont il a jugé une situation.

3.2.2 L'utilisation des objectifs

Une autre méthode consiste à donner des objectifs précis au joueur, puis d'accompagner sa progression d'informations qui vont indiquer au joueur comment suivre cet objectif. Schell prend comme exemple l'objectif « Va récupérer des bananes », puis il place sur une maison au sein du jeu un indice qui pointe clairement vers le fait que cette maison recèle de bananes.

Au delà du caractère relativement simple de cet exemple, Schell précise néanmoins que ces objectifs doivent apporter au joueur le sentiment que les actions qui en découlent sont cohérentes avec le monde. Le soucis de cohérence permet de conduire le joueur à mieux s'intégrer dans l'univers du jeu. La nature de l'objectif, mais aussi la manière dont il est présenté, peut induire un certain sentiment de responsabilité.

Doom et *Papers, Please* sont deux jeux qui cachent volontairement leurs objectifs. *Doom* est présenté comme un jeu d'action, où un joueur encore inexpérimenté pourrait penser que l'objectif est de détruire le plus de monstres possibles. En réalité, *Doom* est un jeu de labyrinthe, où le but est de trouver la sortie le plus vite possible, et en un seul morceau. Les personnages opposants ne sont là que pour ralentir la progression du joueur. Il en est de même pour *Papers, Please*, qui n'est pas un simulateur de poste frontière, mais un jeu de gestion biaisé, où le système de jeu pousse le joueur à l'échec ou à la faute, pour le questionner moralement sur la finalité de ses choix. Il y a donc, pour ces jeux, un choix de conception volontaire d'entretenir un flou autour des objectifs du jeu, tout du moins

dans un premier temps.

Dans le cas de *Doom*, il faut attendre la fin du premier niveau pour découvrir qu'il existe des objectifs secondaires à celui de sortir vivant du labyrinthe, à savoir : finir le niveau en le moins de temps possible, détruire le plus de monstres possibles, trouver tous les objets du niveau. La figure 3.5 montre l'écran de synthèse de la progression du joueur en fin de niveau, où il peut découvrir le taux de complétion des objectifs secondaires.



FIGURE 3.5 – Ecran de fin de niveau de *Doom*, présentant le niveau de complétion des objectifs secondaires.

Chacun de ces objectifs secondaires implique une manière différente de jouer le niveau, manières qui parfois ne peuvent être associées. Par exemple, pour ce premier niveau, il est extrêmement difficile de collecter tous les objets et de tuer tous les montres en essayant de battre le record de temps passé dans le niveau, qui est de 30 secondes de jeu. La variété de ces objectifs implique donc des styles de jeu différent, et aussi une gestion des situations particulière pour chacun. Cependant, le joueur reste libre de répondre à un ou plusieurs de ces objectifs secondaires, tant qu'il répond à l'objectif principal en trouvant la sortie du labyrinthe.

Il en est de même dans *Papers, Please*, où le résultat des actions du joueur, présentée en fin de niveau, et donc en fin de journée dans la diégèse, dévoile les objectifs de gestion du citoyen garde frontière. Il doit dépenser l'argent amassée dans la journée pour la location d'un appartement, gérer les dépenses relatives au chauffage, à l'achat de nourriture et de médicaments pour garder sa famille en bonne santé, comme le montre la figure 3.7.

Il existe aussi une autre source d'informations complémentaires permettant la définition des objectifs. Chaque début de journée présente la une du quotidien local, représentée

par la figure 3.6. Ces unes ne sont pas anecdotiques et révèlent des informations sur la politique du gouvernement. Ces informations peuvent renforcer les objectifs du jeu, soit en offrant au joueur une analyse plus fine des attentes de l'administration, soit en lui donnant l'opportunité de comprendre certains éléments de politiques extérieure qui peuvent nuire à la dictature en place. C'est donc au joueur d'interpréter au mieux ces unes pour orienter propres choix.



FIGURE 3.6 – Exemple d'une des une du quotidien local dans *Papers, Please*.

Mais contrairement à *Doom*, ces objectifs ne supposent pas une manière spécifique de jouer. Au contraire, puisqu'ils sont flous, et ne décrivent pas directement des processus de jeu, le joueur peut juger de la manière dont il va récupérer de l'argent au cours de la journée. Il peut jouer au fonctionnaire zélé, obtenant une augmentation de sa hiérarchie, ou au contraire profiter du marché noir des passeports pour récupérer une somme plus importante. Les conséquences morales qu'impliquent ces choix de jeu restent à l'appréciation du joueur, tout en sachant qu'aucun de ces choix n'est satisfaisant à long terme : l'administration en demandera toujours plus au joueur, quitte à le pousser à tirer lui même sur les personnes qui passent en force la frontière ; les voisins du personnage-joué pourront le dénoncer aux autorités parce que le joueur n'aura pas fait profil bas, dépensant une trop grosse somme d'argent pour sauver sa famille.

Il n'y a donc pas de manière optimale de jouer à *Papers, Please*, du moins pas optimale selon les critères moraux de chacun. Le flou relatif sur la manière de répondre au mieux aux objectifs est justement ce qui conforte le jeu dans sa dimension critique, voire politique.

3.2.3 La conception de l'interface

D'après Schell, les joueurs attendent d'une interface qu'elle soit la plus claire et complète possible pour les aider dans leur progression. Schell précise néanmoins que l'interface



FIGURE 3.7 – Synthèse des actions du joueur après une journée de travail au poste frontière dans *Papers, Please*.

doit être capable à la fois de générer des attentes chez le joueur, en termes de possibilité de jeu, et de répondre à ces attentes. Dans cette optique, l'interface oriente le comportement du joueur, et dans certains cas, son jugement des situations. L'auteur prend l'exemple des jeux musicaux utilisant des objets réels comme interface, par exemple une guitare ou une batterie en plastique, reliée à la console ou à l'ordinateur. La conception de ces instruments factices est certes calquée sur un modèle d'instrument existant, pour que le joueur croit jouer dudit instrument, mais met en évidence des caractéristiques uniques pour cadrer l'expérience de jeu, comme la position des boutons, le choix des couleurs, etc. Le joueur se comporte donc comme s'il jouait vraiment de la guitare ou de la batterie, mais son expérience est contrainte par la conception même de l'instrument, pour réaliser une performance spécifique au cadre du jeu.

Bien qu'il ne soit pas le premier jeu de tir à la première personne, *Doom* est clairement celui qui a le mieux codifié le genre [Kushner 2004; Donovan 2010]. Compte tenu du gameplay orienté sur l'action et la prise de décision rapide, l'interface de jeu est pensée pour permettre au joueur d'avoir toutes les informations sous la main pour faciliter le jugement des situations. La difficulté tient donc en la manière dont le joueur va réagir rapidement, et non uniquement dans la collecte des informations relatives à une situation.

Les figures 3.8 et 3.9 présentent les processus que le joueur doit mettre en place pour survivre face à un ennemi : (a) il doit reconnaître un opposant, et donc analyser ses caractéristiques ; (b) il doit vérifier s'il a les ressources nécessaires pour vaincre cet opposant, sans perdre ; (c) et finalement, il doit détruire l'opposant en le visant et tirant. L'interface du jeu est ainsi détaillée, parce qu'elle cherche à offrir au joueur le plus d'informations possibles pour qu'il fasse un point sur l'état du jeu à un temps donné. Dans le cas de *Doom*,

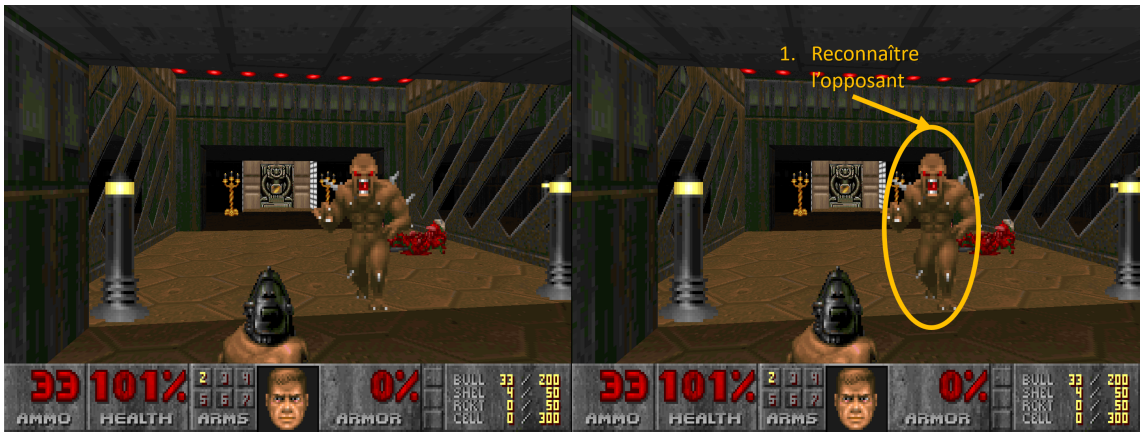


FIGURE 3.8 – A gauche, vue tirée du jeu *Doom*, le joueur face à un ennemi. A droite, première étape en vue de prendre une décision face à un personnage, ici reconnaître l'opposant.

plusieurs éléments de l'interface sont d'ailleurs redondants. L'état de santé du joueur, exprimé en pourcentage, est doublé d'une schématisation plus grossière de cette variable, représentée par la tête du personnage-joué qui évolue selon les dégâts provoqués par les ennemis. Cet élément d'interface offre un feedback moins précis, mais apporte une information supplémentaire, à savoir la direction depuis laquelle le coup est porté à l'attention du joueur, puisque le personnage oriente sa tête en fonction, comme le montre la figure 3.10.

Ce rendu est loin d'être réaliste, et encore moins cohérent avec la diégèse. Rien ne justifie la présence de telles variables chiffrées à l'écran, et le personnage n'est pas censé y avoir accès. Il est intéressant de noter que ce type d'interface a évolué, délaissant de nombreuses informations jugées comme inutiles, et ce d'autant plus que le joueur n'a pas le temps de les parcourir lorsqu'il est plongé dans le feu de l'action. A titre d'exemple, la figure 3.11 présente l'évolution de l'interface avec le dernier opus de la série *Doom*, sorti en 2016 [id Software 2016], qui présente une interface particulièrement réduite. Les éléments d'information qui ne sont pas utilisés disparaissent de l'écran, comme les objectifs secondaires si aucun n'est atteint, ou encore les sous-titres de dialogues avec d'autres personnages non joueurs. Plus important encore, la présence de cette interface est explicitée dans le scénario du jeu, puisqu'elle n'apparaît qu'une fois que le joueur a récupéré l'armure et le casque du personnage-joué. L'interface apparaît tel un HUD au niveau du regard du personnage, en sur-impression sur les éléments de décors.

Papers, Please est un jeu basé sur la collecte et la recherche d'informations en vue de résoudre une série de puzzles relativement simples, dont la résolution dans la diégèse consiste à laisser entrer ou non un individu sur le territoire. L'approche du jeu est réaliste, bien que très stylisée. L'interface doit s'équilibrer entre un rendu cohérent avec la

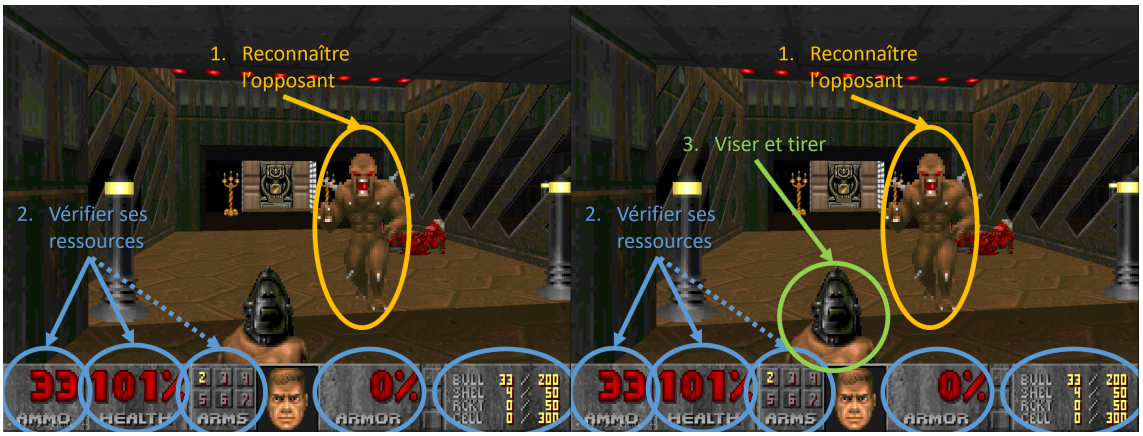


FIGURE 3.9 – A gauche, deuxième étape dans la prise décision face à un personnage opposant, vérifier ses ressources, dans le jeu *Doom*. A droite, dernière étape en vue de choisir d'agir face à un ennemi, ramener le viseur sur l'opposant.

représentation d'un poste frontière, tout en orientant le jugement du joueur sur certaines informations plutôt que d'autres. Les choix de conception de Lucas Pope sont, à ce titre, exemplaires pour leur pragmatisme mais aussi leur élégance. L'entièreté des décors du jeu se limitent au poste frontière en lui même : le bureau, l'alcôve destinée à recevoir les potentiels entrants sur le territoire, et une vue de la zone de transfert. Pour agréger ces trois vues sur un seul écran, sans que le joueur n'ait à réaliser une quelconque action pour passer d'un mode de vue à un autre, Pope a privilégié une mise en scène irréaliste mais, tout du moins, cohérente. Comme le montre la figure 3.12, il est impossible pour le personnage d'avoir un tel point de vue sur les trois zones définies en amont. Pour voir son bureau de la sorte, le personnage-joué devrait être debout sur sa chaise, la tête penchée en plongée totale vers le bas de son corps. De même pour la zone de transfert, dont le point de vue implique que le joueur se trouve très en hauteur, dans un mirador par exemple, alors que son personnage est toujours présent dans le poste frontière, effectuant ses contrôles. Seule l'alcôve a un rendu réaliste du point de vue d'un douanier.

Chaque zone implique un champ d'interactions spécifiques, le bureau étant dédié à la recherche d'informations. A ce titre, son traitement est aussi exemplaire dans la mise en scène de l'information, à partir d'une idée de conception simple mais efficace : il est possible de poser les pièces d'information les unes sur les autres. Ainsi, face à la modeste taille de l'espace et au nombre de documents nécessaires pour valider l'entrée sur le territoire, le joueur n'a pas d'autres choix que de les entasser. Avec les mouvements de la souris, il peut les faire glisser les uns sur les autres, les stocker dans un coin du bureau, quitte à les oublier. L'information n'est donc pas cachée par le concepteur au sein d'un puzzle alambiqué, elle est dissimulée par le joueur lui-même, faute d'avoir suffisamment d'outils pour la trier. De fait, son jugement des informations peut non seulement être biaisé par le contenu même de l'information, puisque de faux documents peuvent lui être présentés, mais aussi et surtout parce que le joueur ne prend pas le temps de bien la sélectionner



FIGURE 3.10 – Les différents états du visage du personnage-joué de *Doom* suivant les dégâts qu'il a reçus.

physiquement.

3.2.4 Le rendu visuel

L'influence du rendu visuel sur le comportement du joueur est approchée par Schell autour de la question de la conception des niveaux de jeu. Comment guider le regard du joueur au travers du niveau, dans le but de l'aider à traverser celui-ci, ou encore de chercher à le piéger ? Schell s'inspire des travaux réalisés par des scénographes, des architectures, qui usent de subterfuges pour focaliser l'attention du spectateur ou de l'usager du lieu sur des éléments prégnants dans la conception de l'espace : un choix d'éclairage, des lignes de fuite, des panneaux signalétiques, etc.

Doom, en tant que jeu d'action, interpelle constamment l'attention du joueur. Ce jeu est aussi doublé d'un jeu de labyrinthe. Le travail de mise en scène, à la fois pour guider mais aussi perdre le joueur est donc très important au niveau du rendu graphique. L'éclairage et le choix des couleurs est souvent utilisé pour faciliter la progression du joueur, via un système de clés de différentes couleurs qui sont associées à des parties du niveau présentant une colorimétrie analogue.



FIGURE 3.11 – Interface du jeu *Doom*, considérablement simplifiée dans sa version de 2016.

Ce soin particulier au rendu visuel sert à la reconnaissance des situations de jeu orientées vers l'action. Par exemple, la figure 3.13 montre les effets de sur-découpage de l'image au sein du premier niveau de *Doom* pour accompagner l'attention du joueur vers les personnages opposants. Il faut aussi noter que ces ennemis sont sur une scène, surélevés pour être au centre de l'écran, éclairés sur un fond bleu qui permet de mieux les distinguer. La figure 3.14 montre quant à elle les lignes de fuite qui permettent de guider le regard du joueur vers ladite scène.

Papers, Please repose aussi sur un traitement graphique en basse résolution, faisant ressortir les pixels de l'image. Néanmoins, contrairement à *Doom* pour qui il s'agissait d'une contrainte technique relative à l'état de l'art technologique d'époque), *Papers, Please* en fait un choix de style. Ce choix permet d'échapper à un rendu photo-réaliste qui serait trop contraignant en termes de production, et ajoute un « style » facilement reconnaissable au jeu, style basé sur une certaine abstraction du rendu des décors ou encore des visages humains. Cette abstraction permet à Lucas Pope de garder une distance par rapport à la dimension politique de son titre, notamment dans des situations violentes qui auraient pu modifier la réception du jeu auprès de certains publics. Le rendu est ainsi très stylisé, aussi bien au cours de certaines séquences cinématiques purement narratives, comme le montre la figure 3.15, ou sur l'écran de synthèse de fin de journée, présenté avec la figure 3.7. Sur ce dernier, il est intéressant de noter les choix opérés concernant la typographie utilisée ou même les icônes. L'interface met au même niveau la grille de salaire du joueur, touchant sa paye après une journée passée au poste frontière, les récompenses qu'il a reçues en tant qu'employé modèle, et l'état de santé des membres de sa famille, réduit à des voyants de couleurs. Ce rendu pousse le joueur à endosser un rôle de gestionnaire, plus efficace dans sa tâche d'optimisation du budget, que dans la gestion emphatique



FIGURE 3.12 – Les différents point de vue des zones de jeu dans *Papers, Please*.

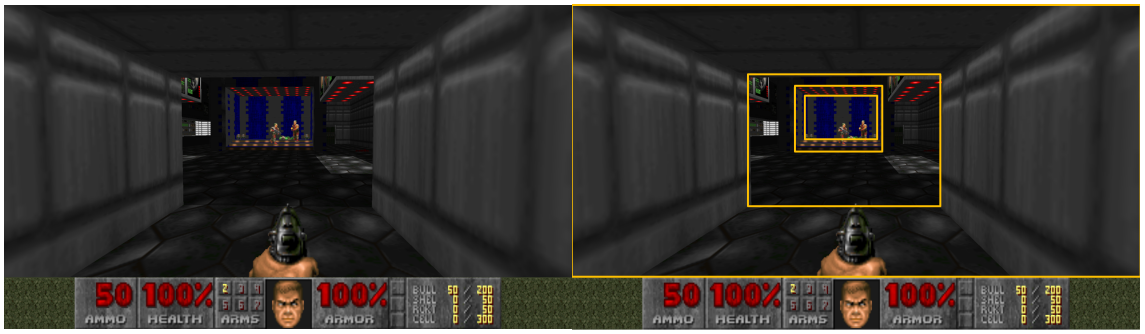


FIGURE 3.13 – Sur-découpage du cadre de l'image dans le premier niveau de *Doom*. Les lignes jaunes encadrent les différents niveaux de plan.

de sa famille. Néanmoins, et c'est tout le propos du jeu, ce choix ne fait que renforcer la raideur et froideur administrative orchestrée par un régime totalitaire. Le joueur, en tant qu'instrument du régime, doit se conforter à ce comportement quasi-inhumain de son quotidien s'il veut gagner.

3.2.5 Le rôle des personnages

Schell spécifie que la description et le comportement des personnages implique, en retour, un comportement spécifique chez le joueur, ou tout du moins, un ensemble d'action défini. Il prend l'exemple du jeu *Ico* [Ueda and SCE Japan Studio 2001], où le joueur doit protéger un jeune princesse, poursuivie par des être éthérés qui s'agrippent à elle et la plongent dans les ténèbres, impliquant l'échec de la partie. Pour défendre la princesse, le joueur doit analyser le comportement des assaillants et mettre en place une série d'actions adaptée à leur comportement, comme lui aussi s'agripper à la princesse, ce qui est

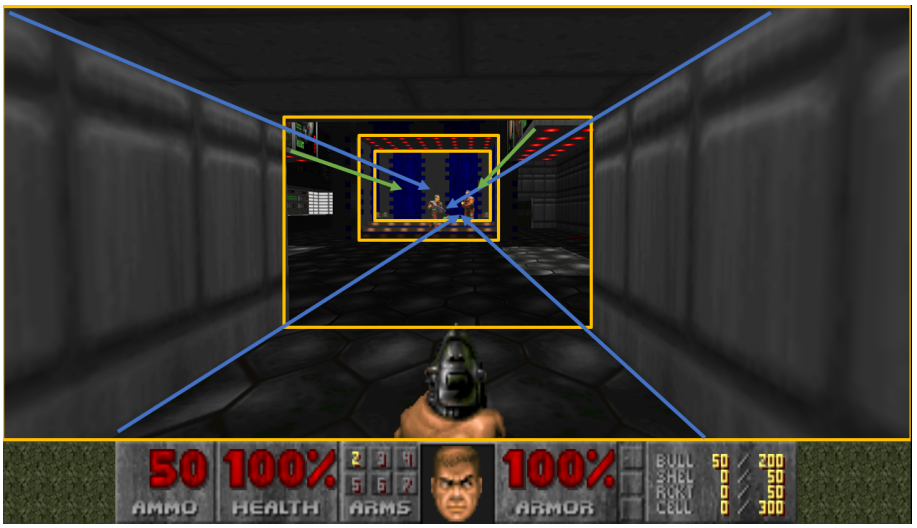


FIGURE 3.14 – Lignes de fuite pour guider le regard du joueur vers les opposants dans le premier niveau de *Doom*.

le meilleur moyen pour éviter qu'elle ne soit enlevée. A ce titre, nous avons déjà détaillé dans la section 2.1.4 le rôle des personnages pour accompagner le joueur à la fois à apprendre le fonctionnement du jeu, mais aussi à mettre en perspective son expérience de jeu.

De part la nature de son gameplay, *Doom* ne propose que des opposants comme personnages non joueur. Le but de ces monstres est de ralentir la progression du joueur dans des niveaux labyrinthiques. Leur fonction est donc simple, bloquer le joueur, et appelle une réaction tout aussi simple de la part du joueur, s'en débarrasser le plus vite possible, avant d'être submergé. Pour autant, *Doom* propose un panel de monstre des plus variés, chacun ayant ses caractéristiques, que le joueur va peu à peu apprendre et mettre à profit. Le comportement des monstres implique donc une réaction spécifique à chacun, que le joueur peut analyser pour mettre en place des stratégies pour améliorer sa performance. En entrant dans un niveau, il peut ainsi repérer quel personnage opposant est le plus dangereux, donc lequel il doit éliminer en premier, et de quelle manière. Tel monstre est peut-être insensible à telle arme, alors qu'un autre peut impliquer des déplacements particuliers pour éviter ses tirs. La figure 3.16 présente les ennemis les plus usuels rencontrés dans le jeu. Il faut noter le soin apporté au rendu graphique des monstres, permettant au joueur de rapidement apprécier graphiquement quel ennemi il va devoir affronter. La figure 3.17 présente quant à elle le détail des caractéristiques des ennemis du jeu, leurs points de vie, les dégâts qu'ils peuvent occasionner chez le joueur, etc. Le joueur n'a cependant pas directement accès à ces informations, il doit les apprécier par expérience du jeu.

Papers, Please présente quant à lui une plus grande variété de fonctions dans les personnages non joueurs. Le plus intéressant vient du fait que ces fonctions sont peu détaillées

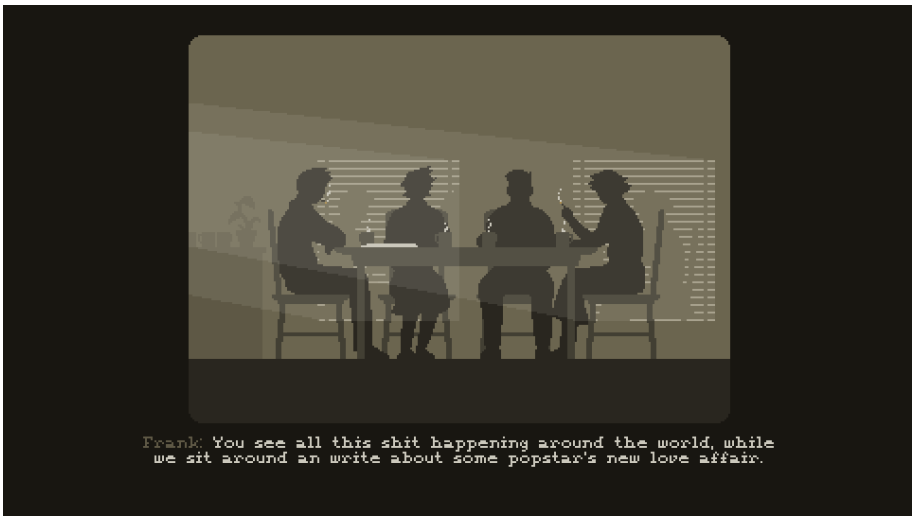


FIGURE 3.15 – Rendu d'une séquence cinématique dans *Papers, Please*.



FIGURE 3.16 – Rendu graphique des monstres les plus usuels dans *Doom*. De la gauche vers la droite, sur la première ligne : *Baron of Hell*, *Cacodemon*, *Lost Soul* ; deuxième ligne : *Demon*, *Imp*, *Sergeant*, *Trooper*.

et restent floues, mais aussi et surtout parce qu'elles sont sujettes à changement au fur-et-à mesure de la partie. Une personne peut se présenter la première fois au poste frontière, être refoulée par le joueur, puis choisir de revenir un autre jour en décidant de nuire à la progression du joueur. Par exemple, un représentant de l'administration peut, suivant le comportement du joueur, choisir de se lier d'amitié avec lui, facilitant sa progression, ou à l'inverse, lui rendre la tâche bien plus difficile en venant le contrôler régulièrement. *Papers, Please* a donc une approche volontairement plus cohérente des relations sociales, tout en restant dans une représentation archétypale pour aider le joueur à mieux prévoir certains comportements. L'objectif est à la fois d'accompagner le joueur, mais aussi de jouer des codes de représentation pour le surprendre, voire le tromper. Cela permet de maintenir l'attention du joueur en améliorant le rythme des parties.

Le rendu des personnages a été généré de manière aléatoire, suivant des critères définis

Name	Health	Minimum Damage	Maximum Damage
Trooper	20	3	15
Seargeant	30	3 (Per Pellet) 3 Pellets	15 (Per Pellet) 3 Pellets
Imp	60	3	24
Lost Soul	100	3	24
Hell Knight	500	10 (Melee) 8 (Ranged)	80 (Melee) 64 (Ranged)
Arachnotron	500	5	40
Baron of hell	1,000	10 (Melee) 8 (Ranged)	80 (Melee) 64 (Ranged)
Mancubus	600	8 (Per Fireball)	64 (Per Fireball)
Cacodemon	400	10 (Melee) 5 (Ranged)	60 (Melee) 40 (Ranged)
Spiderdemon	3,000	3 (Per Pellet)	15 (Per Pellet)
Cyberdemon	4,000	20 (Direct Hit) 0 (Blast Damage)	160 (Direct Hit) 128 (Blast Damage)
Arch-Vile	700	20 (Direct Hit) 0 (Blast Damage)	20 (Direct Hit) 70 (Blast Damage)
Revenant	300	8 (Melee) 10 (Ranged)	64 (Melee) 80 (Ranged)
Demon	150	4	40
Wolfenstein SS	50	3	15

FIGURE 3.17 – Tableau des caractéristiques des monstres les plus usuels dans *Doom*.

par le concepteurs, permettant au joueur de vivre de nouvelles situations d'une partie à une autre. Néanmoins, pour les personnages les plus importants, ou récurrents, le concepteur sélectionnait un rendu fixe. La figure 3.18 présente une sélection de modèles de personnages, associés à leur passeport.

3.2.6 L'influence de la musique

Finalement, Schell commente l'utilisation de la musique dans la manière d'influencer la perception du joueur d'une situation de jeu. Il illustre ce fonctionnement par l'exemple des restaurants, qui utilisent une musique de fond très dynamique lors des heures de pointe, pour pousser les clients le plus vite possible vers la sortie. D'autres exemples peuvent être détaillés, comme l'utilisation de la bande son au cinéma, dans des salles d'attente, les ascenseurs, etc. La musique, selon Schell, doit s'adapter à la situation et donner suffisamment d'indices au joueur sur ce qui peut potentiellement se passer, et donc à terme, impliquer chez lui un comportement spécifique.



FIGURE 3.18 – Sélection de rendus des personnages du jeu *Papers, Please*.

Les exemples de *Doom* et *Papers, Please* sont, de nouveaux, significatifs de deux manières de concevoir l'influence de la musique dans un jeu vidéo.

Doom utilise des musiques d'ambiance générale, qui ne s'adaptent pas à l'action. En 1993, l'enjeu technique était trop important pour arriver à un tel résultat, les jeux privilégiaient alors des boucles musicales relativement courte, qui étaient répétées tout au long du niveau. Ces boucles apportent une couleur à l'ambiance, mais ne renseignent pas en temps réel sur l'action de jeu. De manière assez intéressante, des versions adaptées pour console du premier *Doom* proposent des musiques radicalement différentes. *Doom 64* [Midway Games 1997], sorti sur la console Nintendo 64, laisse de côté l'aspect musique rock au profit d'une approche beaucoup plus industrielle, sans thèmes ni motifs reconnaissables, donnant un ton bien plus horrifique au jeu original.

Papers, Please quant à lui ne propose qu'une seule musique, celle du menu du jeu, aussi utilisée lors des fin de niveau. La musique est une parodie d'hymnes militaires, à base des instruments utilisés dans la musique traditionnelle des balkans. Bien que très peu présente, cette piste dresse un cadre géographique au jeu, et de part son aspect pastiche, apporte une touche d'ironie à des situations de jeu complexes sur le plan moral.

Ces deux jeux ont cependant pour point commun un travail très pointu sur la conception de l'univers sonore, en dehors de la musique. Ils permettent d'ouvrir quelque peu la définition de Schell, trop relative à la musique même.

Comme il a été vu pour la caractérisations des personnages, *Doom* associe à chacun

des sons précis, variés selon leurs comportements. Il est ainsi plus aisé pour le joueur d'appréhender une situation à venir, sans voir les personnages opposants mais simplement en les écoutant à distance. Il en est de même pour les armes, ou les bonus répartis dans le niveau. Une fois suffisamment entraîné, le joueur peut, grâce aux effets sonores, se passer d'une reconnaissance visuelle des éléments du jeu. Il peut ainsi focaliser son attention sur le positionnement des personnages non joueurs pour, sans tarder, mettre en place sa stratégie.

Papers, Please est aussi représentatif d'une méthode de contrôle indirect via l'utilisation de la bande son. Le jeu, focalisé sur les dialogues avec les personnages non joueurs, ne propose aucun doublage sonore. La langue parlée est un mélange de chuchotements indistincts, dont le ton varie pour donner l'illusion d'une plus grande diversité d'un personnage à un autre. Ce faisant, le joueur peut négliger la langue comme potentiel source d'information quant au comportement des individus voulant passer la frontière. Néanmoins, ces sons rythment la partie et jouent sur l'impression de routine que le joueur peut ressentir au fur-et-à-mesure du jeu, impression qui est un des éléments de discours du jeu.

Comme il a été vu, les différentes méthodes de contrôle indirect du comportement du joueur sont des propositions générales pour orienter le jugement d'une situation. En aucun cas nous ne pouvons être assuré de leur efficacité. Néanmoins, pour le développement d'un jeu visant à biaiser le comportement du joueur, de telles méthodes peuvent aider à mieux concevoir des situations pour lesquelles le joueur réalise inconsciemment une erreur de raisonnement. La section suivante propose dorénavant de recouper ces méthodes avec les travaux présentés en psychologie cognitive dans le chapitre 1 pour dégager des méthodes adaptées à notre problématique.

3.3 Propositions pour biaiser le jugement du joueur

Pour développer les méthodes utilisées par les concepteurs de jeu en vue de contraindre l'expérience de jeu, nous proposons d'en extraire deux approches : le traitement de l'information et la gestion de la difficulté. En effet, en reprenant chacune des méthodes de contrôle indirect, il est intéressant de constater qu'elles touchent la perception que le joueur a de la qualité de l'information, et de la difficulté perçue à récupérer puis traiter ces informations. Ces deux points ont, par ailleurs été étudiés lors de la mise en évidence de biais de jugement. Les sous-sections suivantes vont présenter des propositions de conception du gameplay de jeu permettant d'influencer le jugement du joueur.

3.3.1 L'information biaisée

La perception de la qualité de l'information est une problématique centrale dans les jeux sérieux utilisés pour le débiaisement, à savoir *MacBeth* et *Missing* présenté en section

2.2.3.1. Les joueurs doivent évaluer les informations qui leur sont présentées, et c'est au travers de leur perception biaisée que le jugement est considéré comme critique. La partie réservée à la recherche d'information dans ces deux exemples est finalement assez limitée, au contraire de jeux d'enquête plus traditionnels ou de jeux de puzzles basés sur une narration forte.

Griffin and Tversky [1992] expliquent que la perception de la qualité d'une information est influencée par l'évaluation du poids et de la force de ladite information :

> « Considérez la prédiction du succès d'un étudiant du troisième cycle sur la base d'une lettre de recommandation. Si les individus se concentrent principalement sur l'intensité de la recommandation sans considérer la crédibilité de l'auteur, ou la corrélation entre celui qui prédit le succès et les critères même de succès, ils seront en excès de confiance quand ils découvriront une lettre enjouée basée sur un contact informel, et seront en manque de confiance quand ils rencontrent une lettre modérément positive d'une source bien plus informée. De même si le jugement d'individus quant au jugement relatif au tirage d'une pièce de monnaie sont déterminés principalement par la proportion de tirage sur pile et face dans l'échantillon, et ce sans considérer la taille de l'échantillon, ils seront donc en excès de confiance quand ils observeront une proportion forte pour pile ou face dans un petit échantillon, et en manque de confiance quand ils feront la même observation sur un échantillon plus large. » [1] [Griffin and Tversky 1992, pp. 413-412]

En synthèse, leurs hypothèses, vérifiées, est que les individus se trouvent être en excès de confiance si la *force* d'une information est élevée, comme par exemple la présence en grand nombre de tirages face d'une pièce, alors que son *poids* est faible, comme lorsque l'échantillon de pièces tirées est trop limité pour être représentatif pour filer cet exemple.

Ce sont des effets qu'il est possible de retrouver dans un jeu comme *Papers, Please*, où la source de l'information peut-être négligée par rapport à la redondance de cette information. Les informations en provenance du gouvernement peuvent être privilégiées, parce qu'elles apparaissent par différents canaux et sont donc plus présentes, alors qu'elles sont clairement orientées. Les rares contrepoints apportés par de plus rares sources d'informations peuvent être niées. Il est intéressant de noter que ce rapport évolue aussi au cours du jeu, puisque

1. Traduction personnelle, texte original : « Consider the prediction of success in graduate school on the basis of a letter of recommendation. If people focus primarily on the warmth of the recommendation with insufficient regard for the credibility of the writer, or the correlation between the predictor and the criterion, they will be overconfident when they encounter a glowing letter based on casual contact, and they will be underconfident when they encounter a moderately positive letter from a highly knowledgeable source. Similarly, if people's judgments regarding the bias of a coin are determined primarily by the proportion of heads and tails in the sample with insufficient regard for sample size, then they will be overconfident when they observe an extreme proportion in a small sample, and underconfident when they observe a moderate proportion in a large sample. » [Griffin and Tversky 1992, pp. 413-412]

le système présente de plus en plus d'informations contredisant le gouvernement au fur-et-à-mesure que les journées passent. Le rapport force / poids est alors modifié, influençant le jugement du joueur et son orientation politique et morale.

Un autre exemple particulièrement prégnant de l'influence de la source et du degrés de présence de l'information sur le joueur s'observe avec le jeu de plateau *Sherlock Holmes : Détective Conseil* [Grady et al. 2011]. Le but du jeu est de résoudre une enquête, avec plusieurs joueurs, dans la ville de Londres durant l'époque victorienne. Inspiré du genre littéraire *whodunnit*, où le coeur du récit est une énigme, chaque partie présente une histoire unique dans laquelle les joueurs pourront évoluer à loisir. Ils peuvent librement interroger des témoins, des experts et des potentiels suspects à n'importe quel temps du jeu, chaque ligne de dialogue ayant été rédigée en amont et est accessible dans le livret d'enquête. Les joueurs n'incarnant pas le célèbre détective privé, mais ses bras armés, ils peuvent lui demander conseil. Ce dernier est, à ce titre, le personnage qui se présente comme la source la plus fiable du jeu. Son jugement ne peut être remis en question, bien qu'il reste volontairement flou et surtout peu accessible. Contacter Sherlock Holmes représente un coût élevé pour les joueurs, qui verront leur score chuter en fin de partie. De même, l'accès aux experts peut s'avérer payant, mais leurs informations peuvent souvent se révéler incomplètes, voire inexistantes car après tout, ils ont fait appel à Sherlock Holmes pour résoudre un crime.

D'autres jeux d'enquête pourraient être cités, comme *The Last Express* [Mechner and Smoking Car Productions 1997] inspiré du *Crime de l'Orient-Express* d'Agatha Christie, *L.A. Noire* [Team Bondi 2011] reprenant les romans de James Ellroy, ou encore la série de jeux vidéo *Sherlock Holmes* de Frogwares basée sur les nouvelles éponymes, qui partagent les mêmes caractéristiques que les exemples susnommés quant à la conception de l'information. Aucun de ces titres ne fausse l'information, et seul le mensonge par omission est utilisé pour dénaturer son contenu. Les rares passages d'un de ces jeux où un personnage ment sciemment sont toujours fortement soulignés pour que le joueur n'imagine pas que la simulation est volontairement falsifiée. Le risque sous-jacent est que le joueur ne croit plus en sa capacité à résoudre l'enquête, jugeant que le jeu triche pour des raisons de rythmes dans la narration. Il n'est dès lors plus engagé dans le jeu, sa croyance en la cohérence de l'univers est brisée, et il ne fait plus confiance au système de jeu.

Notre proposition concernant la possibilité de biaiser le jugement du joueur quant à l'évaluation de la qualité de l'information revient à utiliser la force et le poids de l'information comme variables du système de jeu. Comme spécifié en section 1.2.3, cette évaluation erronée de la qualité de l'information peut être l'une des sources des biais d'ancrage et d'ajustement ainsi que du biais de confirmation. En prenant l'exemple d'un jeu d'enquête, cette proposition suppose de catégoriser toutes les informations présentées par le système selon leurs sources et leur niveau de présence au cours de la

partie.

Parmi les sources, il faut distinguer les informations en provenance du système même, de celles des personnages joués si le jeu est multijoueurs, et de celles en provenance des personnages non-joueurs qui sont intégrés dans la diégèse. Concernant ces derniers, il faut aussi recouper leur degrés d'expertise, suivant leurs spécialités, pour que le joueur ait une confiance plus ou moins importante envers ces personnages.

La gestion du poids de l'information consiste quant à elle à mesurer le nombre de fois qu'une information a été présentée au joueur par rapport à l'échantillon de sources qui peuvent dévoiler cette information.

En dehors du poids et de la force de l'information, l'autre axe d'influence du jugement du joueur consiste à modifier la difficulté à évaluer l'information même. La section suivante détaille cette seconde proposition.

3.3.2 Appréciation de la difficulté, effort et confiance du joueur

Pour questionner l'influence de la difficulté sur l'évaluation des informations de jeu par le joueur, il convient de revenir sur quelques éléments de définition du jeu, articulés cette fois-ci autour de la notion d'effort et de challenge, ou défi. Jesper Juul par exemple définit le jeu vidéo comme :

> « [Un] système formel basé sur des règles avec une finalité variable et quantifiable, où ces finalités sont associées à plusieurs valeurs, où le joueur exerce un effort dans le but d'influer sur cette finalité, où le joueur se sent accroché à cette finalité, et où les conséquences de l'activité sont optionnelles et négociables. » [2] [Juul 2005, p. 36].

Sa définition permet d'approcher le comportement du joueur comme un acteur qui *exerce un effort* dans le but de modifier le déroulement de la partie, ce qui revient à considérer que le joueur est conscient que l'activité de jeu lui résiste et est donc porteuse d'une certaine difficulté.

De nombreux auteurs intègrent la notion de *challenge*, ou défi, comme propriété attractive du jeu. Thomas Malone [1980] par exemple décrit les caractéristiques des jeux vidéo autour de trois axes :

2. Traduction personnelle, texte original : « [A] rule-based system with a variable and quantifiable outcome, where different outcomes are assigned different values, the player exerts effort in order to influence the outcome, the player feels attached to the outcome, and the consequences of the activity are optional and negociable. » [Juul 2005, p. 36]

1. Le défi ou challenge (*challenge*), impliquant des buts à atteindre en situation d'incertitude.

2. La fiction (*fantasy*), soit tout élément du jeu qui peut générer une représentation mentale d'une situation, ou d'une expérience vécue par le joueur.

3. La curiosité (*curiosity*), nécessaire pour que le joueur se lance dans la résolution d'une situation de jeu.

Malone décrit ensuite plus précisément les critères fondamentaux de ce qui rend un défi intéressant pour le joueur de jeux vidéo :

Une incertitude quant au résultat, incluant la recherche d'informations cachées (*hidden information*) ainsi que la présence d'un caractère aléatoire dans le déroulement de la partie (*randomness*). Cette incertitude peut être travaillée au travers de deux caractéristiques spécifiques :

1. Des objectifs variés (*multiple level goals*), Malone précisant que ces objectifs doivent être variés sur deux niveaux : à l'échelle du jeu, à savoir ce qui est demandé au joueur ; puis à l'échelle de l'expérience, à savoir ce que le joueur peut en retirer à plus haut niveau, qualifiant ainsi le type de problème auquel il fait face (une tâche de vitesse, de recherche d'information, etc.)

2. Des niveaux de difficulté variables (*variable difficulty level*), inhérents au types de défis et aux objectifs, pouvant ainsi varier l'expérience.

Malone base son approche sur les théories de l'apprentissage développés en psychologie cognitive, convoquant ainsi l'approche sociale, comme l'estime de soi, l'apprentissage par interactions avec des tiers, et économique, au travers de la théorie du jeu, et de la résolution de problèmes. Il est important de noter que ces critères sont articulés autour de la notion d'incertitude propre à l'activité de jeu, comme il a été vu en section 2.1.3. L'incertitude relative à la finalité du défi est primordiale à l'activité de jeu, ainsi que celle propre au déroulement du défi, recoupent différentes sources d'incertitudes, comme l'information cachée, l'incertitude du résultat, l'incertitude du solutionneur, l'incertitude performative et caractère aléatoire. Toutes ces sources font parties intégrantes du défi, en omettant toute influence de la narration. Concernant spécifiquement la difficulté, Malone considère l'effort requis pour atteindre l'objectif comme un facteur propre à la difficulté.

Nicole Lazzaro [2004] propose de son côté un modèle en quatre étapes pour structurer l'expérience du joueur autour d'émotions, en vue d'améliorer le plaisir relatif à cette expérience :

1. *Le plaisir de jouer*, ressenti par le joueur au travers de sensations et ressentis.

2. *La confrontation à des défis*, le plaisir de résoudre des problèmes, nommé *Hard Fun*.

3. *Le plaisir de la fiction*, de la découverte relative à la narration, nommé *Easy Fun*.

4. *Le partage de l'expérience de jeu*, ou le plaisir intrinsèque aux relations sociales.

La notion de *Hard Fun*, focalisée sur le défi, permet à Lazzaro de définir la difficulté autour de la notion d'effort ressenti par le joueur :

> « Un défi s'équilibre entre les compétences du joueur et la difficulté de l'objectif. [Les joueurs] apprécient de mettre en place des objectifs, les atteindre, et que l'effort qu'ils ont investi soit récompensé. » [3] [Lazzaro 2004, p. 46]

Sweetser and Wyeth [2005] considèrent aussi la difficulté comme partie intégrante d'un défi, sans pour autant faire état explicitement de la part de subjectivité relative à l'estimation de la difficulté par le joueur. Néanmoins, la difficulté est au cœur de leur modèle d'évaluation du sentiment de plaisir du joueur, *GameFlow*. Comme son nom l'indique, ce modèle repose les travaux de Mihali Csikszentmihalyi concernant l'expérience flot (ou *flow experience*), à savoir « [...] une situation dans laquelle l'attention est librement investie en vue de réaliser un but personnel parce qu'il n'y a pas de désordre qui dérange le soi. » [Csikszentmihalyi 2004, p. 70]. Csikszentmihalyi prend notamment pour exemple le cas des jeux, où la perception du défi importe plus que ce qu'est le défi objectivement. Ainsi, l'expérience flot est définie comme étant une concordance entre les exigences d'une tâche et la bonne perception de ces exigences par l'acteur, ici le joueur.

A ce titre, Allart et al. ont conduit une étude de l'appréciation de la difficulté sur deux jeux commerciaux, démontrant que les joueurs préfèrent des niveaux spécifiques de difficulté. Leur motivation est, sur ces paliers, suffisante pour éviter qu'ils ne mettent un terme à l'expérience de jeu [Allart et al. 2017]. Allart convoque le sentiment d'auto-efficacité pour expliquer pourquoi la motivation du joueur peut être altérée. Le sentiment d'auto-efficacité se construit par l'expérience, donc au fil de la partie ; échouer en début de jeu fait donc chuter de manière drastique la motivation du joueur. La perception de la difficulté semble ainsi évoluer et s'affiner en cours de partie, au fur-et-à-mesure que le joueur a l'impression de monter en compétence. Ryan et al. définissent cette appréciation du joueur de ses compétences en relation avec la théorie de l'auto-détermination [Ryan et al. 2006]. L'appréciation de la difficulté peut de fait être partie prenante de cette appréciation, qui a un impact sur la progression du joueur et, à termes, son plaisir de jeu.

3. Traduction personnelle, texte original : « Challenge is the balance between player skill and difficulty of the objective. [Players] enjoy setting goals, achieving them, and the winning feeling of putting in effort and having it pay off. » [Lazzaro 2004, p. 46]

3.3.3 Mesure des difficultés subjective et objective dans les jeux

Dans le but d'encourager et de maintenir la motivation du joueur, il semble ainsi essentiel d'adapter correctement la difficulté d'un jeu vidéo. Deux possibilités se présentent pour arriver à un tel résultat : soit présenter différents paliers de difficulté que le joueur peut varier à loisir, soit utiliser un algorithme qui adapte la difficulté en temps réel pour faire correspondre à la courbe de difficulté dessinée par le concepteur du jeu au niveau de compétence du joueur [Hunicke 2005; Andrade et al. 2005; Vicencio-Moreira et al. 2015].

Ces deux approches requièrent cependant une première évaluation de la difficulté du jeu réalisée par le concepteur de jeu, et basée sur une approche heuristique. Dés lors, la difficulté évaluée n'est pas objective et dépend des méthodes utilisées par le concepteur pour apprécier la difficulté. Il est possible d'utiliser des capteurs pour estimer la charge cognitive ou le niveau d'affect provoqué par la difficulté chez le joueur, lors de séances de tests de jouabilité en amont de la sortie du jeu. Mais cette méthode n'est réellement précise que dans un contexte d'expérimentation en laboratoire, où chaque variable peut être mesurée indépendamment [Rani et al. 2006; Afergan et al. 2014]. Une autre consiste à chercher à estimer le nombre d'échecs que le joueur va rencontrer au cours d'une tâche spécifique [Aponte et al. 2011]. Mais chacune de ces méthodes ne permet d'avoir qu'un aperçu d'une dimension spécifique de la difficulté et ne peuvent pas, par définition, recouvrir l'ensemble des composantes de la difficulté.

La difficulté est une notion complexe en soi. Il est possible tout d'abord de distinguer d'une part une *difficulté basée sur les compétences*, d'une autre *basée sur l'effort* [Passyn and Sujan 2012]. Ensuite, une autre distinction peut être réalisée sur le type de tâche qui impliquerait une dimension particulière de la difficulté. Aponte et al. [2011]; Levieux [2011] proposent ainsi de différencier :

- La *difficulté sensorielle* concerne l'effort nécessaire au joueur pour acquérir une information. Dans le cas d'un jeu de tir comme *Doom*, il peut s'agir de la difficulté à bien visualiser l'action, brouillée par de multiples effets visuels. Dans *Papers, Please*, cette difficulté se traduit par la somme de documents que le joueur cumule sur le bureau du garde frontière, rendant délicate la lecture des informations.

- La *difficulté logique* se focalise sur l'effort indispensable au joueur pour réaliser une induction ou une déduction, à partir des informations qu'il a en sa possession. Dans le cas d'un jeu de puzzle comme *The Witness*, il s'agit de la difficulté de la résolution même du puzzle, à savoir sa complexité.

- La *difficulté motrice* adresse l'effort physique que le joueur doit exercer pour réaliser une action de jeu. De nouveau, avec l'exemple de *Doom*, il peut s'agir de la difficulté que le joueur a à viser une cible en utilisant un contrôleur. Cette difficulté peut être augmentée par des variables internes au jeu, comme faire trembler la mire dans un

jeu de tir.

De plus, les jeux vidéo sont conçus pour répondre à une certaine dimension esthétique dans le but de toucher aux émotions des joueurs [Hunicke et al. 2004]. La notion de difficulté est ainsi relative à chaque individu. Pour ces raisons, il est nécessaire de distinguer une *difficulté dite objective*, correspondant à la difficulté réelle de la tâche, et une *difficulté subjective*, propre à l'appréciation du joueur. La difficulté objective est estimée par l'observation directe des évènements et variables de gameplay, alors que la difficulté subjective est une construction psychologique du joueur. Cet écart entre les deux types de difficulté peut s'observer même lorsque la difficulté est adaptée en cours de partie. En utilisant par exemple un système d'adaptation dynamique (*dynamic difficulty adjustment*, ou DDA), le concepteur se base sur une estimation objective de la difficulté, estimation qui peut-être différente de ce que le joueur ressent réellement.

Comme il a été vu dans les section 1.2.3 et 1.3.2, l'influence de la difficulté sur la confiance d'un individu est importante. Notre proposition pour orienter le jugement du joueur en vue de biaiser son jugement est d'utiliser les résultats observés à partir de l'effet difficile / facile. Pour rappel, ce biais suppose que face à des niveaux de difficulté faible ou très élevés, les individus échouent à estimer la difficulté réelle de la tâche [Pulford and Colman 1997]. Pour des niveaux de difficulté faible, ils sous-estiment leurs chances de succès, alors que pour des niveaux de difficulté élevés, ils sur-estiment leurs chances [Lichtenstein and Fischhoff 1977; Griffin and Tversky 1992].

Dans le cadre du développement du prototype de jeu vidéo, nous proposons d'utiliser des niveaux de difficultés extrêmes, soit très élevés, soit très faibles, pour modifier la perception du joueur quant à ses chances de succès. Couplé avec l'influence du poids et de la force des informations, il est ainsi possible de créer des situations de jeu où l'évaluation des chances de succès du joueur se trouve altérée.

3.4 Synthèse

Cette section, dédiée à l'analyse des méthodes de conception de jeux, a permis de mettre en évidence des procédés utilisés dans les jeux vidéo en vue d'orienter le jugement du joueur.

Nous avons d'abord discuté des problématiques relatives à l'influence du comportement du joueur, et ce que cela implique comme positionnement en termes de conception, notamment en ce qui concerne le genre du jeu.

Nous avons présenté des méthodes dites de *contrôle indirect* du comportement du joueur, à savoir comment contraindre les choix du joueur, l'utilisation des objectifs précis, la conception de l'interface, l'influence au travers du rendu visuel du jeu, le rôle des person-

nages et finalement l'impact de la musique sur la perception d'une situation. Ces méthodes ont été discutées au travers d'exemples de deux jeux présentant des styles radicalement différents, *Doom* et *Papers, Please*.

Ces méthodes ont ensuite été recoupées par les études sur le jugement humain présentéess dans le chapitre 1, permettant de distinguer deux axes d'influence :

1. Concernant l'influence de l'information, au travers du poids et de la force de chaque information. Les biais d'ancrage et d'ajustement, ainsi que le biais de confirmation, sont utilisés ici pour mettre en évidence les erreurs de raisonnement relatives au problèmes d'évaluation de l'information par le joueur.

2. Concernant l'influence de la difficulté, au travers de la perception qu'un individu a de la difficulté réelle d'une tâche. Le biais de l'effet difficile / facile est utilisé dans ce cas précis.

A partir de ces axes, nous avons analysé des propositions de variables de jeu à implémenter dans le gameplay d'un jeu visant à aider le joueur à mieux comprendre ses mécanismes de décision, au travers des biais de jugement. Les éléments de notre méthode de recherche, aboutissant au développement de prototypes de jeu, sont présentés dans le chapitre suivant.

Deuxième partie

Problématiques et méthodes

Chapitre 4

Problématiques

Sommaire

4.1 Positionnement **132**

4.2 Questions de recherche **132**

Avant de préciser notre problématique de recherche, il est nécessaire de synthétiser ce qui a été énoncé jusqu'ici au travers de l'état de la littérature, touchant aussi bien la psychologie cognitive que les théories sociologiques concernant l'activité de jeu, ou encore les textes relatifs à la conception de jeux vidéo, à dimension sérieuse ou purement ludique.

Le chapitre 1 a détaillé les points d'intérêt du programme heuristiques et biais pour comprendre le raisonnement humain. Cette première partie s'est focalisée sur le comportement d'excès de confiance, comme levier pour mieux appréhender le fonctionnement des heuristiques de décision.

Le chapitre 2 a introduit et développé une approche théorique basée sur la place de la prise de décision dans l'activité ludique. Cette réflexion s'est articulée autour de la proposition du joueur comme décideur, pour analyser son comportement en regards des études en psychologie sur le raisonnement humain. A ce titre, nous avons décrit l'intérêt du jeu, et en particulier du jeu sérieux, pour des formations relatives à la prise de décision, que ce soit pour sensibiliser à un comportement ou le corriger.

Le chapitre 3 a détaillé des méthodes de conception visant à orienter le jugement du joueur. Ces méthodes ont été décrites aux travers de deux exemples significatifs des modalités de prise de décision rencontrées dans un jeu vidéo. Finalement, en se focalisant sur l'excès de confiance, nous avons analysé des éléments de gameplay visant à induire un tel comportement chez le joueur.

4.1 Positionnement

Considérant l'état de la littérature sur l'utilisation des jeux vidéo pour la formation à la prise de décision stratégique, et en particulier en ce qui concerne les exemples de jeux sérieux relatifs à la correction des biais de jugement, nous proposons de focaliser notre recherche sur l'influence des mécaniques de jeu visant à développer une posture réflexive du joueur sur sa prise de décision.

En effet, si de nombreux jeux sont utilisés dans l'objectif de former les joueurs à mieux prendre une décision, peu d'entre eux questionnent les caractéristiques d'une décision prise dans le cadre d'un jeu. A ce titre, *MacBeth* [University of Oklahoma 2013] et *Missing : The Pursuit of Terry Hughes* [Carnegie Mellon University and Leidos Inc. 2014], deux jeux utilisés pour le débiaisement, sont révélateurs de cette manière de procéder, où les concepteurs ont pris pour postulat de départ l'existence de biais dans le jugement d'un joueur de jeu vidéo, sans en faire la démonstration. Cette approche peut se révéler être doublement problématique puisqu'elle empêche de pouvoir correctement expliciter l'origine du biais, et les mécanismes décisionnels sous-jacents. Le contexte d'utilisation d'un jeu, la posture du joueur, les variables de gameplay, la conception même des niveaux, sont autant d'éléments qui peuvent modifier consciemment ou non le jugement que le joueur a d'une situation. Vérifier l'existence du biais dans le cadre d'un jeu, en étudier les sources pour mieux décrire les processus de jugement du joueur, sont des objectifs centraux de notre recherche et marque notre positionnement par rapport aux expériences menées au préalable.

Cette thèse cherche à mettre en évidence l'existence de mécaniques de jeu visant à induire une réflexivité du joueur sur sa prise de décision. Au travers de l'utilisation de ces mécaniques spécifiques, l'objectif est de permettre au joueur / apprenant de comprendre ses mécanismes de jugement, et plus spécifiquement, de savoir comment ces mécanismes peuvent être biaisés. Le biais sert donc à la fois de moyen pour déclencher la réflexivité, au travers de la prise de conscience d'une erreur de raisonnement, et aussi de motivation à la réflexivité, puisque le biais souligne les mécanismes relatifs au jugement, à savoir l'utilisation d'une heuristique. **L'approche développée dans cette recherche consiste ainsi à mettre le joueur en défaut en exploitant ses biais de raisonnement, permettant dans un second temps de l'amener à mieux cerner ses processus décisionnels.**

4.2 Questions de recherche

Notre problématique principale de travail est articulée autour de ces deux points-clés, à savoir biaiser le jugement du joueur pour permettre l'émergence d'une réflexivité sur la prise de décision, et soulève à ce titre plusieurs questions de recherche.

Un premier axe de questionnement concerne l'émergence d'une posture réflexive chez le joueur au travers de l'activité de jeu, et selon quelles modalités. Notre réflexion se porte sur l'influence des mécaniques de jeu sur le jugement du joueur, en vue de le conduire à reconsidérer sa prise de décision.

1. **Existe t-il un ensemble de mécaniques de jeu favorisant la réflexivité chez le joueur ?**

Il s'agit dans un premier temps d'initier la réflexivité, au travers d'une prise de conscience du joueur sur son propre jugement, pour ensuite orienter cette réflexivité sur ce qui peut expliciter les raisons d'un tel jugement. Pour initier la réflexivité, nous proposons de modifier les perspectives de jeu, en offrant au joueur la possibilité de manipuler certaines variables du gameplay en vue d'orienter le jugement d'un autre joueur.

Nous faisons donc l'hypothèse que le développement de cette posture réflexive ne peut se faire qu'en ayant, au préalable, poussé le joueur à la faute en usant de ses biais de raisonnement. Cette phase d'échec va servir de déclencheur, première étape nécessaire à la remise en question. Nous faisons ensuite l'hypothèse que le développement de cette réflexivité passe par la rejouabilité de la situation de jeu, avec l'opportunité d'en maîtriser les variables de gameplay.

Le second axe de questionnement concerne ainsi l'influence possible du jugement du joueur par des variables internes au jeu, ou autrement dit, de chercher à savoir comment biaiser le jugement du joueur. Cela implique l'étude des mécaniques de jeu utiles pour induire un comportement spécifique chez le joueur, qui peut s'exprimer au travers de biais de jugement. Dans le cadre de cette recherche, nous nous focalisons sur l'excès de confiance :

2. **Existe t-il des mécaniques de jeu permettant de placer le joueur en excès de confiance ?**

Pour répondre précisément à ces questions, nous proposons tout d'abord de (a) nous focaliser sur l'influence de la variation de mécaniques de jeu sur le jugement du joueur, et en particulier pour induire une confiance excessive quant à ses chances de réussite. Cet excès de confiance va, à terme, pousser le joueur à se mettre en échec. Pour mettre en évidence l'excès de confiance, nous cherchons à mesurer l'influence de la qualité de l'information, ainsi que celle de la difficulté du jeu, sur la confiance du joueur.

Nous suggérons ensuite (b) d'étudier l'impact d'une mécanique relative au changement de rôle du joueur, au cours de la partie dans le cadre d'un gameplay asymétrique, sur le développement d'une posture plus réflexive sur sa prise de décision. Ce n'est qu'en changeant de point de vue, et en étant capable de manipuler les variables de l'excès de confiance dont l'efficacité a été évaluée en amont, que le joueur va pouvoir prendre conscience de la

manière dont il a pris une décision.

En vue de préciser le contenu de notre approche, et de l'appliquer au développement de deux prototypes de jeu, le chapitre 5 détaille notre méthode de recherche. Le choix des mécaniques et des biais y est explicité, en complément des éléments présentés dans l'état de l'art. S'il ne s'agit pas d'une méthode de conception à proprement parler, cette méthode de recherche a aussi été pensée pour permettre le développement de prototypes de jeux visant à en vérifier la pertinence. Le contenu de cette méthode sera finalement mis en perspective et discuté dans les chapitres suivants, dédiés aux expérimentations.

Chapitre 5

Méthode de recherche

Sommaire

5.1 Mettre en évidence un comportement biaisé chez le joueur 135
5.1.1 Le choix de l'excès de confiance 136
5.1.2 Création des situations de jeu : influence de l'information et de la difficulté . . 138
5.1.3 Mécaniques de jeu et excès de confiance 139
5.2 Développer et accompagner la réflexivité du joueur sur son jugement biaisé 139
5.2.1 Outils de mesure du comportement 139
5.2.2 Accompagner l'émergence d'une posture réflexive 144
5.3 Synthèse 146

Comme précisé, notre objectif est de définir et d'étudier des mécaniques de jeu permettant de placer le joueur dans une posture plus réflexive sur la manière dont il prend une décision. Pour ce faire, nous proposons une méthode de recherche pour mesurer le comportement du joueur et la qualité de sa décision. Cette méthode est articulée autour de deux points clés :

1. Induire chez le joueur un comportement permettant de mettre en évidence ses mécanismes décisionnels.

2. Donner des outils au joueur pour comprendre ces mécanismes au travers des situations de jeu.

Chacun de ces points clés soulève des problématiques de conception explorées au travers des éléments de la littérature, concernant aussi bien l'étude du jugement humain en psychologie, que les théories de conception des jeux vidéo.

5.1 Mettre en évidence un comportement biaisé chez le joueur

Le cœur de notre méthode consiste à mettre en défaut le joueur en vue de mieux expliquer les mécanismes de son jugement biaisé par le cadre du jeu. Cette approche repose sur celle mise en place, notamment, par le programme de recherche heuristiques

et biais. Comme il a été vu dans le chapitre 1, cette approche consiste à utiliser le biais de raisonnement comme révélateur de l'utilisation d'une heuristique de jugement chez un individu face à un problème donné. Dans notre cas, nous avons choisi de nous focaliser sur un comportement spécifique, à savoir l'excès de confiance. En plus d'être un comportement pertinent pour la mise en évidence des biais de raisonnement, et donc par extension des heuristiques sous-jacentes comme présenté en section 1.2, c'est aussi un comportement intéressant pour la conception d'un jeu vidéo destiné à la formation sur la prise de décision stratégique.

5.1.1 Le choix de l'excès de confiance

Nous l'avons vu, l'excès de confiance est un comportement qui a fait l'objet de nombreuses études (voir section 1.2.3), et est régulièrement pointé du doigt comme biais de jugement critique chez les décideurs, qui cherchent à le corriger (voir section 1.2.4). Il s'agit donc à la fois d'un comportement particulièrement utile pour aider des individus à comprendre le fonctionnement des heuristiques de jugement, mais aussi pour les sensibiliser aux sources des erreurs d'une prise de décision managériale reposant sur une confiance excessive relative à la qualité du choix pris.

Du côté du jeu vidéo, avoir une mesure de la confiance du joueur offre au concepteur la possibilité de pouvoir adapter le rythme de la partie, comme nous l'avons précisé en section 3.1. L'objectif n'est pas de conformer la difficulté du défi à un niveau égal aux compétences du joueur, mais de créer des moments de surprises et de doutes, moments qui sont relatifs à un excès ou un manque de confiance du joueur. Le rythme du jeu sera ainsi moins prévisible, reposant sur une incertitude plus ou moins grande quant à son déroulement, ce qui permet de favoriser l'engagement du joueur dans l'activité [Caillois 1958; Malaby 2007; Costikyan 2013].

Notre but est donc de donner au concepteur des pistes pour manipuler la difficulté subjective en vue de générer un rythme de jeu spécifique. Nous avons proposé différentes pistes en vue d'orienter le jugement du joueur, en section 3.2, et en particulier en vue de provoquer un excès de confiance, en section 3.3. Afin de mieux formaliser ces pistes, il est nécessaire de réaliser des expérimentations préalables, faute de littérature précise mettant en évidence le comportement du joueur et précisément, sa confiance. Les sous-sections suivantes vont présenter les premiers éléments de conception relatifs au développement des prototypes de jeux.

5.1.1.1 Conception du gameplay

Une des clés essentielle de cette recherche est de savoir comment il est possible d'induire une mauvaise décision en laquelle le joueur / apprenant a pleinement confiance, alors qu'il existe des facteurs objectifs qui montrent que cette confiance n'est pas fondée. Comme pour les expérimentations qui ont permis de mettre en évidence les heuristiques

de jugement, il est question de mettre en évidence un comportement spécifique pour en souligner les mécanismes cognitifs. Un tel système de jeu doit donc être articulé autour de trois problématiques fondamentales :

1. Comment provoquer l'excès de confiance chez le joueur / apprenant ?
2. Comment mesurer l'excès de confiance ?
3. Comment développer une posture plus réflexive chez le joueur / apprenant pour qu'il puisse mieux comprendre sa prise de décision ?

Bien entendu, le jeu doit rester un jeu, et de préférence un jeu apprécié des joueurs en tant que tel, et non uniquement un outil numérique basé sur les expérimentations réalisées en psychologie cognitive. Pour développer chez le joueur le comportement d'excès de confiance, plusieurs leviers de conception sont ainsi utilisés, spécifiques au cadre d'une activité ludique.

5.1.1.2 Sources du comportement : les biais relatifs à l'excès de confiance

Comme précisé dans la section 1.3.1, nous choisissons de nous focaliser sur trois biais :

- *Le biais d'ancrage et d'ajustement* qui explique un comportement où les décideurs évaluent une information à partir d'une donnée (dite « ancre ») sans arriver à faire les ajustements nécessaires depuis cette position initiale. Ce biais peut induire de l'excès de confiance dans l'évaluation d'un item ou d'une hypothèse lorsqu'elle se fait par rapport à une ancre [Kahneman and Tversky 1977; Russo and Schoemaker 1992].
- *Le biais de confirmation* qui explique un comportement où les décideurs sélectionnent plus souvent l'information qui vient confirmer leur choix que celle qui le contredit. Ce biais peut induire de l'excès de confiance quant aux choix d'un décideur qui aurait pourtant une preuve contradictoire à disposition [Koriat et al. 1980; Russo and Schoemaker 1992].
- *Le biais de l'effet difficile / facile* qui décrit que, face à des niveaux de difficulté faible ou très élevée, les décideurs échouent à estimer la difficulté réelle de la tâche [Pulford and Colman 1997]. Pour des niveaux de difficulté faible, ils sous-estiment leurs chances de succès, alors que pour des niveaux de difficulté élevée, ils sur-estiment leurs chances [Lichtenstein and Fischhoff 1977; Griffin and Tversky 1992].

Notre objectif est, au travers de ces biais, de vérifier l'influence de caractéristiques fondamentales aux jeux vidéo qui font l'objet d'une évaluation par le joueur : la qualité de l'information et la difficulté du jeu. Le contenu de ces caractéristiques et leur mise en scène sont décrits dans les sous-sections suivantes.

5.1.2 Création des situations de jeu : influence de l'information et de la difficulté

En reprenant la typologie de Moore and Healy [2008] présentée en section 1.2, à savoir *surestimation*, *sur-disposition*, *sur-précision*, une première étape consiste à considérer ce que l'excès de confiance peut impliquer chez des joueurs :

- *La surestimation* : pour rappel, il s'agit d'une surestimation des habilités du joueur. Dans un jeu vidéo jouable seul, cela revient à sous estimer la difficulté d'une épreuve ou à surestimer les compétences du joueur mises en jeu dans une épreuve. Une mesure de la difficulté relative d'une épreuve a été proposée par Levieux [2011]. Il montre qu'elle est conditionnée à un ensemble de compétences dont le niveau progresse dans le jeu selon un processus contrôlé. Il s'agit donc bien d'un processus contrôlable et modifiable qui peut être exploité dans cette recherche.

- *La sur-disposition* : cette dimension de l'excès de confiance concerne le fait qu'un groupe de personnes se considère meilleur qu'un autre. Dans un jeu multijoueurs en compétition, cela revient à surestimer les compétences relatives du joueur, ou d'un groupe coalisé de joueurs, par rapport à celle des autres joueurs, et ceci relativement à un ou plusieurs défis. Les rôles pouvant être asymétriques et éventuellement inversables, ce type de comportement peut être exploité. Il permet de faire comprendre au joueur son erreur d'appréciation lors de l'inversion des rôles.

- *La sur-précision* : il s'agit d'une certitude excessive quant à la précision des croyances et / ou informations apportées par quelqu'un. Contrairement aux deux types d'excès de confiance qui se focalisent sur un ou des joueurs, ce dernier type se focalise sur la qualité de l'information. Ce type de biais peut également être exploité dans un jeu asymétrique, solo ou multijoueurs. Le système de jeu, contrôlé par l'ordinateur, un joueur ou encore un médiateur de la formation, peut, durant l'expérience, jouer le rôle de meneur de jeu. Il est alors maître de l'information délivrée, tant dans le fond que dans la forme.

Il faut noter que, indépendamment de la définition de mécaniques de jeu, plusieurs problématiques relatives au profilage des joueurs peuvent émerger. Le choix du public cible a, par exemple, un impact sur la constitution du modèle du joueur comme preneur de décision : sa proximité avec la thématique est à questionner, ainsi que son expérience du comportement d'excès de confiance, s'il a déjà été confronté à ce comportement, ou sensibilisé à l'excès de confiance dans le cadre d'une formation. De plus, comme il a été vu en section 1.2.3, l'état psychologique du joueur, comme des états de dépression ou de stress, ainsi que son genre peuvent aussi avoir un impact sur la mesure subjective de la confiance. Ces problématiques sont détaillées en section 5.2.1.1 relative à la mesure du comportement du joueur.

5.1.3 Mécaniques de jeu et excès de confiance

La difficulté est l'un des vecteurs les plus étudiés de l'excès de confiance, et aussi l'une des variables de jeu les plus questionnées pour la conception de situations plus engageantes et ludiques. Aponte et al. [2011] s'inspirent d'un modèle général de traitement de l'information pour distinguer les difficultés selon plusieurs catégories : *sensorielle*, *logique* et *motrice*. Les caractéristiques des mécaniques de jeu permettant un processus de décision conscient amènent naturellement à favoriser les jeux dont la difficulté est essentiellement d'ordre logique. La valeur et le poids que le joueur donne à l'information, la constitution d'hypothèses, la prise de décision en situations d'incertitude, sont autant d'éléments que le jeu peut cristalliser et qui doivent être pris en compte lors de sa conception.

Autre point important pour la conception d'un jeu vidéo, les éléments graphiques et sonores relatifs aux situations, lieux, objets et personnages doivent faire l'objet d'une réflexion spécifique sur les biais qu'une représentation stéréotypée peut entraîner chez le joueur, altérant sa confiance. De même, la manière dont le contenu narratif du jeu est construit et présenté aux joueurs a des conséquences sur leur perception et donc, leur jugement. Une attention toute particulière doit être portée sur la narration en vue d'agir sur la confiance du joueur. Le cadrage du récit et la représentation des éléments du jeu sont des paramètres qui sont à discuter en regard de leur impact sur le comportement du joueur.

Le chapitre 3 a présenté des méthodes de contrôle indirect du comportement du joueur, mais aussi des propositions de mécaniques spécifiques à l'évaluation de la qualité de l'information et de la difficulté, en vue d'orienter le jugement du joueur. La question est dorénavant de savoir comment mesurer le comportement induit par ces mécaniques en vue de l'expliciter, par la suite, au joueur.

5.2 Développer et accompagner la réflexivité du joueur sur son jugement biaisé

Analyser un jugement biaisé chez le joueur, qui est ainsi en situation d'échec, est une première étape nécessaire pour permettre le développement d'un posture réflexive. Pour accompagner cette réflexivité et la mener à son terme, il est important de pouvoir fournir au joueur des outils pour comprendre comment son comportement a pu émerger et dans quel cadre. Cela nécessite ainsi, au préalable, de pouvoir mesurer ledit comportement en vue de le mettre en évidence au cours de l'activité de jeu.

5.2.1 Outils de mesure du comportement

Dans le cadre de cette recherche, nous utilisons plusieurs types d'outils pour mesurer la confiance du joueur, aussi bien pendant l'activité de jeu, ou avant cette dernière, à l'aide de

questionnaires pour évaluer le profil des joueurs et les recouper en fonction des résultats.

Concernant les mesures principales, à savoir celles réalisées pendant l'activité de jeu, nous nous reposons sur les outils déjà utilisés en psychologie cognitive pour la mesure de la confiance excessive, présentés en section 1.3.2, à savoir l'utilisation d'une échelle de valeur permettant à l'individu de renseigner la confiance qu'il a en sa décision.

Nous présentons aussi un procédé d'évaluation plus discret de la confiance, au travers d'un système de mise, intégré au sein de la diégèse du jeu via la narration, et aussi de rendre son utilisation utile pour la progression du joueur. Le résultat de la mise modifiant le score du joueur, ce dernier est ainsi plus motivé à réaliser une évaluation réaliste de son jugement.

Le fonctionnement de ces outils de mesure et leurs variations sont détaillés dans les sous-sections suivantes.

5.2.1.1 Questionnaire : profil des joueurs et confiance

L'objectif des questionnaires est de dresser un profil de chaque participant en amont des expérimentations. Ces profils sont dessinés suivant des critères précis, en vue de recouper leurs résultats pour mieux distinguer l'influence des-dits critères sur la confiance des participants.

Une première question a été de savoir s'il était possible de classifier les joueurs en fonction de leur sensibilité à l'excès de confiance. Levieux [2011], ou encore Guardiola [2014], ont mis en évidence et expérimenté la modélisation de typologies de joueurs couramment utilisées pour la conception de jeu [Caillois 1958; Bartle 1996; Schell 2008], croisées avec des indicateurs psychologiques. Parmi ces derniers, deux indicateurs d'évaluation psychologique sont régulièrement utilisés :

- *MBTI* (pour *Myers Briggs Type Indicator*) classant les individus par types psychologiques ;
- *FFM* (pour *Five-Factor Model*) ou modèle *OCEAN* en français, classant les individus par traits psychologiques.

En se basant sur ces indicateurs, il semble possible de croiser les types de joueurs, catégorisés par profil psychologique [Bateman and Lowenhaupt 2011; Ferro et al. 2013], aux profils d'individus catégorisés selon leur inclination au comportement d'excès de confiance [Welsh et al. 2011]. Mais procéder à un tel recoupement est fragile s'il ne fait pas l'objet d'une étude à part entière. Son résultat peut être délicat à interpréter, et ce d'autant plus que les différentes catégorisations sont, indépendamment, discutables dès qu'elles sortent d'un cadre théorique pour se confronter à des usages bien plus variés et complexes. Le cadre même d'utilisation d'un jeu vidéo tend aussi à rendre l'analyse de ces comportements plus difficile, dans le sens où l'expérimentation libre, et donc la possibilité pour le

joueur de revêtir n'importe quel comportement, peut rendre plus complexe l'application de ces catégorisations. Néanmoins, elles sont utiles dans le sens où elles questionnent des comportements. Il est ainsi délicat de s'en servir comme postulat de départ à notre étude pour valider le comportement a priori des joueurs présentant une confiance excessive. Statuer sur des types de joueurs ayant plus ou moins de penchant pour l'excès de confiance risque, pour le moment, d'apporter plus de confusion que d'aide au concepteur de jeu qui adopterait une telle catégorisation.

Pour ces raisons, nous choisissons de construire un questionnaire relatif aux habitudes des participants, prenant pour source d'inspiration les études réalisées en psychologie sociale et cognitive concernant l'excès de confiance. Le questionnaire que nous utilisons est donc découpé en trois parties distinctes :

1. *Un profil relatif aux habitudes de joueur des participants*, basé sur le temps qu'ils passent à jouer à des jeux de société, à des jeux vidéo, et à des jeux d'argent. Nous incluons dans les jeux vidéo les jeux sociaux, disponibles sur les plateformes de réseaux sociaux, car les deux prototypes développés dans notre recherche sont autant accessibles. Ce profilage nous permet de vérifier l'influence de l'expertise d'un participant, expert ici en tant que joueur, sur la confiance qu'il présente en cours de partie.

2. *Un profil relatif au sentiment d'efficacité personnelle*, basé sur les échelles éponymes [Chen et al. 2001; Bandura 2006] et appliqué au contexte d'utilisation d'un jeu vidéo. Cette partie du questionnaire est uniquement accessible si un participant a répondu « oui » à la question « Considérez-vous comme un joueur de jeu vidéo ? » qui clôt la section relative aux habitudes de joueur. L'objectif de cette partie du questionnaire est de vérifier l'influence du sentiment d'efficacité personnelle sur la confiance du joueur [Stone 1994; Moores and Chang 2009].

3. *Un profil relatif à l'aversion au risque du participant*, basé sur le questionnaire créé par Holt and Laury [2002] et couramment utilisé dans la littérature. Cette section consiste en une série de questions de choix de loteries, permettant d'observer si le participant est risquophile ou risquophobe. Pour notre recherche, elle nous permet de vérifier l'influence de l'aversion au risque sur la confiance du joueur [Stone 1994; Johnson and Fowler 2011].

Ces questionnaires sont présentés en début d'expérimentation, avant que le participant n'ait pu commencer à joueur. Il n'y a pas de questionnaire déclaratif post-expérimentation, car la mesure réalisée en cours de partie est l'objet même de notre proposition de recherche. De plus, comme il a été vu en section 1.2.3, la confiance peut être altérée par un jugement réalisé a posteriori, lorsque l'individu repense aux actions entreprises. Cette seconde évaluation risque ainsi de tendre vers une meilleure appréciation des chances réelles de succès. Dans notre objectif de pousser le joueur à développer une posture plus réflexive sur sa

prise de décision, nous privilégions l'influence de la rejouabilité dans la mise en place d'un tel mécanisme de pensée. Cette phase de réévaluation de la décision est donc pleinement intégrée au jeu.

5.2.1.2 Évaluation de l'information et mesure de la confiance du joueur

Pour mieux évaluer l'influence de la qualité de l'information sur la confiance du joueur, il est important de découper les phases de jeu pour mieux segmenter les différents temps de prise de décision. Dans l'exemple d'un jeu d'enquête, comme ceux présentés en section 2.2.3.1 pour corriger des biais de décision, jeu structuré de manière classique, deux phases de jeu sont distinguées : *une phase d'investigation* et *une phase d'évaluation* relative aux résultats de l'investigation. Ce partage permet de mieux appréhender les différentes stratégies des joueurs suivant les étapes du jugement, avec une phase d'investigation, pour l'acquisition, le traitement et la restitution de l'information ; puis une phase d'évaluation, pour l'action, le résultat et le feedback.

Nous proposons d'utiliser un système de gestion de points d'action de jeu, permettant de limiter le nombre d'actions que le joueur peut réaliser dans chacune de ces phases. Ces points sont disponibles en quantité limitée, de 1 à 5 pour chaque information. Ce système repose ainsi sur une échelle de Likert, échelonnée en cinq niveaux. L'objectif est de circonscrire voire forcer la prise de décision du joueur, mais aussi et surtout de renseigner son degré de confiance en l'information : 1 renseignant une absence de confiance en la qualité de l'information ; 5 représentant une confiance totale en la qualité de l'information.

- *Dans le cas de la phase d'investigation*, ces points sont relatifs à l'exploration et la recherche d'informations. Cette mécanique de gestion est le moteur générant des situations d'incertitude, laissant les joueurs dans l'impossibilité d'avoir accès à la totalité des informations. Leur jugement s'exerce à partir d'informations partielles, et dans certains cas où le récit le permet, à partir d'informations inutiles pour la résolution. En plus d'exercer leur jugement en situation d'incertitude, sous contrainte d'un nombre d'action limité, les joueurs peuvent aussi faire face à un trop plein d'informations, qu'il leur faut trier pour arriver à se focaliser sur l'essentiel et exercer leur jugement.
- *Dans la phase d'évaluation*, un autre type de point peut être utilisé. Ils fonctionnent comme des mises que les joueurs utilisent pour qualifier l'information. En leur laissant la possibilité de miser sur plusieurs informations, il est possible d'observer précisément la prise de décision du joueur au travers de ses choix.

La mesure de la confiance peut ainsi être corrélée avec les conditions de réussite ou d'échec, tout en étant distincte d'une certaine prise de risque car la mesure du score est relative à chacune des informations récupérées pour constituer la solution, et non uniquement celles de la solution globale. Les scores s'additionnant d'une partie à une autre,

le ou les vainqueurs sont désignés après un nombre certain de parties, nombre précisé selon le contexte d'utilisation du jeu (temps de formation plus ou moins limité par exemple).

5.2.1.3 Évaluation de la difficulté

Dans le cas d'un jeu vidéo, la mesure de cette difficulté dépend de critères multiples dus à la complexité de la tâche elle-même. Elle est définie par l'effort que doit faire le joueur en vue de résoudre un problème ou un défi spécifique [Levieux 2011]. Elle est articulée autour de trois dimensions permettant de mieux comprendre la nature du challenge, ainsi que ses caractéristiques, pour mesurer son niveau de difficulté réel :

- *La difficulté sensorielle* « [...] décrit l'effort que doit fournir le joueur pour obtenir des informations nouvelles et pertinentes sur l'état de l'univers du jeu. Par informations nouvelles, on entend toute information que le joueur ne peut pas déduire des faits et règles logiques qu'il connait déjà. » [Levieux 2011, p.47]

- *La difficulté motrice* « [...] décrit le niveau de précision spatiale et temporelle dont le joueur doit faire preuve lorsqu'il exécute une action. » [Levieux 2011, p.52]

- *La difficulté logique* « [...] décrit l'effort que doit fournir le joueur pour exploiter les informations dont il dispose, c'est-à-dire comprendre le fonctionnement de l'univers par induction, et choisir la prochaine action à effectuer par déduction. » [Levieux 2011, p.54]

A l'inverse, pour la majorité des expériences en sciences cognitives et sociales, la mise en évidence de l'excès de confiance, puis sa calibration, s'effectue sur des tâches simples, de type QCM de culture générale, comme par exemple, les expériences basées sur le jeu de *Trivial Pursuit* [Haney and Abbott 1979]. La difficulté y était mesurée lors d'expériences pilotes, sur un panel de sujets suffisamment large et représentatifs [Pulford and Colman 1997]. Elle n'est pas mesurée en temps réel, pour chaque sujet, comme cela peut être le cas pour les jeux vidéo.

Dans le cadre des expérimentations réalisées pour cette recherche, la difficulté objective est mesurée continuellement, à partir des succès et échecs du joueur face à un challenge strictement défini, suite à une phase d'apprentissage qui permet au joueur de pouvoir évaluer au mieux son jugement pour évacuer toute incompréhension relative à la tâche. Afin de définir les différents paliers de difficulté, des playtests et expérimentations pilotes permettront de mesurer le taux de succès de chaque challenge pour adapter le jeu selon les profils.

5.2.1.4 Mesure de la confiance au travers de la difficulté subjective

Pour notre travail, nous ne nous reposons pas sur une estimation spécifique de la difficulté objective, mais sur une approche plus générique qui permet de comparer les résultats entre les jeux. Nous souhaitons réaliser une estimation entre les variables du défi et les chances du joueur d'échouer à sa complétion. Pour ce qui est de la difficulté subjective, dans le cadre de notre expérience, nous intégrons cette mesure au gameplay du jeu en utilisant une échelle de Likert sur 7 niveaux. Pour éviter tout problème d'interprétation de la notion de difficulté par le joueur, nous demandons au joueur d'estimer sa probabilité de succès d'une tâche, bien que nous mesurions sa probabilité d'échec. Pour comprendre ce que le joueur ressent durant la partie, au lieu de réaliser l'estimation de la difficulté en fin de partie comme cela peut-être fait dans les études psychophysiques, il semble plus juste de suivre l'évaluation du joueur pour un niveau spécifique de difficulté pour chaque défi. Puisque nous choisissons que notre mesure de la difficulté subjective se base sur une estimation du joueur de sa probabilité d'échouer, il est possible d'intégrer l'outil de mesure dans le gameplay, permettant ainsi de répéter les observations sans que l'immersion soit brisée (et que le joueur ne délaisse l'évaluation par manque d'intérêt).

En se focalisant sur l'effet difficile / facile, notre recherche se focalise sur deux aspects principaux. D'abord pour des raisons de méthodologie, notre expérimentation doit s'approcher le plus possible d'une expérience de jeu. Pour cette raison nous utilisons un système d'ajustement dynamique de la difficulté, en commençant par des niveaux de difficulté faibles. Il faut néanmoins noter qu'un tel système peut avoir un impact sur la motivation du joueur, puisque ce dernier progresse à son rythme en fonction de ses compétences. L'ajustement dynamique de la difficulté est, à ce titre, utilisée dans cette optique dans la majorité des jeux vidéo grand public. De plus, au lieu d'évaluer la confiance du joueur par une demande explicite sur son sentiment de confiance renseigné à l'aide d'un pourcentage, nous utilisons un système de mise intégré au gameplay.

5.2.2 Accompagner l'émergence d'une posture réflexive

Une fois le comportement d'excès de confiance mis en évidence chez le joueur au travers de mécaniques de jeu spécifiques, il est dès lors possible de rendre explicite les mécanismes décisionnels qui ont conduit à produire un tel jugement biaisé. Il s'agit de la première étape visant à mener le joueur à développer une posture plus réflexive sur sa prise de décision. La seconde étape consiste à accompagner cette réflexivité, toujours au travers du jeu, pour permettre au joueur de comprendre de lui-même son comportement.

5.2.2.1 Gameplay asymétrique et réflexivité : le rôle du meneur de jeu

L'autre clé majeure de l'expérience de jeu qui est développée dans cette recherche est la réflexivité, pour aboutir à une formalisation par le joueur de sa prise de décision.

Si la rejouabilité est une mécanique qui permet au joueur d'affiner ses stratégies et de mieux articuler sa prise de décision, elle n'est pas suffisante pour qu'il y ait de sa part une démarche analytique consciente et explicite sur sa manière de jouer. Autrement dit, il deviendra un meilleur joueur mais ne sera pas nécessairement capable de le formaliser. Pour permettre cette réflexivité, un gameplay spécifique est adressé au joueur en lui donnant le rôle du meneur de jeu.

Inspiré des mécaniques des jeux de rôle, le meneur de jeu est celui qui va diriger et animer la partie de jeu. Son objectif est de tromper le joueur en développant chez ce dernier un comportement d'excès de confiance. En manipulant les variables de l'excès de confiance intégrées comme mécaniques de jeu, le meneur jouit d'une liberté dans ses choix, et donc de ses stratégies, en vue d'orienter le jugement du joueur. En plus de pouvoir observer comment le jugement du joueur peut être altéré, il expérimente par la compréhension des mécanismes de prise de décision des autres joueurs. Mais pour qu'il puisse jouer avec le comportement d'excès de confiance, il est nécessaire que les joueurs développent vis-à-vis de lui une relation de confiance à degrés variables. Ils ne doivent pas pouvoir deviner l'objectif du meneur. Pour cela, le meneur récupère aléatoirement en début de partie un rôle spécifique : il peut être amené soit à aider les joueurs, soit à les écarter de leur objectif. Les autres joueurs ne sont évidemment pas au courant du rôle que le meneur tient, mais ils savent qu'il peut œuvrer contre eux. Il y a donc une incertitude sur la finalité des actions du meneur, et c'est cette ambiguïté relative à son rôle qui va lui permettre de jouer sur la confiance des autres joueurs.

Le rôle du meneur du jeu doit être de comprendre les processus cognitifs relatifs à la prise de décision des joueurs, et d'arriver à en maîtriser l'impact pour arriver à ses fins. Dans le cas d'utilisation du jeu lors de formations relatives à la prise de décision, ce rôle peut être alloué, dans un premier temps, au médiateur, au formateur ou à l'enseignant. Néanmoins, il est primordial que chaque participant puisse devenir le meneur de jeu, pour assurer l'efficacité de cette mécanique de changement de rôle dans le processus de réflexivité.

5.2.2.2 La mécanique de changement de rôle pour développer une posture réflexive

L'expérience du jeu doit reposer sur la différenciation des objectifs et stratégies des joueurs pour favoriser l'émergence d'une posture plus distante et analytique sur leurs prises de décision. Les joueurs prennent ainsi tour à tour le rôle du meneur du jeu. Deux rôles sont distingués au sein du jeu, où les joueurs sont amenés à voir leurs parties selon différents angles, à prendre du recul pour développer un processus d'analyse fine du comportement de chacun, à commencer par le leur.

Un gameplay asymétrique a un intérêt considérable dans l'équilibre de l'expérience de jeu et dans l'engagement des joueurs / apprenants. Le meneur doit se montrer le plus convaincant possible pour maintenir le niveau de confiance auprès des joueurs. Il doit

donc mettre en place des stratégies spécifiques pour arriver à ses fins, différentes de celles des joueurs. Elles impliquent d'avoir une meilleure connaissance du comportement d'excès de confiance et des processus cognitifs sous-jacents pour développer le comportement ou contrôler ses effets. De plus, elles sont affinées par le joueur d'une partie à une autre. Le rôle du meneur du jeu étant donné à un autre joueur dès le début d'une nouvelle partie, ce dernier change ses perspectives de jeu et peut développer de nouvelles stratégies ou encore bonifier celles qu'il a déjà mises en place. En multipliant les parties, les joueurs / apprenants entrent dans un cercle vertueux qui les conduit à perfectionner leur compréhension de leur prise de décision, non plus de manière intuitive, mais formelle.

Cette mécanique de changement de rôle est primordiale dans la mise en place d'une expérience réflexive. L'échec que traverse le joueur, joueur qui a été l'objet d'un comportement biaisé, est la première étape nécessaire au développement d'un questionnement sur sa manière de jouer [Gee 2007; Juul 2009]. Ce questionnement est ensuite mis en perspective lorsque le joueur devient le meneur de jeu, disposant ainsi des outils facilitant la prise de décision. Il contrôle désormais l'accès aux informations, connaît la force et le poids de chacune. Il peut donc expérimenter l'influence de ces variables sur le ou les joueurs qu'il a en face de lui.

5.3 Synthèse

Au cours de ce chapitre, nous avons détaillé notre méthode de recherche en vue d'accompagner le joueur à mieux comprendre la manière dont il prend une décision. Cette méthode, qui vise à développer une posture réflexive chez le joueur, est centrée sur la notion de biais cognitif. Au travers de l'erreur de raisonnement nous souhaitons amener le joueur à prendre conscience de ses erreurs, et ce à l'échelle des mécanismes décisionnels. Le biais est donc à la fois un moyen de générer la réflexivité, au travers de la mise en échec du jugement du joueur, et aussi la finalité même de la réflexivité, puisque le biais est le marqueur de l'utilisation d'une heuristique.

Nous avons choisi de nous focaliser sur le comportement d'excès de confiance, que nous pensons provoquer au travers de l'influence de la qualité de l'information présentée au joueur, ainsi que de l'influence de l'évolution de la difficulté en cours de partie. Pour accompagner le joueur dans sa compréhension des éléments de gameplay qui l'ont conduit à prendre une décision biaisée, nous nous focalisons sur l'effet d'une mécanique dite de changement de rôle, permettant au joueur de prendre en main certains éléments de la simulation en vue d'orienter le jugement d'un autre joueur.

Deux expérimentations viseront à vérifier l'efficacité de cette méthode : l'une cherchant à mettre en évidence l'influence des biais d'ancrage et d'ajustement, ainsi que du biais de confirmation, sur l'évaluation de l'information ; l'autre cherchant à souligner l'influence de l'effet difficile / facile sur l'évaluation de la difficulté du jeu.

Troisième partie

Expérimentation 1 : influence de l'information sur la confiance du joueur

Chapitre 6

Description du jeu *Detective OS*

Sommaire

6.1 Fonctionnement du jeu sérieux 149
6.1.1 Vision d'ensemble 150
6.1.2 Gameplay, règles et mécaniques de jeu 151
6.2 Déroulement d'une partie de jeu et architecture 155
6.2.1 Déroulement d'une partie pour un niveau 155
6.2.2 Découpage et déroulement pour chaque étape de jeu 155
6.3 Calcul du score et mesure du comportement du joueur 159
6.3.1 Score et conditions de victoire pour l'enquêteur 159
6.3.2 Score et conditions de victoire pour le meneur du jeu 162
6.4 Synthèse 163

Ce chapitre est dédié à la présentation du premier prototype développé pour cette thèse, *Detective OS*, utilisé pour vérifier l'influence de l'information sur la confiance du joueur. Ce jeu a été réalisé dans le cadre d'un partenariat de recherche avec l'entreprise KTM Advance. Le développement a néanmoins été assuré par le laboratoire Cédric, en tenant compte des contraintes de production définies par l'entreprise, à savoir la réalisation d'un jeu sérieux à destination des managers. Le contenu du prototype est décrit dans les sections suivantes.

6.1 Fonctionnement du jeu sérieux

Le jeu sérieux se présente sous la forme d'un jeu d'enquêtes à gameplay asymétrique, opposant un meneur de jeu à un enquêteur. Les joueurs sont invités à prendre part à une expérience visant à tester et évaluer un nouvel outil : *Detective OS*. Le logiciel est présenté comme un outil d'investigation à distance, permettant à un utilisateur, qualifié d'enquêteur, de résoudre une affaire criminelle sans se déplacer sur le lieux du crime. Pour ce faire, il récupère les informations qui lui sont transmises par son partenaire, qu'il ne connaît pas et qu'il ne voit pas, mais qui interagit aussi avec le logiciel. Ce partenaire est en réalité le meneur de jeu. Il dispose d'un objectif aléatoire suivant les parties : s'il travaille avec l'enquêteur, il doit l'aider à trouver la bonne solution ; mais s'il travaille contre lui, il

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

doit le guider vers une impasse. Dans les deux cas, son véritable objectif ne doit pas être découvert par l'enquêteur, qui est prévenu en début de partie de cette dualité potentielle chez son partenaire.

Pour arriver à ses fins, le meneur de jeu dispose de plusieurs variables de jeu à utiliser dans le but d'influencer le comportement du joueur. L'ordre d'apparition des indices, le choix d'un indice servant d'ancrage, ou encore la difficulté de l'enquête, sont autant de variables qui peuvent avoir un impact sur le jugement de l'enquêteur. Pour que ce dernier soit persuadé de prendre la meilleure décision possible malgré ces variables, le meneur doit le conduire à avoir une confiance excessive quant à ses aptitudes à résoudre un problème en situation d'incertitude.

De son côté, l'enquêteur n'a pas de temps à perdre : chaque action de jeu est comptée, limitant le temps de jeu. Pour ne pas trahir la confiance que les organisateurs portent en lui, l'enquêteur ne peut se passer du soutien de son partenaire.

Le jeu sérieux se présente sous la forme d'un jeu vidéo textuel du genre aventure dans lequel un joueur doit résoudre différentes affaires criminelles, tandis qu'un autre joueur doit orienter son jugement en vue de lui faire prendre une décision biaisée. Le principal objectif du jeu est de permettre au joueur/apprenant de mieux comprendre comment il prend une décision, au travers de situations où il pourra mettre en œuvre ses capacités de jugement. Pour placer le joueur dans une telle posture, le jeu doit atteindre deux sous-objectifs :

- Le premier consiste à développer un comportement d'excès de confiance chez le joueur/enquêteur permettant de mettre en évidence des processus relatifs au jugement d'information. Ce comportement est mesuré dans la phase d'auto-évaluation de son jugement.
- Le second réside dans la mise en place d'une expérience plus réflexive, pour s'assurer que le joueur/apprenant comprenne mieux la manière dont il prend une décision. Il s'agit de permettre au joueur de devenir la personne qui va manipuler les variables qui l'ont poussé, dans un premier temps, à prendre une décision en état d'excès de confiance.

6.1.1 Vision d'ensemble

Le joueur endosse le rôle d'un enquêteur, pris ici au sens large. Il incarne une personne chargée de réunir des informations en vue d'émettre une hypothèse pour répondre à un problème donné. Il est confronté à différentes formes d'influences qui vont avoir un impact sur son jugement. En face de lui, un meneur de jeu va contrôler son accès aux informations. Il va user de multiples variables pour altérer sa prise de décision et le mettre en posture

d'excès de confiance. D'une partie à une autre, le joueur alterne entre les deux rôles. Par l'expérimentation de ces deux gameplay, le joueur est conduit à remettre en perspective ses actions pour mieux comprendre comment il a pris une décision.

Le public ciblé par le jeu concerne des étudiants en management qui profiteront d'une formation spécifique sur l'excès de confiance dans le cadre de leurs études. Un partenariat avec le CNAM et son école de management (Ecole Management & Société) a été envisagé afin de réaliser des expérimentations auprès du public cible, tout en respectant les contraintes précisées par l'entreprise.

Le jeu est conçu pour être utilisé aussi bien de manière autonome que dans le cadre d'une formation sur la prise de décision. Le formateur est invité à prendre part au jeu, tout d'abord en tant qu'animateur, puis comme joueur. Le gameplay du titre permet d'approcher plus aisément cette population mais aussi de les préparer à des formations futures basées sur ce format. L'utilisation du jeu sérieux n'est cependant pas limitée à ce seul public. Les managers, débutants ou expérimentés, pourront aussi profiter de ce titre. Le cadre de la formation initiale, tout comme les formations en entreprise, offrent la possibilité de jouir d'une mise en situation en groupe, autour d'un formateur. L'accent est donc porté sur les échanges, les débats et la réflexivité, ce que les mécaniques d'un jeu d'enquête permettent de développer. Le jeu se présente sous la forme d'un programme développé en HTML et JavaScript accessible par tout navigateur récent, à jour. La partie serveur du jeu utilise la plateforme Node.js

Tout système d'exploitation supportant un navigateur récent : Windows 7 et + / Mac OS 10.6 et + / Linux distributions. Le navigateur doit aussi être à jour, les versions suivantes ont été celles utilisées pour les tests du jeu : Mozilla Firefox 33 / Google Chrome 38

6.1.2 Gameplay, règles et mécaniques de jeu

Les règles du jeu sont discutées et mises en perspective par rapport aux enjeux de la recherche et en vue de répondre aux critères utiles pour l'évaluation de son efficacité. Pour être le plus synthétique et exhaustif possible, le choix des règles est justifié selon les trois types de règles communément admises dans la littérature sur le game design [Salen and Zimmerman 2004], à savoir :

- Les règles implicites, ou « les règles qui ne sont pas écrites » [Sniderman 2006], sont des règles de comportement supposées et attendues du jeu par le joueur. Ce sont des méta-règles qui entretiennent le jeu dans sa fonction sociale et, à ce titre, sont ancrées dans la culture des participants.

- Les règles opérationnelles, résumant les actions que le joueur doit faire dans le but de jouer. Ces règles sont généralement introduites dans le livret des règles qui accompagne un jeu. Elles sont écrites et accessibles, permettant au joueur de s'y référer

rapidement pour trancher sur le bon fonctionnement du jeu.

- Les règles constituantes, à savoir les règles logiques et mathématiques qui structurent le jeu. Ces règles ne sont pas directement accessibles au joueur, sauf s'il analyse le jeu dans cette optique. Elles servent au concepteur pour bâtir son système de jeu et définir les variables du gameplay.

6.1.2.1 Règles implicites

Les règles implicites nécessitent d'être précisées car le jeu prend place dans un cadre spécifique lié d'une part au contexte de formation et, d'autre part, au fonctionnement même du jeu. Il est attendu du joueur qu'il se comporte comme un détective, à savoir comme une personne qui va chercher des informations en explorant un structure narrative, puis donner sens à ces informations en vue de résoudre un problème donné. Contrairement à d'anciennes itérations du document de conception, il a finalement été choisi de ne pas se baser sur un personnage connu pour éviter tout biais relatif aux connaissances préalables du joueur concernant ledit personnage. Dans le même temps, il s'agissait d'éviter que le joueur n'ait des attentes auxquelles le jeu ne peut subvenir, générant des incompréhensions dans l'appréciation du modèle du jeu. Il est aussi attendu du joueur qu'il accepte de se retrouver en situation d'échec, sans pour autant remettre uniquement en question la conception du jeu, mais son propre jugement. Le dispositif ludique doit amener le joueur à accepter cette posture, notamment par le changement de rôle.

6.1.2.2 Règles opérationnelles

Les règles opérationnelles sont primordiales pour cadrer au mieux le déroulement de l'expérience et des expérimentations. Le jeu se présente comme un jeu d'enquête pour deux joueurs. Il est avant tout narratif et repose sur des échanges d'informations entre un enquêteur et un meneur de jeu. Plusieurs règles viennent délimiter le bon fonctionnement de l'expérience en vue de répondre à l'objectif de recherche :

- *Le jeu se joue à deux, un joueur incarnant l'enquêteur, l'autre le meneur de jeu. Les joueurs ne se rencontrent pas, ne peuvent pas se voir et jouent à distance sur deux machines différentes.* Le joueur incarnant l'enquêteur sait qu'un autre joueur, présenté comme son partenaire, l'accompagne dans l'expérience. Pour les expérimentations, il s'agit bien d'un joueur humain qui sera opposé à l'enquêteur car il n'a pas été possible de créer une intelligence artificielle pouvant s'adapter au comportement de ce dernier, tout en arrivant à offrir une cohérence suffisante au récit pour qu'il emporte l'adhésion de l'enquêteur. Toutefois, dans le cadre d'une évolution du jeu, il serait intéressant de mesurer l'impact réel de ce joueur humain, comparativement à une intelligence artificielle qui proposerait les indices de manière aléatoire à l'enquêteur.

- *Après trois enquêtes, l'enquêteur échange son rôle avec le meneur de jeu, et inversement.* Le passage de l'enquêteur à meneur est obligatoire pour aider le joueur a se placer dans une posture plus réflexive concernant son comportement.

- *L'enquêteur et le meneur de jeu jouent chacun leur tour ; l'un propose une information à l'autre, puis inversement.* Pour permettre au meneur de jeu de pouvoir orienter le jugement de l'enquêteur, et en particulier, de pouvoir le conduire vers une piste spécifique, le meneur doit choisir une information, un indice, et le proposer à l'enquêteur. Pour conserver une liberté d'action, et lui permettre d'exercer pleinement son jugement, l'enquêteur a lui aussi la possibilité de présenter une information à l'enquêteur. Une partie du jeu est ainsi construite comme un dialogue, où l'un cherche à rendre cohérent le récit qui en découle, à savoir le meneur, pour mieux orienter le jugement de l'autre, l'enquêteur, qui lui cherche à trouver le fin mot de l'histoire.

- *L'enquêteur doit répondre à une énigme en un nombre d'actions limitées.* L'enquêteur ne peut pas avoir accès à l'ensemble des informations, auquel cas, il serait capable de trouver la bonne réponse. Il doit avoir une incertitude quant à l'étendue de son exploration par rapport à l'ensemble des informations relatives à l'enquête. Pour cela, il ne dispose que d'un nombre limité d'actions de jeu. Le détail de ses actions possibles est énoncé en suivant.

- *L'enquêteur dispose de plusieurs actions de jeu, certaines ont un coût (baissant son nombre d'actions possibles), d'autres sont gratuites.*

  - *Contre 1 point d'action, l'enquêteur peut choisir un nouvel indice (pour le présenter au meneur), ou lui demander de l'aide lorsqu'il estime être bloqué.* Demander de l'aide au meneur n'est pas anodin et à ce titre, doit avoir un coût. De plus, cela permet d'éviter à l'enquêteur d'utiliser cette fonctionnalité pour tenter de déconcerter le meneur de jeu, qui doit alors choisir l'ensemble des indices.
  - *Sans que cela ne soit décompté de ses points d'action, il peut à tout moment consulter les informations qu'il a déjà reçu, via un système de tri. Ce système permet de trier les informations par leur ordre d'apparition, par leur expéditeur, par la mise. Le joueur peut aussi trier lui-même ses information via la zone de travail, un espace dans l'interface du jeu réservé à l'enquêteur dans lequel il dispose de ses indices.* Ces outils peuvent être utilisés indépendamment par l'enquêteur, pour parfaire son jugement. Il s'agit d'équilibrer le jeu en donnant à l'enquêteur de quoi l'aider à mieux projeter sa prise de décision. En dehors du jeu vidéo, il n'a pas le droit de prendre des notes.

- *Le meneur de jeu doit orienter le jugement de l'enquêteur vers une solution spécifique. Il doit ainsi choisir quelles informations il va envoyer à l'enquêteur en utilisant*

la carte des informations. Cette carte permet d'aider le meneur de jeu à faire les meilleurs choix possibles pour orienter le jugement de l'enquêteur sur la piste qu'il souhaite. Avec la carte, il peut y observer la disposition des indices, les liens entre eux, ainsi que les méta-données qui leurs sont propres. Par exemple, il peut savoir quels sont les indices qui permettent de déduire la bonne solution, et quels sont ceux qui permettent de déduire une fausse piste.

- *Le meneur ne dispose que de quelques secondes pour choisir son information et l'envoyer à l'enquêteur ; sinon, une information par défaut est transmise automatiquement à l'enquêteur.* Pour ne pas éveiller des soupçons sur la manière dont le meneur est en train de préparer son action, un mécanisme permet l'envoi automatiquement d'une information non-découverte, reliée directement à celui en cours. Si tous les liens ont déjà été visités, l'information sélectionnée est tirée aléatoirement dans la liste des indices non-découverts. L'objectif est que l'enquêteur ne puisse pas interpréter les latences relatives aux choix du meneur comme un indice sur la qualité de l'information qu'il va lui être présentée.

- *L'enquêteur découvre une information de son choix à partir des liens disponibles au sein du corps de l'indice en cours d'évaluation.* L'exploration des informations pour l'enquêteur ne se fait que d'indices en indices, au moyen de mots-clés reliant les informations entre-elles. Par exemple, la fiche d'un suspect fait mention que ce personnage porte un manteau dont le col est tâché de petites marques rouges. Le mot col est un hyperlien qui renvoie vers une autre fiche, spécifique au col, qui détaille les fameuses tâches rouges. Le passage d'une information à une autre permet à l'enquêteur de mieux développer son jugement pour explorer ses hypothèses. En couplant cette navigation par liens avec le fonctionnement de la zone de travail, l'enquêteur peut ainsi reconstruire l'ensemble de la carte des informations.

- *L'enquêteur doit évaluer la qualité d'une information pour faire apparaître les liens vers les autres.* La mise de l'enquêteur sur la qualité de l'information permet d'avoir un *feedback* constant sur son jugement quant aux informations qui lui sont envoyées. Ces mises sont autant de *feedbacks* pour le meneur que pour les évaluateurs de l'expérience. Miser est donc une action obligée pour pouvoir avancer dans la partie ; si le joueur ne mise pas, il ne peut pas accéder aux liens compris dans l'information. De plus, la première évaluation de l'information par l'enquêteur doit être indépendante des liens qui le compose. Ainsi, les liens sont invisibles tant que l'enquêteur n'a pas validé sa mise.

- *L'enquêteur doit renseigner sa confiance relative à son choix de suspect. Il doit aussi donner son jugement quant au rôle tenu par le meneur de jeu, puis sa confiance relative à ce jugement.* Il s'agit de l'autre pierre angulaire de l'expérience basée sur le modèle de prise de décision réflexive. L'enquêteur doit renseigner sa confiance en sa décision pour qu'il donne une estimation de la qualité de son jugement. Il doit aussi

renseigner la confiance qu'il a dans le rôle joué par le meneur pour nous permettre d'analyser plus en détail son jugement vis-à-vis des informations qui lui ont été présentées, ainsi que l'ordre dans lequel elles lui ont été présentées. L'évolution de ces estimation, comparativement à la qualité même de la décision, permet d'observer une meilleure auto-appréciation du comportement du joueur.

6.1.2.3 Règles constituantes

Le calcul de la solution optimale est réalisée en fonction des informations qui ont été présentées. En utilisant une règle de Bayes, il est possible de déterminer la probabilité de trouver la bonne réponse de l'enquête à partir du lot d'informations échangées entre les joueurs. Les informations sont elles classées selon leur poids et force respectives, comme énoncé en section 3.3.1. Le score de l'enquêteur est, quant à lui, généré selon un ratio entre la confiance qu'il a en sa décision et la qualité de sa décision. Ce calcul suit la méthodologie développée dans les expériences de calibration, comme présenté en section 2.2.3.2 au travers du jeu *The Credence Game*.

6.2 Déroulement d'une partie de jeu et architecture

Après avoir présenté les règles du jeu, cette section explique le déroulement complet d'une partie, et présente l'architecture générale du jeu, articulée autour de la prise de décision du joueur.

6.2.1 Déroulement d'une partie pour un niveau

Une partie de jeu est découpée en plusieurs niveaux. Chaque niveau correspond à une enquête introduite et développée par le meneur de jeu, puis résolue par l'enquêteur qui remporte un certain nombre de points selon ses performances. En fin de partie, au bout d'un certain nombre de niveaux, au minimum 3, ce score est réévalué. Il en découle le score du meneur de jeu, ainsi que le score final et définitif de l'enquêteur. Ce n'est qu'à ce moment que l'enquêteur et le meneur échangent leurs rôles. Une nouvelle partie du jeu peut ainsi commencer. Le schéma suivant présente le déroulement du jeu pour un niveau, déroulement détaillé dans la figure 6.1.

6.2.2 Découpage et déroulement pour chaque étape de jeu

6.2.2.1 Introduction de la partie et début du premier niveau de jeu

Après la lecture d'un tutoriel rapide sur le contexte du jeu et ses mécaniques principales, le meneur découvre le contenu de la première affaire, à savoir son résumé et sa solution. Il découvre par la suite son objectif tiré aléatoirement, à savoir soit orienter l'enquêteur vers

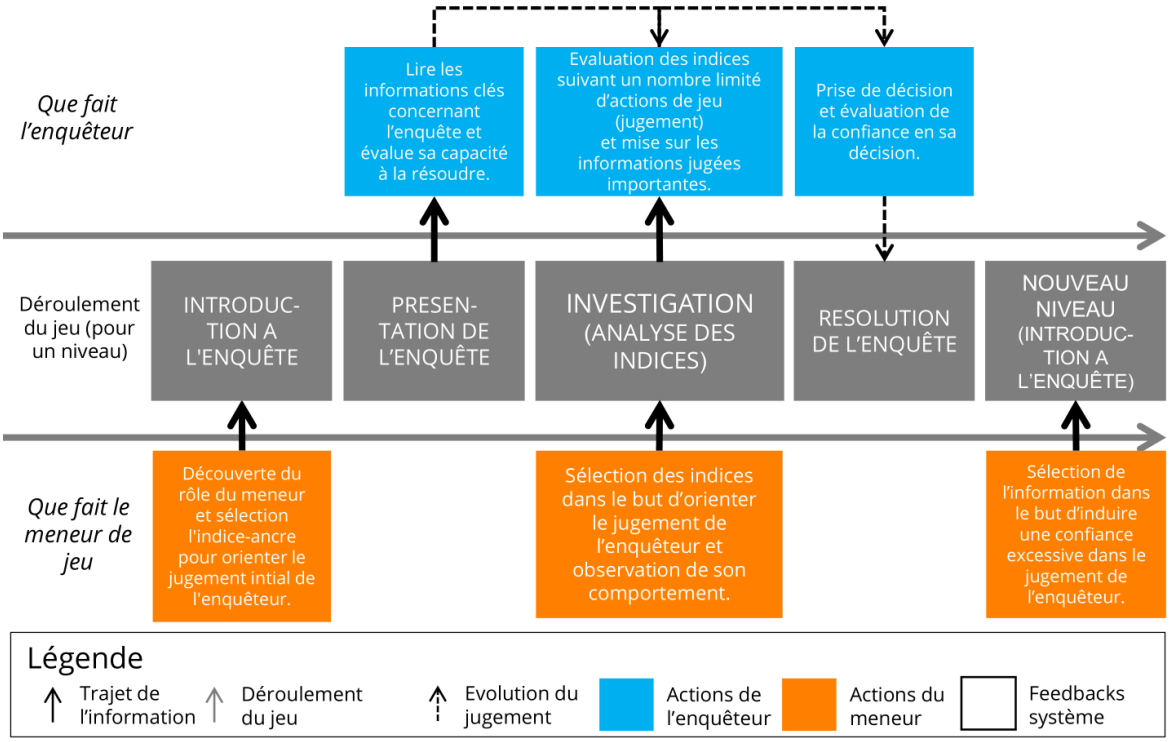


FIGURE 6.1 – Déroulement d'une partie

la bonne solution, soit l'en écarter. Il peut ensuite choisir le premier indice qui va orienter le déroulement du jeu. Cet indice sert d'ancre et va orienter le jugement de l'enquêteur sur un point spécifique de l'enquête. Le système indique au meneur l'intérêt de cet indice-ancre par rapport à l'ensemble des pistes de l'enquête, lui facilitant son choix parmi les indices présents. La figure 6.2 résume les actions possibles et leur ordre pour le meneur de jeu.

6.2.2.2 Présentation de l'enquête

Une fois que le meneur a validé ses choix de variables, un texte reprenant le contenu de l'enquête et incluant les choix du meneur est présenté à l'enquêteur. Ce texte est accompagné d'une phrase d'accroche à l'attention directe de l'enquêteur quant à la difficulté de l'affaire et sa capacité à pouvoir la résoudre. Il est ensuite demandé à l'enquêteur de donner une appréciation de sa capacité à résoudre ladite enquête sur une échelle de 50 à 100%, au travers de la question suivante : « Avec les premiers éléments qui vous ont été présenté, pensez-vous pouvoir résoudre cette enquête ? » Cette première évaluation permet d'avoir un aperçu du jugement de l'enquêteur concernant ses capacités. Elle prend véritablement de l'importance au bout d'un certain nombre de parties, lorsque l'enquêteur a déjà expérimenté le système de jeu, et qu'il peut évaluer ses capacités à résoudre l'enquête distinctement de celles à maîtriser le logiciel. La figure 6.3 résume les actions possibles et

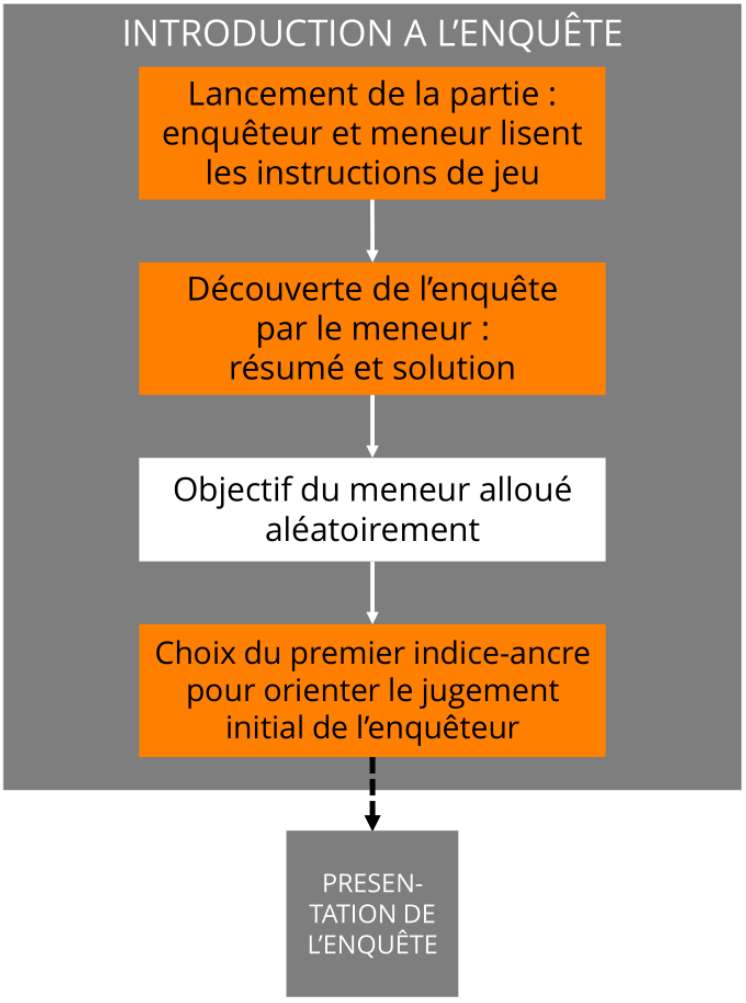


FIGURE 6.2 – Début de partie : introduction à l'enquête

leur ordre pour le meneur de jeu et l'enquêteur.

6.2.2.3 Premier tour de jeu

Passée l'introduction et la présentation du cadre de l'enquête, le meneur de jeu débute l'affaire en présentant l'information qu'il a sélectionné au préalable via une liste d'indices conseillés par le système en vue de générer un ancrage suffisant. Meneur et enquêteur joueront ensuite à tour de rôle. La découverte du premier indice a permis de dévoiler 1 à n nouveaux mots-clés qui renvoient chacun vers des indices. L'enquêteur en choisit un, et accède au contenu de l'indice. Il lui en coûte 1 point d'action (PA). L'indice découvert présente de nouveaux mots-clés. L'enquêteur peut miser sur cet indice s'il pense qu'il lui est utile pour la résolution de l'enquête. Il peut réaliser 0 à 5 mises par indices, sans limite de mise à l'échelle du niveau. En fin de partie, il pourra visualiser les indices sur lesquels

il a le plus misé. C'est ensuite au tour du meneur de choisir un nouveau mot-clé, pointant vers un nouvel indice.

Durant cette phase de sélection et d'évaluation d'indices, le meneur a accès à plus d'informations que l'enquêteur. L'interface affiche l'ensemble des indices et leur position dans le scénario ; autrement dit, le meneur accède aux informations et méta-informations relatives à chaque indice. A l'inverse, l'enquêteur n'accède qu'aux informations brutes pour chaque indice. La figure 6.4 résume les actions possibles et leur ordre pour le meneur de jeu et l'enquêteur.

6.2.2.4 Fin d'un niveau

Les échanges entre enquêteur et meneur prennent fin de différentes manières :

- Lorsque l'enquêteur choisit de donner la solution de l'enquête, indépendamment du nombre de points d'action qu'il lui reste. Le joueur a généralement intérêt à consommer l'ensemble de ses points d'action (PA). Lui laisser la possibilité de mettre un terme à l'enquête quand il le souhaite nous permet de mieux apprécier son comportement sans trop le contraindre dans l'action même de sa prise de décision ; il est libre de choisir à quel moment il peut prendre sa décision avant qu'il n'ait épuisé ses points d'action. Les points d'action restant sont additionnés à son score, servant ainsi de bonus. Cela permet de pousser l'enquêteur à ne pas consommer tous ses points d'action, et donc à limiter son exploration des arbres de scénarios. Il récupère moins d'indice et peut, potentiellement, voir son jugement plus aisément orienté par les choix du meneur de jeu.
- Lorsque l'enquêteur n'a plus assez de points d'action pour continuer et doit donner sa réponse à l'enquête. Dans le dernier cas, un écran de jeu lui informe qu'il doit passer à la phase de prise de décision.

Avant de donner sa réponse, l'enquêteur peut visualiser les indices pour lesquels il a donné la plus haute mise. Cela lui permet de faire un point sur les informations qui lui permettent de juger l'affaire, avant de réaliser sa prise de décision. Il doit ensuite donner sa solution de l'affaire, répondant à la question, « Qui est l'auteur du crime ? », avant de renseigner son degré de certitude par rapport à sa décision, exprimé sous la forme d'un pourcentage compris entre 0 % et 100%. Puis il renseigne l'identité du meneur, s'il pense que ce dernier a joué avec lui ou contre lui, ainsi que le degrés de certitude qu'il a en sa réponse. Cette dernière évaluation n'est pas redondante avec la précédente car l'enquêteur peut être sûr de sa décision, sans savoir dans quelle direction le meneur orientait son jugement. Ces deux évaluations sont donc nécessaires pour apprécier plus finement le comportement de l'enquêteur. Le contenu de ces observations est détaillé dans la section suivante concernant le calcul du score et la mesure de la confiance des joueurs. En parallèle, le meneur de jeu doit lui aussi donner une évaluation de la confiance qu'il

porte en la décision de l'enquêteur, basée sur la même échelle. Cette évaluation permet d'obtenir une appréciation directe du meneur sur son efficacité à orienter le jugement de l'enquêteur. Une fois fait, le meneur de jeu prépare le deuxième niveau. Les étapes concernant l'introduction et la présentation de l'enquête se déroulent comme décrites en amont. La figure 6.5 résume les actions possibles et leur ordre pour le meneur de jeu et l'enquêteur.

6.2.2.5 Fin de partie et évaluation de l'enquêteur

Après au moins trois niveaux de jeu, correspondant à trois enquêtes, l'enquêteur reçoit ses évaluations finales. Les scores s'additionnant d'une enquête à une autre, le ou les vainqueurs sont désignés après que l'ensemble des affaires ait été traité. Ce n'est qu'à ce moment que l'enquêteur reçoit un retour plus complet sur la manière dont il a pris ses décisions. Il s'agit de la vraie phase d'évaluation du travail de l'enquêteur. Dans la diégèse, cette réévaluation est présentée comme réalisée avec l'aide d'autres experts, permettant de justifier ce retour sur la prise de décision de l'enquêteur. Pour chaque enquête, ces experts détaillent le parcours de l'enquêteur comparativement à la solution optimale ; et pour chaque cas, la confiance qu'il a associé à sa décision. Ce n'est qu'à ce moment du jeu que l'enquêteur découvre ses erreurs. Le calcul des scores finaux, pour chaque joueur, est présenté dans la section suivante. La figure 6.6 présente le déroulement de cette phase de jeu, qui met un terme à la partie.

6.3 Calcul du score et mesure du comportement du joueur

Comme précisé au travers des règles constituantes en section 6.1, l'évaluation du comportement du joueur repose sur la méthodologie utilisée dans les expérimentations de correction du comportement d'excès de confiance. Les conditions de victoire du joueur ne se font donc pas suivant la qualité de sa décision, mais son aptitude a correctement évaluer la qualité de sa décision.

6.3.1 Score et conditions de victoire pour l'enquêteur

6.3.1.1 Mesure de la confiance en cours de partie

Durant un niveau, la mesure de la confiance est double, grâce à des indices du comportement du joueur récupérés en cours et en fin de partie :

- Une mesure couplée aux actions de jeu de l'enquêteur, relative aux mises qu'il a réalisées en fonction des indices reçus.
- Une mesure relative à l'auto-évaluation du joueur, demandée en fin de niveau et renseignée par l'enquêteur ; Il peut choisir trois niveaux de confiance : très confiant ;

moyennement confiant ; peu confiant.

En cours de partie, pour aider l'enquêteur et pour conserver une trace de l'évaluation des informations, il doit miser graduellement sur les indices qu'il reçoit, d'une valeur plus ou moins élevée selon ses certitudes. La mesure basée sur les mises se fait donc en continu, tout au long du jeu, et peut être réajustée par le joueur. Le suivi des mises permet ainsi de mettre en évidence l'évolution du jugement du joueur. La mesure de la confiance est ainsi distincte d'une certaine prise de risque car elle ne se limite pas à la réponse donnée par le joueur, mais à l'ensemble des informations. Les informations pour lesquelles il a donné la plus haute mise sont celles qui, par défaut, seront utilisées pour constituer la séquence d'indices présentées avant qu'il ne prenne sa décision en donnant la réponse à l'enquête.

6.3.1.2 Gestion du score en cours de partie

A la fin d'un niveau, une fois que l'enquêteur pense avoir trouvé la solution de l'affaire, ou qu'il est à court de points d'action, le jeu s'arrête et il doit donner sa réponse ; autrement dit, il doit prendre une décision et nommer le criminel. L'enquêteur reçoit finalement le nombre de points promis en début d'enquête, et ce peu importe la qualité de sa décision. L'objectif est de donner l'impression au joueur qu'il est sur la bonne voie, d'un niveau à un autre. Ce n'est qu'en fin de partie que son score est réévalué, lorsque les experts annoncent qu'ils ont recoupé l'analyse de l'enquêteur. Le score que reçoit l'enquêteur en fin de niveau est ainsi uniquement corrélé avec son degré de confiance :

- S'il est très confiant en sa décision, l'enquêteur reçoit 100% des points promis.
- S'il est moyennement confiant en sa décision, l'enquêteur reçoit aléatoirement d'un niveau à un autre entre 25 et 50% des points promis. La restitution aléatoire de ce score permet d'éviter que le joueur ne donne uniquement ses réponses qu'en étant que « moyennement confiant ». Dans ce cas, il ne pourrait ni prévoir, ni optimiser ses gains si le score reçu est incertain.
- S'il n'est pas confiant en sa décision, l'enquêteur ne reçoit aucun des points promis.

6.3.1.3 Calcul du score final

Pour le calcul du score final, la mesure de la confiance utilisée est celle renseignée par l'enquêteur concernant sa confiance en sa prise de décision en fin de chaque niveau. Cette confiance est nécessairement associée à sa prise de décision. Des experts annoncent au joueur/enquêteur qu'ils ont décidé de revoir leur évaluation, affaire par affaire. Cette réévaluation est dorénavant corrélée avec la qualité de sa décision, jugée selon les critères d'une prise de décision optimale. Si la confiance de l'enquêteur est parfaitement corrélée avec la qualité de son jugement, l'enquêteur gagne plus ou moins de points selon la qualité

de son jugement même (pour mieux récompenser les joueurs qui ont donné la solution la plus probable) :

- S'il est très confiant et que sa solution est probable, il gagne 100% des points.
- S'il est peu confiant et que sa solution est improbable, il reçoit 75% des points.

Si sa confiance diffère de la qualité de son jugement, il touche différents pourcentage selon l'association confiance et jugement :

- S'il est en excès de confiance : sa confiance est forte mais sa solution est improbable, il ne reçoit aucun des points, seulement une appréciation.
- S'il est en manque de confiance : sa confiance est faible mais sa solution est probable, il ne reçoit aucun des points, seulement une appréciation.

Si sa confiance est moyenne, le joueur n'est récompensé que pour la qualité de son jugement. Deux cas de figure se présentent :

- S'il est moyennement confiant et que sa solution est probable, il gagne 50% des points et reçoit une appréciation plutôt négative.
- S'il est moyennement confiant et que sa solution est improbable, il gagne 25% des points et reçoit une appréciation négative.

La restitution du score au joueur est résumée dans la table 6.1.

	Très confiant	**Peu confiant**	**Moyennement confiant**
La solution de l'enquête donnée par le joueur est probable	100% des points	0% des points	50% des points
La solution de l'enquête donnée par le joueur est improbable	0% des points	75% des points	25% des points

TABLE 6.1 – Répartition des points pour l'enquêteur

S'il est important de laisser au joueur la possibilité de préciser qu'il est moyennement confiant en son jugement, pour ne pas fausser les analyses, les deux états les plus intéressants étant le manque de confiance et l'excès de confiance. Ce sont ces comportements qui vont expliciter les conditions de victoire et de défaite, comme le présente la table 6.2.

	Peu confiant	**Très confiant**
La solution de l'enquête donnée par le joueur est improbable	Le joueur est conscient de la faiblesse de son raisonnement. Jugement calibré *Score multiplié*	Le joueur a été trop rapide dans son raisonnement (et n'en a pas vu les limites). Il a fait une erreur de raisonnement. Jugement non calibré *Le joueur perd ses points*
La solution de l'enquête donnée par le joueur est probable	Le joueur a été trop rapide dans son raisonnement (mais l'a compris). Sa réponse est correcte mais il n'a pas confiance en son jugement. Jugement non calibré *Le joueur perd ses points*	La réponse du joueur est correcte et il est confiant en son jugement. Jugement calibré *Score multiplié*

TABLE 6.2 – Matrice du comportement attendu du joueur/enquêteur

Il est difficile de faire une corrélation directe entre les auto-évaluation de la confiance de l'enquêteur concernant ses deux décisions (la solution de l'enquête et le rôle du meneur). A l'inverse, ces deux mesures pourront être croisées avec les résultats des questions présentés aux joueurs en fin de partie, permettant de dire plus précisément si la connaissance (réelle ou supposée) du rôle du meneur de jeu a eu un impact conscient sur la prise de décision de l'enquêteur.

A ces points s'ajoutent les points d'action non consommés par l'enquêteur. Ce bonus est alloué à l'enquêteur pour avoir résolu l'affaire en moins de temps que prévu (c'est-à-dire, l'ensemble des points d'action). Ainsi, le calcul final du score est composé de : *Sf = Pe + Pa(non consommés)*

6.3.2 Score et conditions de victoire pour le meneur du jeu

Les points reçus par le meneur du jeu sont calculés en fonction des points que l'enquêteur n'a pas gagnés. Puisqu'il est chargé de pousser l'enquêteur à être en excès de confiance, la réussite du meneur est proportionnellement égale à l'échec de l'enquêteur. Tous les points destinés au préalable à l'enquêteur vont au meneur. Ainsi ce dernier ne reçoit de point que s'il est arrivé à guider l'enquêteur vers son objectif, et ce en toute confiance, comme le précise la table 6.3.

	Solution présentée probable			**Solution présentée improbable**		
	Il est très confiant	**Il est moyennement confiant**	**Il est peu confiant**	**Il est très confiant**	**Il est moyennement confiant**	**Il est peu confiant**
Le meneur doit orienter l'enquêteur vers une solution probable	Le meneur récupère tous les points	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point
Le meneur doit orienter l'enquêteur vers une solution improbable	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur récupère tous les points	Le meneur ne récupère aucun point	Le meneur ne récupère aucun point

TABLE 6.3 – Répartition des points pour le meneur de jeu

Le meneur doit donner une estimation de la confiance que l'enquêteur a en son jugement, en fin de partie, en même temps que l'enquêteur. Il s'agit de visualiser l'impression que le meneur du jeu a du jugement de l'enquêteur, et indirectement, s'il estime qu'il a réussi à développer l'excès de confiance de ce dernier. Cette phase d'évaluation du jugement de l'enquêteur doit amener le meneur à questionner a posteriori l'efficacité de sa stratégie. Mais à l'inverse de l'enquêteur, cette évaluation n'est pas utilisée dans le calcul de son score. Elle sert de valeur d'appréciation du jugement du meneur.

6.4 Synthèse

Ce chapitre a présenté les règles de fonctionnement et d'usage du prototype de jeu visant à vérifier l'influence de l'information sur la confiance du joueur. Présenté sous la forme d'un jeu d'enquête au gameplay asymétrique, ce prototype permet à deux joueurs de s'échanger des informations en vue de résoudre une affaire criminelle.

L'enquêteur reçoit les informations du meneur du jeu qui, selon son objectif, doit orienter le jugement de l'enquêteur vers la bonne solution ou l'en éloigner. Dans les deux cas,

l'objectif du meneur est d'influer sur la confiance de l'enquêteur au travers d'informations spécifiques, qu'il choisit en fonction de leur poids et force, pour valider une hypothèse donnée.

Cette hypothèse est énoncée en début de partie, suivant la première information que le meneur de jeu choisit de présenter à l'enquêteur. Cette information sert d'ancrage, orientant le jugement du joueur vers une hypothèse qu'il cherchera à défendre au cours de la partie. Les biais d'ancrage et d'ajustement, ainsi que le biais de confirmation, sont utilisés dans cette optique.

Le score du joueur qui endosse le rôle de l'enquêteur est calculé selon la confiance qu'il a en sa décision, par rapport à la qualité même de cette décision. Ce n'est qu'après un nombre suffisant de parties, à savoir trois, que ce joueur peut devenir à son tour meneur de jeu. Il découvrira ainsi les outils qu'il a à sa disposition pour orienter la confiance d'un autre joueur, le nouvel enquêteur.

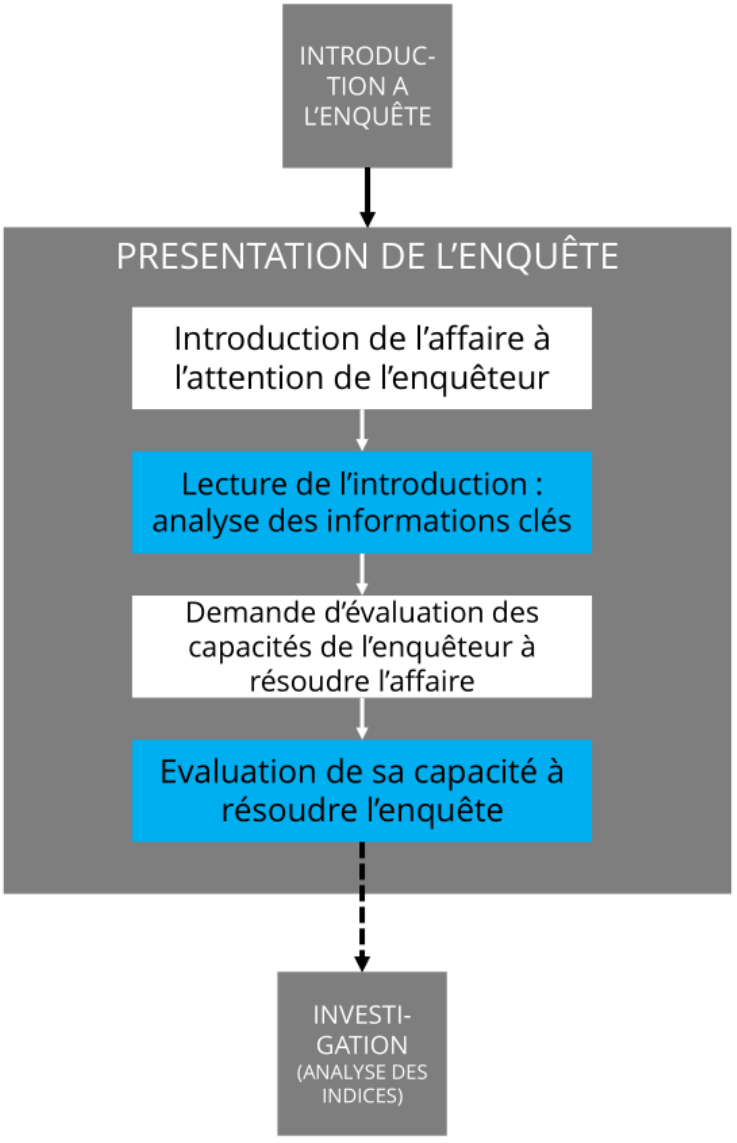


FIGURE 6.3 – Début de partie : introduction de l'enquête au joueur

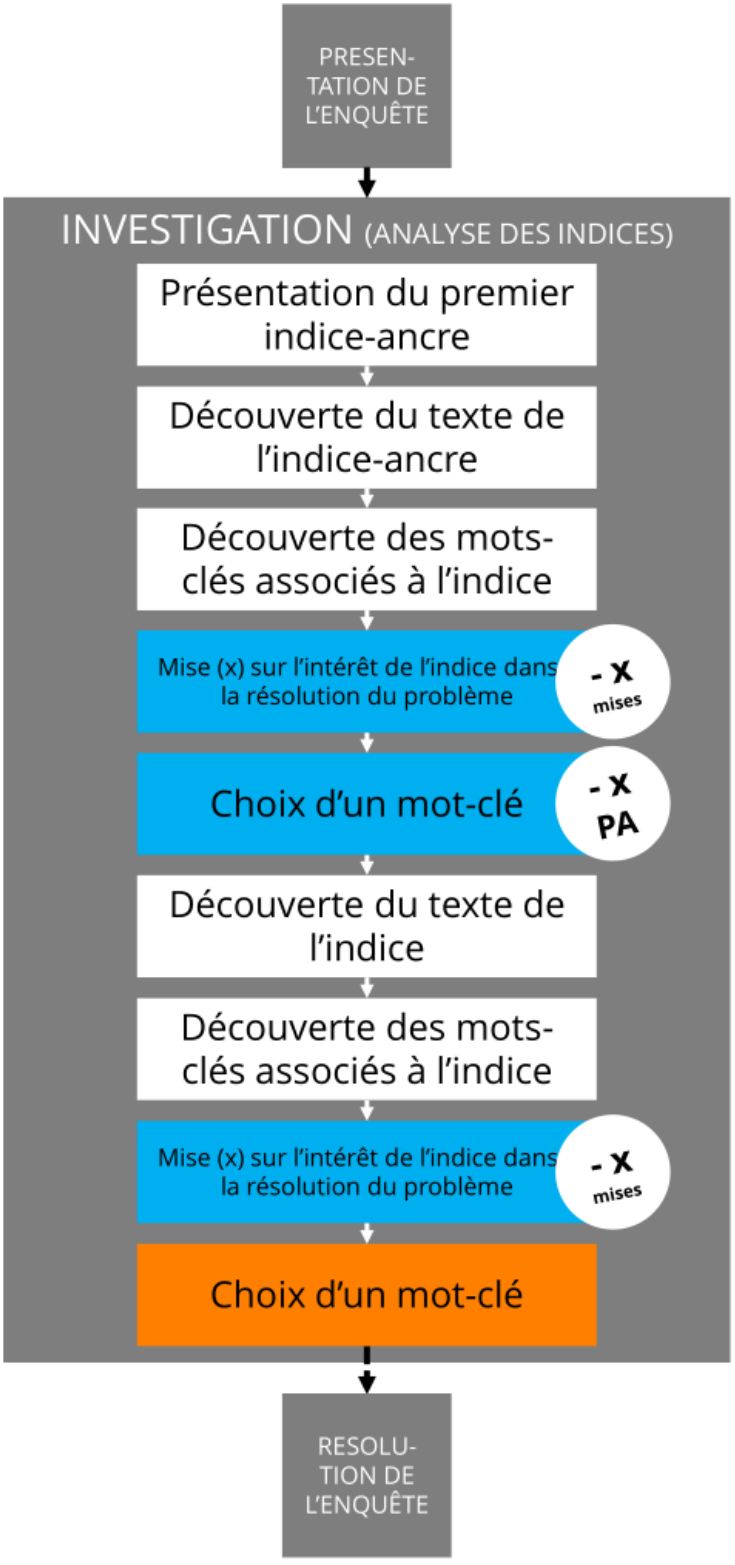


FIGURE 6.4 – Premier tour de jeu

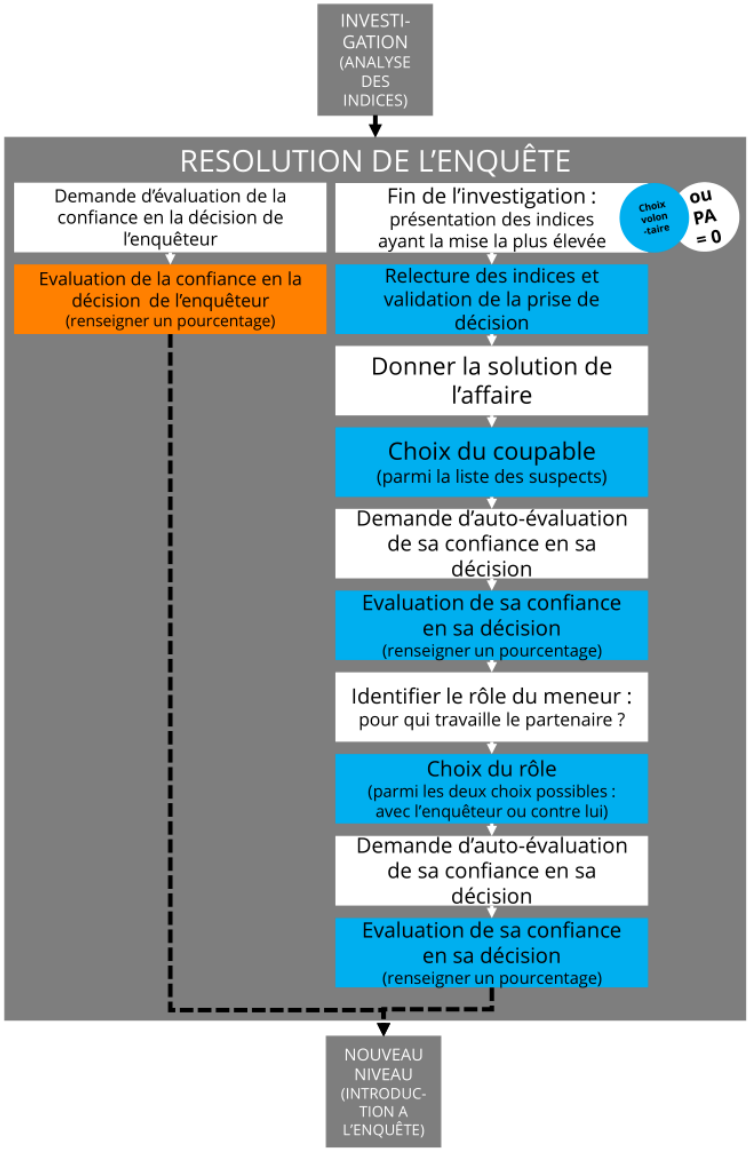


FIGURE 6.5 – Fin d'un niveau

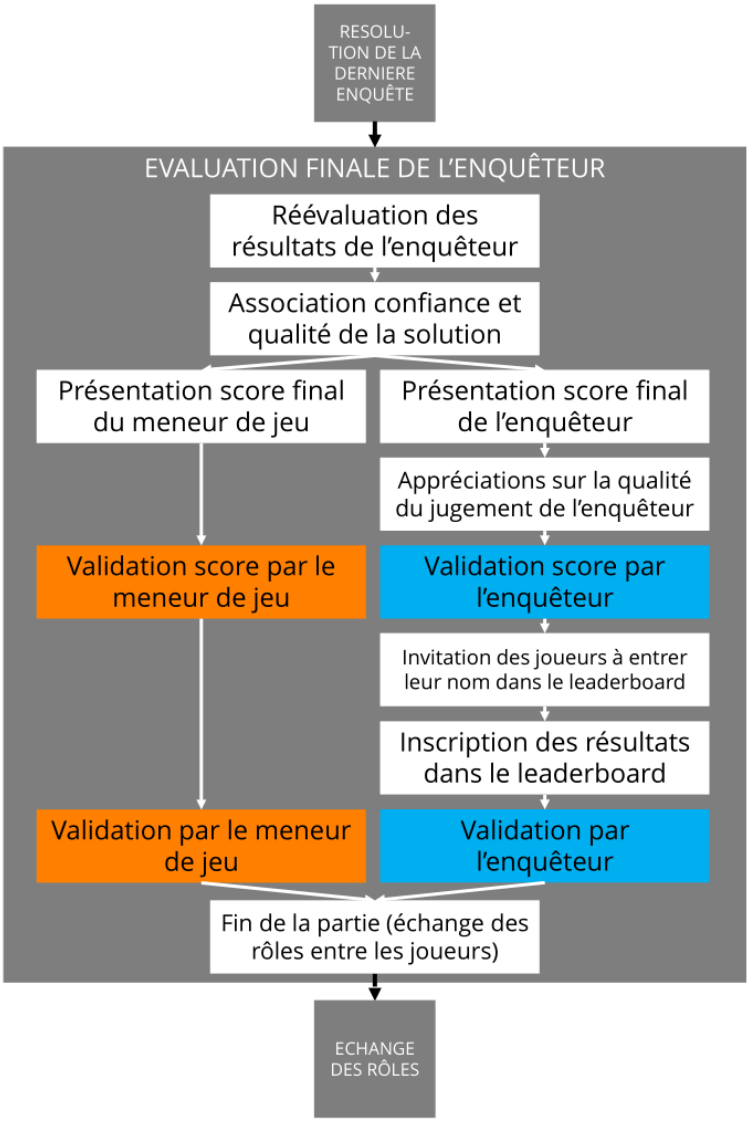


FIGURE 6.6 – Fin d'une partie

Chapitre 7

Problématiques de conception et itérations *(Detective OS)*

Sommaire

7.1 Conception de la structure narrative 169
7.1.1 Enjeux et problématiques de conception 170
7.1.2 Conception et architecture narrative 171
7.2 Conception de l'interface 174
7.2.1 Enjeux et principes de conception 174
7.2.2 Interactions et interfaces 177
7.3 Synthèse 180

Après avoir présenté le fonctionnement du jeu *Detective OS*, ce chapitre revient sur les problématiques inhérentes à sa conception. Le traitement de l'information étant central, une description de la méthodologie de travail relative à l'écriture des enquêtes est introduite dans les sections suivantes. La conception de l'interface est aussi sujette à de nombreuses interrogations, pour éviter toutes influences non contrôlées sur le jugement du joueur. Finalement, l'évolution du prototype est aussi présentée, en vue de mieux comprendre l'évolution de l'application de la problématique de recherche.

7.1 Conception de la structure narrative

Le traitement de l'information est approché au travers de la conception de la structure narrative de chaque enquête. Au même titre que les jeux sérieux conçus pour débiaiser le comportement d'excès de confiance, présentés en section 2.2.3.1, nous avons choisi de nous focaliser sur un récit de genre polar. Ces récits se révèlent être de bons candidats pour la conception de tels outils de correction du jugement, à la fois pour leur intérêt concernant l'analyse de la prise de décision au travers du jugement d'informations, mais aussi pour leur dimension ludique.

7.1.1 Enjeux et problématiques de conception

La source d'inspiration principale pour la conception narrative du jeu provient des nouvelles de Sir Arthur Conan Doyle mettant en scène son personnage fétiche, Sherlock Holmes. La structure de ces nouvelles a permis d'élaborer un modèle de conception des enquêtes basées sur le genre *whodunit*, dont les aventures de Sherlock Holmes font parties. Le *whodunit*, qui pourrait se traduire par *qui l'a fait*, est un type de roman appartenant à une catégorie annexe du genre polar, dont la structure est particulièrement balisée. Que ce soit en littérature, au travers des nouvelles de Sherlock Holmes, celles de l'inspecteur Maigret de Georges Simenon ou encore Nestor Burma de Léo Malet, à la télévision et au cinéma avec les exemples célèbres comme la série *House MD*, le film *12 Angry Men* de Sidney Lumet ou le cas d'école *Rashōmon* d'Akira Kurosawa, et même dans les jeux vidéo, avec les exemples célèbres de la série [Capcom Production Studio 4 2005], [Mechner and Smoking Car Productions 1997] et plus récemment [Sketchy Logic 2005], il s'agit d'histoires articulées autour d'une énigme clairement énoncée, pour laquelle le lecteur peut prendre part à son investigation. Le *whodunit* représente ainsi en soi un genre très ludique, invitant le lecteur, ou spectateur, ou encore joueur, à devenir l'enquêteur même, quitte à supplanter le rôle prévu dans la fiction à cet effet.

La structure développée pour l'écriture de ces enquêtes se devait d'inclure des premiers éléments de jouabilité. L'écriture ne pouvait être linéaire, car la construction du récit dépend des choix du joueur / enquêteur et de son avancée dans l'investigation. Ainsi, la structure partait d'une situation initiale, à savoir un crime. Le crime fait intervenir :

- Un criminel
- Une victime
- Un cadre d'investigation : spatialisation, temporalité
- Des suspects
- Des témoins : directs, ou indirects
- Des personnages annexes : experts, ou tout personnage utile pour apporter de la consistance à l'univers.

La première version de l'enquête se focalise sur la disposition des informations primaires, à savoir toutes les informations données par tous les personnages de l'intrigue (la victime, les suspects et les témoins directs) ainsi que les personnages associés aux personnages de l'intrigue (témoins indirects et personnages annexes affiliés). Il doit exister clairement un lien de filiation entre les personnages de l'intrigue et les personnages associés à ces derniers, permettant au joueur d'accéder aux seconds en passant par les premiers.

Dans un deuxième temps d'écriture, toutes les informations secondaires sont ajoutées au récit, à savoir les témoignages des personnages annexes et des experts, dont le contenu ne peut être remis en question, ainsi que les faits, comme les observations de lieux, ou des coupures de presse. Les faits, contrairement aux témoignages et au même titre que les témoignages des experts, ne peuvent être remis en question par le joueur / enquêteur. Ils ne peuvent être utilisés pour tromper l'enquêteur, mais peuvent ajouter du bruit à l'investigation et mener à une piste qui n'est pas utile pour l'investigation en cours. S'ajoute à cette catégorisation des sources d'information des éléments de pondération du contenu de chaque information :

- *Une pondération objective* : L'information qui m'est transmise est-elle complète ? Combien de fois cette information m'a été présentée ?
- *Une pondération subjective* : l'information qui m'est transmise est-elle utile ou inutile ?

Cette pondération doit autant être utilisée par le scénariste lors de la rédaction de l'enquête que par le joueur, lors de son investigation. Ce double système permet finalement de classifier chaque information selon son poids, au travers de sa source, et de sa force, au travers de son degrés de présence dans la diégèse.

7.1.2 Conception et architecture narrative

Les enquêtes ont été conçues en utilisant le logiciel de narration interactive *Twine* [Klimas 2009]. D'autres solutions ont été testées, comme *Articy :draft* [Nevigo 2015] ou plus simplement *Visio* [Microsoft 2016], mais seul *Twine* est un logiciel gratuit opensource, disposant d'un support très réactif d'une communauté spécialisée dans le développement de récits interactifs. Il permet aussi à la fois de tester rapidement le contenu des enquêtes, et offre un export au format .json, format utilisé pour le développement de la partie serveur du jeu. Cette fonctionnalité d'exportation en .json a été réalisée par un membre de ladite communauté [1], nous permettant d'intégrer les enquêtes à node.js.

Twine permet à l'utilisateur de concevoir des histoires non linéaires sous la forme d'arbres de décision, qui peuvent être générées en html. Le langage de programmation utilisé par le logiciel, Harlowe, pour concevoir la narration est unique, mais son fonctionnement est analogue à HTML. D'autres langages ont été créés par la communauté, dont un reposant sur JavaScript, nommé Snowman, sous licence MIT. Par sa facilité d'accès, *Twine* est le logiciel le plus utilisé par les concepteurs de fictions interactives, mais aussi par les enseignants pour l'apprentissage du fonctionnement de la fiction. Grâce à la souplesse du

1. Le développeur se nomme *cauli*, et les sources sont disponibles à cette adresse https://github.com/cauli/TwineJson

logiciel, et sa facilité de programmation, il est possible d'intégrer rapidement des fonctionnalités plus spécifiques au domaine du jeu. En dehors de l'interface et des graphismes, des mécaniques comme une barre de vie associé au personnage joué, un inventaire, ou un système de combat, transforment des fictions interactives en véritables jeux de rôle.

Quatre enquêtes ont été conçues pour le développement du prototype, *L'affaire du piano*, *Le métro sifflera trois fois*, *L'autoroute sans Mercy* et *La chute du lion*. Ces enquêtes s'inspirent de nouvelles du genre *whodunit* pré-existantes, pour faciliter la rédaction sans avoir recours à des scénaristes professionnels. Leur construction s'est organisée autour d'informations critiques, révélées par les différents protagonistes du récit. Il n'y a pas d'information « brute », dans le sens où sa source est clairement explicitée dans la diégèse. Il peut s'agir d'un fait, énoncé par le narrateur et ne peut donc être remis en question. Dans un autre cas, il peut s'agir d'un témoignage, sa source étant alors rattachée à un personnage. Ce choix a été opéré dans le but de simplifier les niveaux de lecture des informations pour le joueur / enquêteur. Ainsi, il ne peut confondre ce qui relève du fait de l'opinion, et est donc capable de mieux évaluer le poids de chaque information.

La structure des récits repose sur une disposition spatiale des informations, disposition qui répond à la cartographie du lieu dans lequel se déroule l'enquête. De nouveau, ce choix a été fait pour simplifier la progression du joueur. Par sa connaissance de l'espace, il peut se déplacer plus facilement d'un indice à un autre, tout en assurant un engagement plus fort dans la narration au travers d'une immersion spatiale. A titre d'exemple, une partie de l'architecture d'une enquête rédigée sous Twine est illustrée en figure 7.1. L'outil de rédaction, basé sur le langage de programmation Harlowe, ainsi que le rendu en HTML pour les tests, est présenté au travers de l'exemple d'un témoignage d'un des personnage, en figure 7.2.

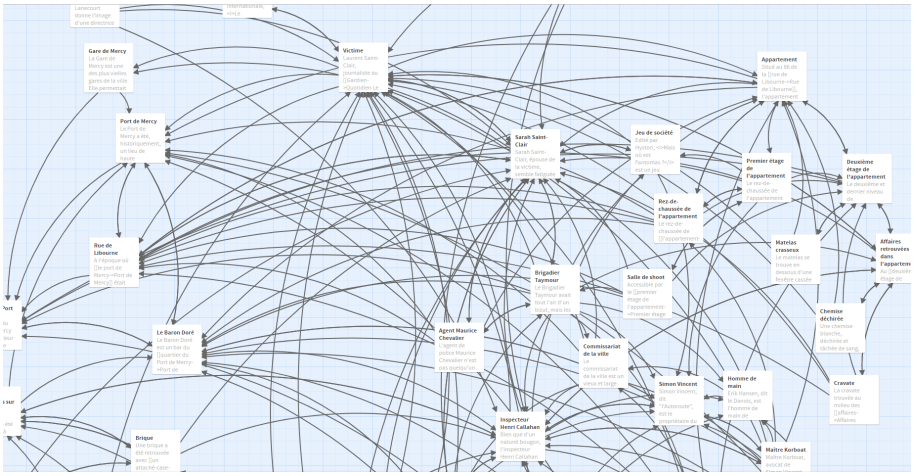
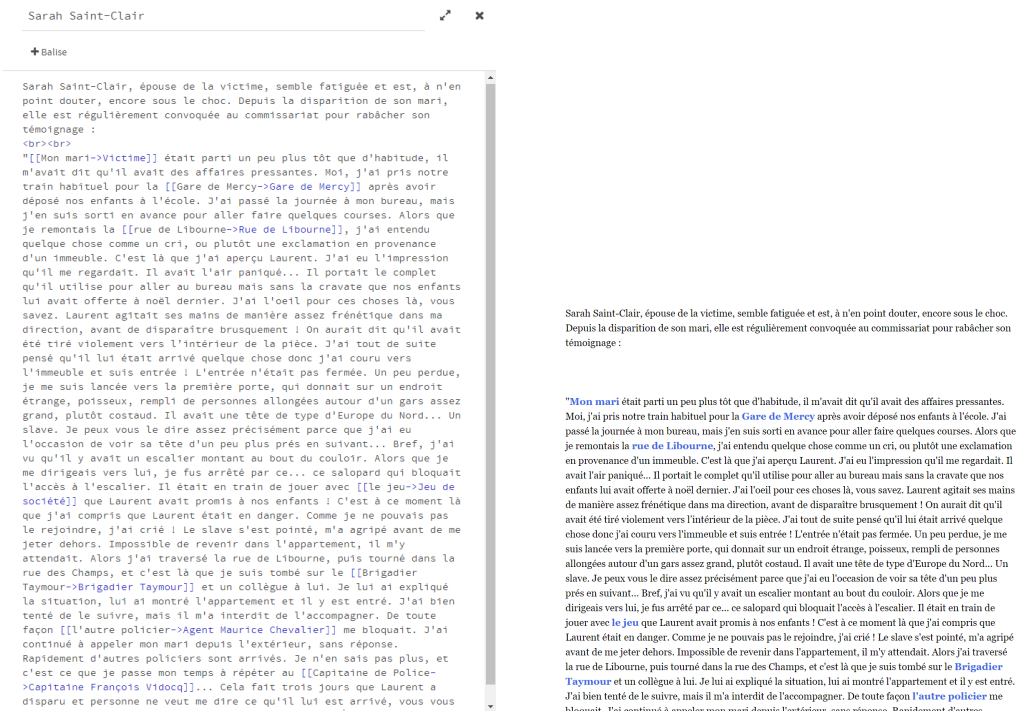


FIGURE 7.1 – Extrait de l'architecture narrative d'une enquête rédigée sous Twine

Les enquêtes ont été relues et testées auprès de trois personnes, amatrices de littérature



(a) Rédaction du texte en Harlowe (b) Rendu du texte en HTML pour test

FIGURE 7.2 – A gauche, la rédaction du témoignage d'un personnage sous le langage Harlowe. A droite, le rendu de ce texte en HTML pour vérifier le déroulement de la narration.

polar. L'objectif était de vérifier à la fois la qualité d'écriture, mais aussi et surtout de la logique interne de l'enquête. Les textes ont été présentés dans le format d'exportation de *Twine*, à savoir en HTML, permettant de naviguer librement d'indices en indices. A partir de leurs retours, les textes ont été réadaptées, notamment en ce qui concerne la difficulté d'appréciation du contenu des informations.

7.2 Conception de l'interface

Notre objectif étant de se focaliser sur l'influence du texte sur la confiance du joueur, son poids, sa force, ainsi que son ordre de présentation, la conception de l'interface doit faire l'objet d'un soin tout particulier pour éviter d'ajouter d'autres influences, non contrôlées, qui risqueraient d'orienter le jugement du joueur. Cette interface répond aussi à des contraintes de production relatives au gameplay asymétrique du jeu, un joueur n'ayant pas accès aux mêmes informations que l'autre.

7.2.1 Enjeux et principes de conception

L'interface du jeu doit convenir à la fois au joueur qui endosse le rôle de l'enquêteur, qu'à celui qui endosse le rôle du meneur de jeu. De plus, comme la même personne doit pouvoir passer d'un rôle à un autre, l'interface doit reposer sur les mêmes bases pour limiter l'apprentissage du fonctionnement du jeu aux spécificités de chaque rôle.

La conception de l'interface doit faire face à une double attente : d'une part elle doit être la plus accessible possible pour le plus grand nombre, en considérant que le public cible n'est pas forcément un public de joueurs aguerris. D'autre part, elle doit être la moins « typée », ou ancrée dans un cadre fictionnel trop fort. Elle ne doit pas faire référence à un thème ou un univers connu, voire tout cadre pour pourrait induire des biais pouvant avoir un impact sur la compréhension du modèle du jeu et son déroulement. Par exemple, il aurait été possible de créer un décorum [2] faisant référence au cadre de l'Angleterre victorienne, si le jeu avait conservé son ancrage sur le personnage de Sherlock Holmes. Plus simplement, un rappel des éléments relatifs au monde des détectives aurait pu être intégré ; par exemple, la zone de travail aurait pu prendre la forme d'un tableau sur lesquels le détective punaise ses indices et les relis entre eux à l'aide d'un fil grossier, comme le montre par exemple la figure 7.3 [3].

C'est par ailleurs l'orientation qui a été choisie de prime abord, avec pour objectif d'abstraire le plus possible les éléments visuels. Il en ressort une interface épurée, peu référencée, mais qui n'est pas des plus plaisante et ludique. C'est la contrepartie à vou-

2. Marne [2011] définit le décorum comme un élément propre à la conception des jeux : « Le décorum contient à la fois les éléments scénaristiques et les productions graphiques et sonores soutenant la motivation des apprenants-joueurs. Mais le décorum contient aussi les interactions que l'apprenant-joueur peut avoir avec l'univers qui lui est proposé et qui sont en marge de la manipulation de la simulation [...]. »

3. Image tirée de la série *True Detective* [Pizzolatto 2014]



FIGURE 7.3 – Tableau d'enquête - représentation réaliste et contemporaine

loir éviter toute influence relative aux graphismes, à l'exception de certains choix précis, comme les icônes et le fonctionnement général basé sur des interfaces web et mobile. A titre d'exemple, deux approches antagonistes sont présentées aux travers de la série de jeux vidéo *Sherlock Holmes* : d'un côté, une représentation réaliste par rapport au cadre temporel de la fiction (Angleterre période victorienne) comme le présente la figure 7.4, contre une représentation plus abstraite, comme la figure 7.5 qui fait explicitement référence au système neuronal.

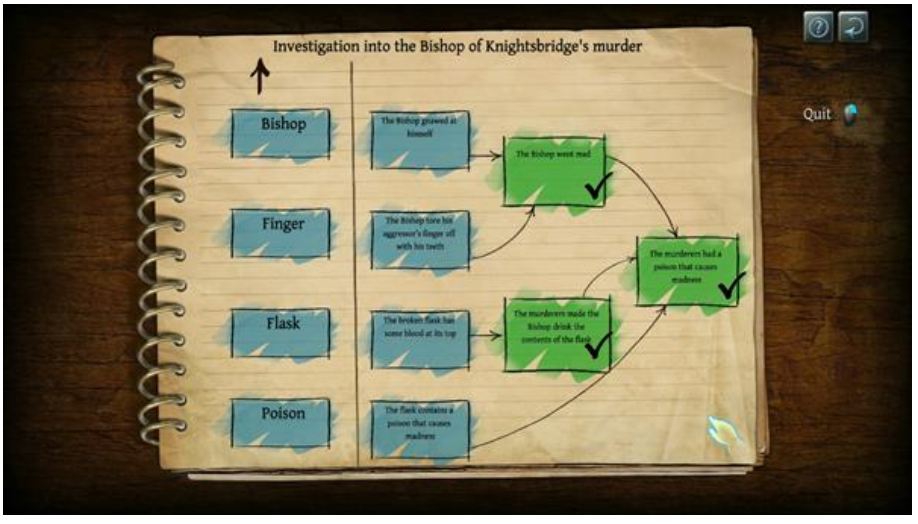


FIGURE 7.4 – Tableau d'enquête suivant une représentation dans un style victorien, image tirée du jeu *Le Testament de Sherlock Holmes* [Frogwares 2012]

Les icônes, ou plus généralement tous les éléments visuels utiles pour les interactions,

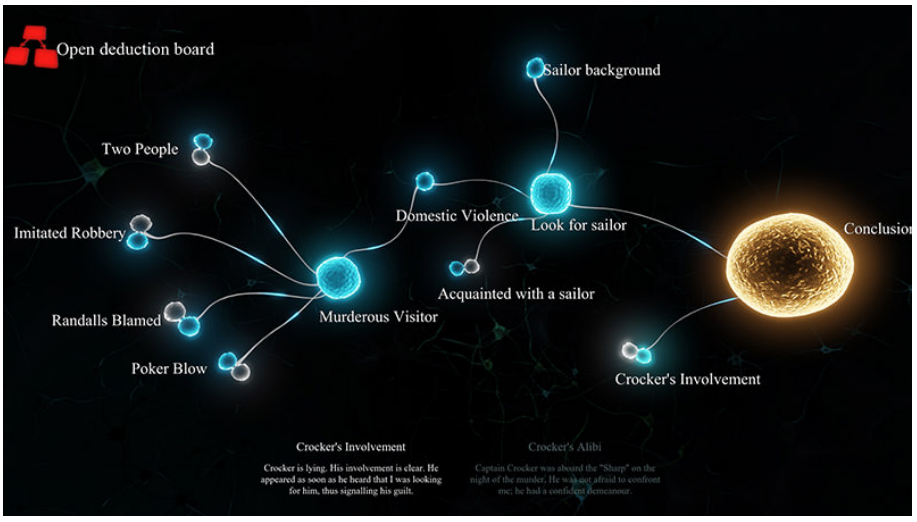


FIGURE 7.5 – Tableau d'enquête suivant une représentation abstraite, image tirée du jeu *Sherlock Holmes : Crime & Punishments* [Frogwares 2014]

font eux directement référence à des interfaces mobiles utilisées sur les smartphones et les tablettes tactiles. En l'occurrence, le choix s'est porté en grande majorité sur les icônes mises à disposition par Google [4] et ce pour deux raisons :

- Tout d'abord parce que ce sont des icônes connues du grand public, aussi bien au travers des systèmes Android que sur les différents environnements conçus par Google, de Chrome OS à leurs sites internet. Ainsi, les joueurs peuvent rapidement comprendre l'interaction associée au bouton.

- Ensuite parce que le travail réalisé par Google concernant le *Material Design*, dont les icônes sont tirées, rejoint aussi l'approche choisie pour le jeu : tendre vers un langage visuel plus simple et sobre. Cette approche n'est pas spécifique à l'entreprise américaine, mais elle est celle qui est la plus accessible aux concepteurs et développeurs via leurs outils et documentation [5].

Les interfaces ont donc, malgré leurs fortes ressemblances, des fonctionnalités spécifiques. Le détail des interfaces propres à chaque joueur est présenté dans la sous-section suivante.

4. L'ensemble des icônes est disponible à cette adresse : https://design.google.com/icons/
5. A titre d'exemple, le site dédié au spécifications du *Material Design* : https://www.google.com/design/spec/material-design/introduction.html

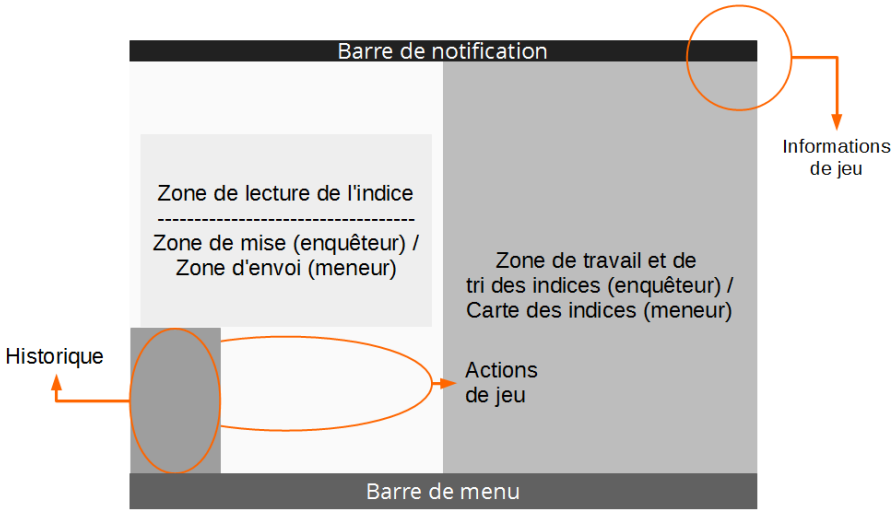


FIGURE 7.6 – Fonctionnement général de l'interface (document de conception)

7.2.2 Interactions et interfaces

7.2.2.1 Interface enquêteur

Dans le cas de celle spécifique au joueur incarnant l'enquêteur, la partie droite de l'écran est nommée « zone de travail ». Elle est dédiée au classement des informations que reçoit l'enquêteur et à son organisation. A la manière d'un tableau d'investigation, comme il a été présenté en amont, l'enquêteur peut se servir de cet espace comme d'une carte heuristique, associant les indices entre eux. Une fonctionnalité avancée devait permettre à l'enquêteur de pouvoir relier visuellement les indices, à l'aide d'un outil graphique. Cette option n'a pas été développée pour le prototype, bien que l'icône soit présente mais non active. La figure 7.7 présente l'interface actuelle et la figure 7.8 détaille les fonctionnalités. Les différences entre les deux illustrations s'expliquent par l'évolution de l'interface subie entre la vision présentée dans le document de conception, et sa présentation finale dans le prototype.

La liste des actions de jeu spécifiques au rôle l'enquêteur est la suivante :

- *Miser sur la qualité d'une information.*
- *Voir la mise associée à l'indice et le joueur à l'origine du choix de l'information*, au travers de la zone de travail.
- *Demander de l'aide au meneur de jeu.*
- *Mettre un terme à l'enquête*, ce qui clôture la partie.
- *Émettre des hypothèses.*



FIGURE 7.7 – Interface enquêteur, tirée du prototype.

7.2.2.2 Interface meneur de jeu

Du côté du meneur de jeu, l'interface est plus complète, sans être plus complexe. Elle repose sur les mêmes codes de conception, pour accélérer la prise en main lorsque le joueur change de rôle. Le changement le plus important comparativement à l'interface pour l'enquêteur réside dans la carte des informations. Là où l'enquêteur doit recréer cette carte, liant les informations entres elles par des méta-données, le meneur de jeu a accès à cette carte dans son entièreté dès le début du jeu. Un système de couleurs lui permet de voir quelles informations servent une même hypothèse, et lesquelles sont inutiles pour la résolution. Ces choix de conception sont détaillés dans la section 7.2.2.3.

La liste des actions de jeu spécifiques au rôle du meneur de jeu est la suivante :

- *Tirage au sort du rôle du meneur*, jouant avec ou contre l'enquêteur.
- *Sélection du premier indice ancré*, en vue de favoriser un biais d'ancrage.
- *Lire à loisir la conclusion de l'enquête*, pour sélectionner l'hypothèse la plus pertinente sur laquelle entraîner l'enquêteur.
- *Aider l'enquêteur à suivre l'hypothèse sélectionnée*, que cette hypothèse mène vers la bonne solution ou non.
- *Suivre la progression de l'enquêteur :*
  - *Espionner la zone de travail de l'enquêteur*, pour vérifier si la carte des informations mise en place par l'enquêteur suit l'hypothèse sélectionnée par le meneur.
  - *Consulter l'historique de la partie*, pour vérifier les échanges d'information réalisés entre les deux joueurs.

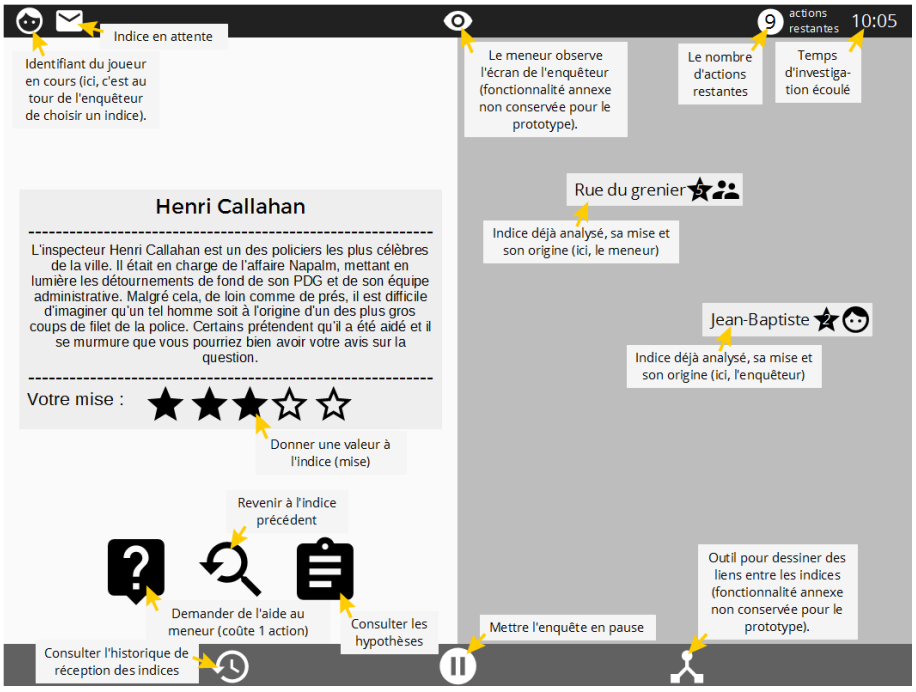


FIGURE 7.8 – Fonctionnement de l'interface enquêteur, décrit dans le document de conception.

- *Contrôler la progression de l'enquêteur :*
  - *Utiliser la carte des indices pour visualiser la progression dans la narration*, et rectifier le déroulement si nécessaire.
  - *Choisir des indices en fonction de l'hypothèse sélectionnée en début de partie.*

7.2.2.3 Prototype alpha et itérations

La première version du jeu présentait une interface similaire, dans les grandes lignes. Les itérations ont permis d'effectuer une transition plus tranchée vers un design type mobile, pour smartphones et tablettes, comme le présente la figure 7.11. L'historique est devenu un menu que le joueur peut appeler et masquer à loisir, tandis que les informations de jeu passent dans la barre de notification, en haut de l'écran. Les éléments visuels sont mieux uniformisés et de nouvelles fonctionnalités ont fait leur apparition. Par exemple, la zone de travail affiche désormais qui est à l'origine du choix de l'information, que se soit l'enquêteur ou le meneur. Elle permet aussi de permettre à l'enquêteur de demander de l'aide au meneur. Ce dernier, en échange d'un tour de jeu, lui offre une nouvelle information.

Comme pour l'interface enquêteur, celle associée au rôle du meneur a connu aussi des modifications comme le montre la figure 7.12. Comme précisé en amont, la barre de notification fait son apparition et l'historique devient un menu. Plus que pour l'enquê-

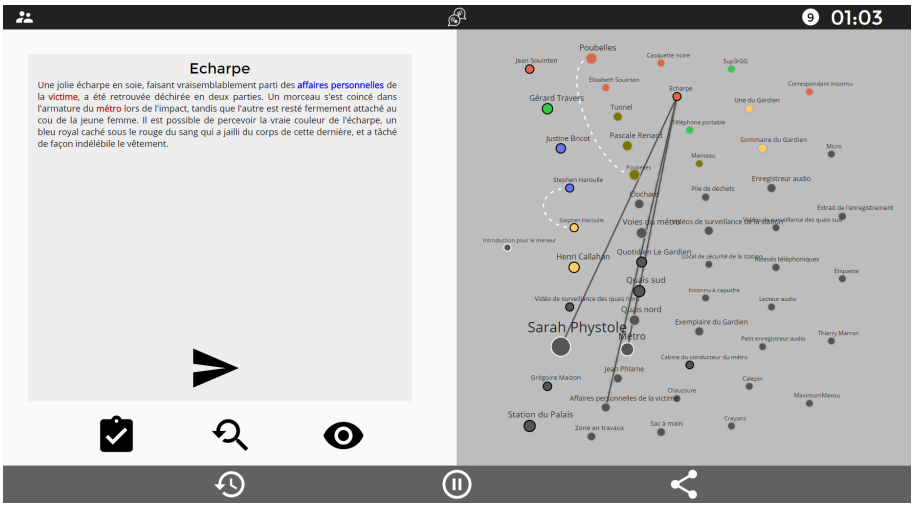


FIGURE 7.9 – Interface meneur de jeu, tirée du prototype.

teur, l'interface du meneur se voit dotée de nouvelles fonctionnalités. La plus importante concerne la carte des indices, qui est désormais plus souple d'utilisation et affiche la progression du meneur dans la hiérarchie. Elle affiche aussi les relations entre les indices de premier ordre, soit une relation père $\longrightarrow$ fils, différemment des relations de second ordre, soit une relation père $\longrightarrow$ petit-fils. Le système de couleur des nœuds est associé aux pistes de l'enquête, et non plus au degrés de hiérarchisation. La version développée pour le prototype fonctionnel a permis aussi d'ajouter la possibilité pour le meneur de relire l'introduction de l'enquête à loisir, d'afficher la solution et de venir en aide à l'enquêteur en le guidant vers un indice précis.

7.3 Synthèse

Ce chapitre a présenté les problématiques de conception relatives au prototype du jeu développé pour vérifier l'influence de l'information sur la confiance du joueur. Le prototype se présente sous la forme d'un jeu d'enquête au gameplay asymétrique, opposant un enquêteur à un meneur de jeu. L'objectif de ce dernier est d'orienter le jugement de l'enquêteur vers une hypothèse biaisée, pour lui permettre ensuite, lorsque l'enquêteur prendra sa place, de mieux comprendre comment son jugement a pu être biaisé.

Deux points clés ont été traités en vue de répondre à la fois au cahier des charges de l'entreprise partenaire, et aussi et surtout aux objectifs de la recherche :

- La conception de la narration et la rédaction des enquêtes. En utilisant un outil de narration interactive, *Twine*, plusieurs enquêtes ont été rédigées et testées, avant d'être intégrées dans le prototype. Chaque élément d'information a fait l'objet d'un

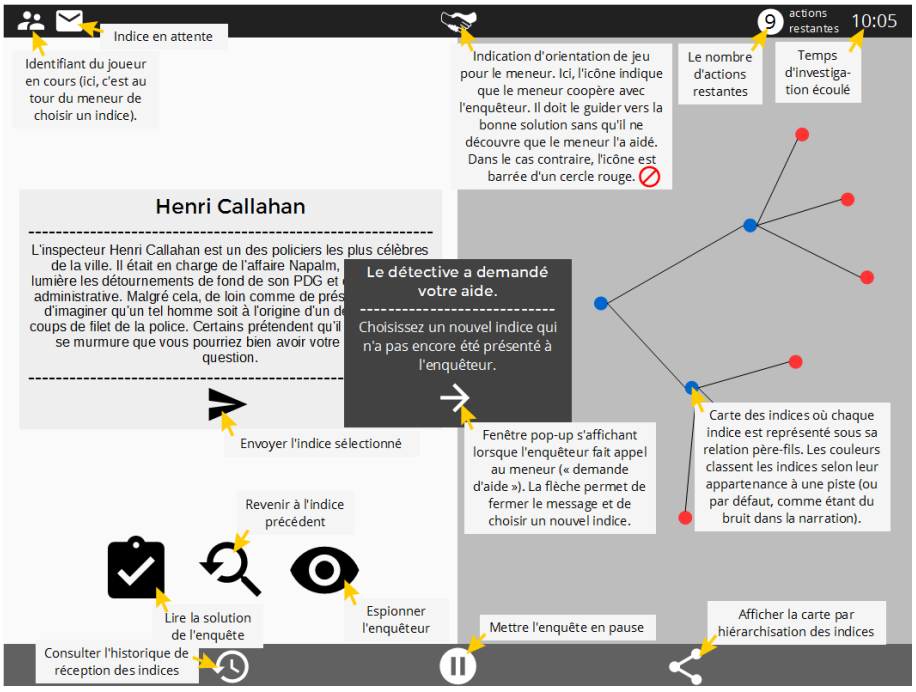


FIGURE 7.10 – Fonctionnement de l'interface meneur, décrit dans le document de conception.

travail minutieux pour évaluer le poids et la force inhérents à chacun. La construction des personnages par exemple, a été fondamentale dans la manière dont le contenu de l'information peut être orienté vers une piste d'enquête spécifique.

- La conception de l'interface et la manière dont l'information est transmise au joueur. Le gameplay asymétrique implique qu'un meneur de jeu sélectionne l'information en vue d'orienter le jugement de l'enquêteur. Les outils qu'il a à sa disposition doivent à la fois l'aider à faire ce choix, mais aussi à comprendre comment le jugement de l'enquêteur peut être biaisé au travers des choix du meneur. Du côté de l'enquêteur, l'interface doit répondre à une volonté de se focaliser uniquement sur le traitement de l'information, à la fois pour focaliser son attention sur le jugement des indices qui lui sont proposés, mais aussi et surtout pour limiter toutes influences autres que celles portées par le contenu des informations.

Ce travail de conception a permis la mise en place de deux prototypes de jeu, après itérations, qui ont été l'objet de playtests décrits dans le chapitre suivant.



FIGURE 7.11 – Interface enquêteur, version *alpha*.

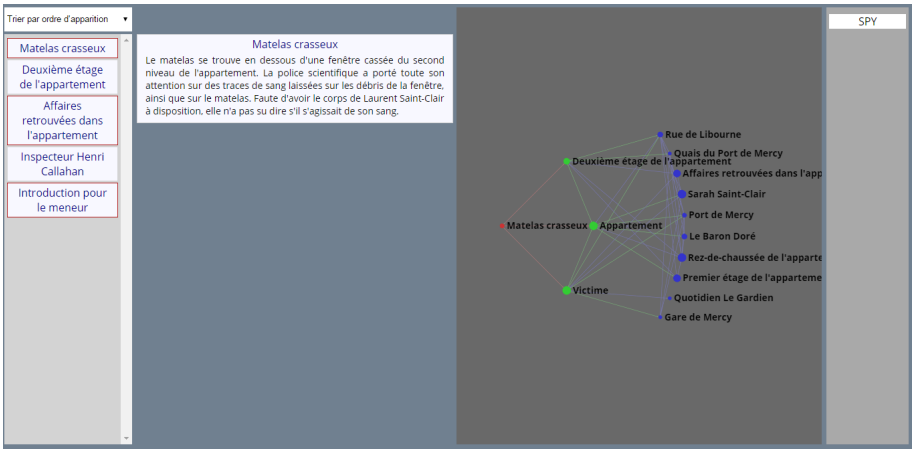


FIGURE 7.12 – Interface meneur, version *alpha*

Chapitre 8

Tests de jouabilité *(Detective OS)*

Sommaire

8.1 Prototype papier 183
8.2 Prototype numérique 184
8.3 Mise en perspective des résultats des tests de jouabilité 187

Ce chapitre présente les tests de jouabilité, ou playtests, réalisés à partir du prototype de jeu utilisé pour mesurer l'influence de l'information sur la confiance du joueur. Faute de résultats concluants, les expérimentations auprès du public cible n'ont pu être menées à l'aide de ce prototype. Il s'agit donc ici d'en expliciter les raisons, et aussi de mettre en perspective ce qui a été fait en vue de prochaines itérations.

8.1 Prototype papier

Avant de passer au développement du jeu vidéo, un prototype papier a été réalisé en vue de vérifier l'intérêt ludique de notre approche. L'ensemble des règles ont pu être testées auprès de joueur, permettant aussi de contrôler notamment le fonctionnement de la mécanique de changement de rôle dans la compréhension de la prise de décision.

Pour simplifier la conception et tester au plus vite les mécaniques de jeu, la structure narrative a été adaptée d'une enquête tirée du jeu de société *Sherlcok Holmes Détective Conseil* [Grady et al. 2011]. Ce jeu a été sélectionné pour ses qualités narratives et ludiques, nous permettant de tester rapidement certaines règles incluses dans le prototype numérique. L'objectif de ce jeu a cependant été détourné, puisqu'il ne s'agit plus d'un jeu de coopération, mais bien d'un jeu où s'oppose un enquêteur à un meneur. A ce titre, les règles énoncées dans la section 6.1 concernant *Detective OS* sont toujours valables pour ce prototype, à une exception près : le meneur de jeu fait face, physiquement, à l'enquêteur.

Le joueur qui prend le rôle du meneur de jeu a à sa disposition le livret de jeu où se trouve tout le contenu de l'enquête, soit l'introduction et l'ensemble des témoignages. Il y choisit les informations qu'il transmet à l'enquêteur en ayant pris, au préalable, plus de

temps pour préparer l'enquête. Pour l'aider, une synthèse de l'enquête a été réalisée et lui est présentée en début de partie.

Le déroulement de la partie reste donc analogue à celui présenté pour le prototype numérique. Les échanges d'information entre le meneur de jeu et l'enquêteur se font via un système de cartes à jouer. Par exemple, le meneur de jeu présente à l'enquêteur la carte d'un personnage et lui transmet, oralement, le témoignage dudit personnage. L'enquêteur, comme pour le prototype numérique, est libre de déposer les cartes sur la table de jeu dans l'ordre qu'il le souhaite. Il recrée ainsi la zone de travail, où il peut lier les informations les unes aux autres. Les mises sont, quant à elle, réalisées pour chaque information via des pions de jeu distribués lors de la mise en place du plateau de jeu.

La différence majeur avec le prototype numérique vient de la représentation graphique des cartes, où des visages des personnages et aussi des photos d'objets et de lieux sont utilisés pour rendre l'expérience de jeu plus attractive. Il a été choisi de conserver cette influence probable sur le jugement du joueur, l'objectif du test de jouabilité à partir du prototype papier n'étant pas de vérifier l'impact d'une telle représentation, mais uniquement du bon fonctionnement des mécaniques ludiques. Les figures 8.1 présentent le contenu de ces cartes.

Les deux tests de jouabilité ont été réalisés avec deux couples de joueurs différents. Ils ont permis de vérifier de l'intérêt de notre approche d'un point de vue ludique. Le jeu est plaisant à jouer, aussi bien du côté de l'enquêteur que du meneur de jeu. Des entretiens réalisés après les parties ont mis en évidence le manque d'outils pour guider le joueur dans sa compréhension de l'émergence d'un biais de décision, faisant suite à l'évaluation d'une ou plusieurs informations. C'est à partir de ces retours que le prototype numérique a notamment subi des itérations de conception détaillées en section 7.2.2.3, en vue de simplifier la lecture des informations, en ayant recours à une carte des informations par exemple.

8.2 Prototype numérique

Après la réalisation du prototype numérique du jeu, comme spécifié dans les chapitres 6 et 7, une expérimentation visant à vérifier les éléments de jouabilité a été réalisée auprès de 6 participants ; soit trois couples de deux joueurs, un meneur et un enquêteur, et ce sur une même enquête. L'ensemble des participants a eu connaissance de l'objectif de l'expérimentation. Le rôle du meneur de jeu leur a été présenté, comme convenu dans les règles, et l'objectif du meneur a été tiré aléatoirement en début de partie. Les joueurs ont été placés à distance, dans une même salle, sans savoir avec qui ou contre qui ils jouaient.

L'enquête utilisée est l'une de celles qui ont été relues et testées en amont de la production. Elle a été quantifiée d'une durée moyenne, soit de 25 à 30 minutes, suite à ces relectures. Comme pour les autres, elle repose sur une structure narrative reprise du roman



(a) Cartes relatives aux lieux



(b) Cartes relatives aux objets



(c) Cartes relatives aux personnages



(d) Cartes relatives aux personnages, suite

FIGURE 8.1 – Ensemble des cartes de jeu utilisées pour le prototype papier.

policier de type *whodunnit*, proche d'un problème de logique.

Lors de l'expérimentation, les testeurs ont noté avoir pris du plaisir à tenter de résoudre l'enquête, malgré une certaine frustration relative à la navigation d'un indice à un autre. En effet, lors de cette expérimentation, les joueurs, qu'ils soient enquêteurs ou meneurs, ne pouvaient passer d'un indice à un autre qu'à partir d'un indice en cours. Il leur était impossible de pouvoir reprendre un indice déjà jugé pour repartir vers d'autres informations. De fait, à un instant t de jeu, les joueurs n'avaient accès qu'aux informations père $\longrightarrow$ fils. Ils pouvaient vérifier le contenu d'indices précédemment débloqués, mais il leur était impossible de le sélectionner comme nouveau point de départ dans la ramification scénaristique. Ce fonctionnement a été corrigé, comme spécifié dans la section 7.2.2.3.

En dehors de l'impression de vraiment participer à un travail d'investigation et de recherche d'information, les échanges avec le meneur du jeu ont été l'objet de quelques critiques. Sans pouvoir discuter librement avec ce dernier, les enquêteurs acceptaient les informations avec méfiance. Dans de rares cas, les enquêteurs ont rapporté avoir une réelle incompréhension du choix des indices transmis par le meneur du jeu. Ce problème peut s'expliquer par une difficulté qu'aurait le meneur à bien cerner la progression qu'il doit suivre en vue d'orienter le jugement de l'enquêteur. Des outils ont ainsi été ajouté pour l'aider dans la visualisation des différentes hypothèses rattachées aux indices (voir section 7.2.2.3).

Il résulte de cette incompréhension de l'enquêteur envers le meneur une baisse significative de la confiance que le joueur peut avoir dans sa solution de l'enquête, voire même un déplacement de l'objet de la confiance à mesurer. Il ne cherche plus à mesurer ses chances d'avoir trouvé la bonne réponse, mais si le système de jeu lui a permis d'obtenir cette bonne réponse.

Les tests de jouabilité du prototype numérique ont mis en évidence le fort intérêt ludique de notre proposition, ce qui répond aussi bien aux contraintes de production liées au partenariat avec l'entreprise qu'à une partie de nos objectifs de recherche. Néanmoins, la mesure de la confiance du joueur s'est trouvée être complexe à qualifier.

Du côté des joueurs, le dispositif opposant un enquêteur à un meneur, et le flou qui entoure son rôle, a rendu ardu l'évaluation de leur confiance en leur solution de l'enquête. Cette problématique n'est pas apparue lors des playtests réalisés avec le prototype papier, pour lequel les joueurs se faisant face. Une hypothèse est que l'interface du prototype numérique, focalisée sur l'information textuelle, et l'absence de feedbacks relatifs au comportement du meneur de jeu, ajoute une suspicion supplémentaire chez le joueur / enquêteur. Lors de l'évaluation de la confiance de l'enquêteur, ce dernier est donc plus en position de défiance par rapport à ce que le meneur lui a proposé, que dans une relation de confiance.

Du côté des évaluateurs, pour ces raisons, la mesure de la confiance obtenue n'est pas satisfaisante dans le sens où elle ne renseigne pas réellement ce que le joueur / enquêteur évalue de ses compétences à résoudre l'enquête, mais plutôt dans la confiance qu'il a vis-à-vis du système de jeu. Ainsi, si le dispositif fonctionne sur le plan ludique, la simulation sur laquelle il repose a généré chez les joueurs plus de doute qu'une croyance déplacée dans la cohérence que le déroulement des informations pouvait engendrer.

8.3 Mise en perspective des résultats des tests de jouabilité

Les tests réalisés à partir du prototype visant à observer l'influence de la qualité de l'information sur la confiance du joueur n'ont pas permis d'obtenir des résultats suffisants, et ce malgré la réalisation d'un prototype papier pour vérifier la jouabilité des règles du jeu. Bien que le prototype soit fonctionnel en tant que jeu sérieux, les retours des joueurs allant dans ce sens, ce prototype ne nous a pas permis d'obtenir une mesure précise de la confiance du joueur.

Nous expliquons ces résultats par la dimension du projet, trop conséquente pour évaluer clairement le comportement du joueur, sans que d'autres facteurs ou variables ne viennent altérer cette évaluation. Ce prototype devait répondre à plusieurs enjeux, notamment celui d'être un jeu sérieux qui pouvait être utilisé tel quel dans des formations relatives à la prise de décision, comme voulu par l'entreprise partenaire. Sur le plan de la recherche, le prototype devait vérifier à la fois l'hypothèse que des mécaniques de jeu concernant l'ordre d'apparition des éléments d'information pouvait avoir une influence sur la confiance du joueur, et aussi que la mécanique de changement de rôle pouvait le conduire à une meilleure compréhension de son jugement.

Le partenariat avec l'entreprise s'étant clôt, nous avons choisi de mieux segmenter nos objectifs de recherche présentés au chapitre 5. Sans réduire l'objet d'étude, nous nous focalisons dorénavant dans un premier temps à démontrer l'influence d'une mécanique de jeu sur la confiance du joueur, avant de mesurer dans un second temps les effets du changement de rôle sur la réflexivité du joueur sur son activité. En se basant sur l'expérience engrangée grâce au prototype déjà conçu, nous cherchons à mesurer l'influence de la difficulté sur la confiance du joueur, au travers du biais de l'effet difficile / facile comme annoncé dans notre méthode (voir à ce titre la section 5.1.2). Cibler la difficulté nous permet aussi de revenir sur une variable fondamentale du jeu, sur laquelle repose le traitement de l'information. A partir de cette nouvelle mesure, il sera possible de revenir progressivement vers les autres mécaniques. Un nouveau prototype a été développé en réponse à ces résultats, plus simple dans son architecture, uniquement tourné vers la mesure du comportement d'excès de confiance. A ce titre, il ne peut être utilisé tel que comme jeu sérieux dans le cadre d'une formation relative la prise de décision. Le prototype *Detective OS* pourra, quant à lui, être corrigé et réutilisé par la suite, dans ce travail de recherche ou son évolution.

Quatrième partie

Expérimentation 2 : influence de la difficulté sur la confiance du joueur

Chapitre 9

Description des jeux *(Sorcerer)*

Sommaire

9.1 Positionnement du jeu et objectifs de recherche 191
9.1.1 Cadre général du fonctionnement des expérimentations 192
9.1.2 Sélection du public cible 192
9.2 Contexte technique et spécifications du gameplay 193
9.2.1 Spécifications du gameplay pour les expérimentations 193
9.2.2 Choix matériels et logiciels 194
9.3 Description des jeux et architecture 195
9.3.1 Conception de l'interface 195
9.3.2 Description des jeux 197
9.3.3 Narration et progression du joueur 199
9.4 Synthèse 201

Un second prototype a été développé dans le cadre de cette recherche, celui-ci visant à montrer l'influence de la difficulté sur la confiance du joueur. En se basant sur les études réalisées en psychologie cognitive concernant les liens entre difficulté de la tâche et excès de confiance, trois jeux ont été conçus. Chaque jeu se focalise sur une des trois dimensions de la difficulté d'un jeu vidéo. Ce chapitre détaille leur fonctionnement.

9.1 Positionnement du jeu et objectifs de recherche

L'objectif du nouveau prototype est de mettre en évidence l'influence de la variation de la difficulté du jeu sur la confiance du joueur, plaçant ce dernier en posture d'excès ou de manque de confiance. Pour rappel, en se basant sur les études concernant le jugement humain, la confiance est définie comme l'évaluation a priori du sujet de ses capacités à résoudre un problème donné [Johnson and Fowler 2011]. Ainsi, l'excès de confiance se comprend comme une surestimation de ses chances de succès, et le manque de confiance comme l'opposé [Griffin and Tversky 1992; Moore and Healy 2008]. Le détail de ces études est présenté en section 1.2.1. Par extension, dans le cadre d'un jeu, cette évaluation du joueur concerne ses chances de succès face à une tâche spécifique. Autrement dit, cela revient à réaliser une évaluation subjective de la difficulté de ladite tâche où, par opposition,

la difficulté objective d'une tâche rendrait réellement compte de l'effort que doit fournir le joueur qui y fait face [Aponte et al. 2011], comme détaillé en section 3.3.2. Si le joueur fait preuve d'une confiance irréaliste quant à ses chances de succès, confiance positive ou négative, c'est qu'il n'a pas su évaluer correctement la difficulté du jeu. Mesurer l'excès ou le manque de confiance du joueur revient donc à observer et analyser l'écart entre sa difficulté subjective du jeu par rapport à la difficulté objective.

9.1.1 Cadre général du fonctionnement des expérimentations

Notre objectif est d'observer un décalage entre les chances de succès réelles du joueur et celles qu'il pense avoir lorsqu'il résout un problème donné. Pour mesurer cette appréciation subjective, sa confiance, nous utilisons un système de mise que le joueur doit réaliser avant chaque action. Les mises sont ordonnées selon une échelle de Likert en sept points, avec une mise de départ de 1. Avec un tel système, nous pouvons mesurer le décalage entre la difficulté réelle et sa confiance : soit le delta entre difficulté objective et difficulté subjective. Les raisons d'un tel choix sont détaillées en section 5.2.1.

Pour arriver à observer la perception que le joueur a de la difficulté, nous modifions la difficulté objective selon des variables spécifiques aux trois types de difficultés. Nous pensons qu'il est ainsi possible d'observer l'évolution de la difficulté subjective, et ce en suivant deux hypothèses :

1. Il faut tout d'abord vérifier l'évolution de la confiance du joueur face à une progression linéaire de la difficulté (voir figure 9.1). Nous supposons que la confiance du joueur va se calibrer par rapport à ses chances réelles de succès, et ce au fur-et-à-mesure de son entraînement, par effet d'apprentissage, comme il l'a été mesuré sur des QCM dans des expériences de débiaisement [Pulford and Colman 1997].

2. A partir de ces premiers résultats, il est possible de mesurer l'évolution de la confiance du joueur face à des pics de difficultés positifs (voir figure 9.2) ou négatifs (voir figure 9.3) pour observer respectivement un excès ou un manque de confiance.

9.1.2 Sélection du public cible

Le public cible est tout joueur de jeux vidéo, qu'il soit expérimenté et se considérant comme tel, à un joueur plus occasionnel, sans limitation de genre ni d'âge. Néanmoins, le degré de connaissance et d'expérience de l'univers du jeu vidéo sera évalué dans les questionnaires de pré-expérimentation pour mesurer des différences de comportements chez les participants, si de telles différences existent. A ce titre, des études antérieures ont montré que le genre [Pulford and Colman 1997] et la dépression [Schaefer et al. 2004] pouvaient avoir un impact sur le sentiment de confiance des sujets.

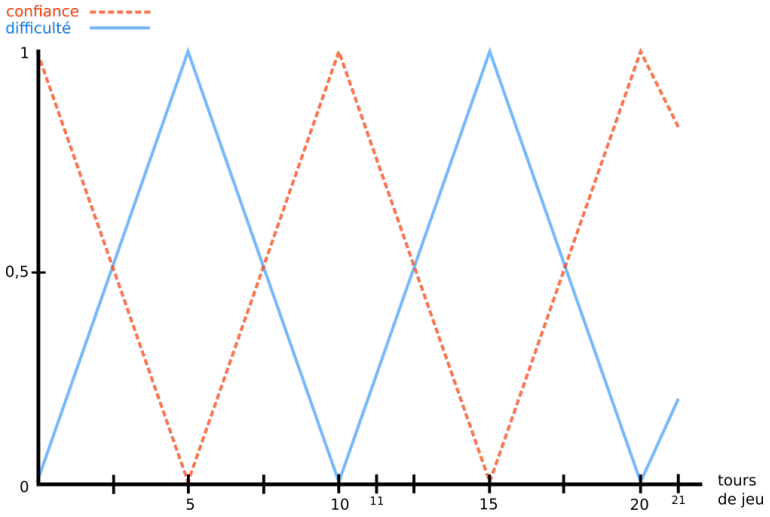


FIGURE 9.1 – Variation de la confiance selon la difficulté

9.2 Contexte technique et spécifications du gameplay

Dans le cadre des expérimentations, la réalisation du prototype a dû répondre à des contraintes spécifiques, touchant aussi bien le développement technique des jeux que leur conception en termes d'expérience ludique.

9.2.1 Spécifications du gameplay pour les expérimentations

A ce titre, quelques règles spécifiques doivent être intégrées pour assurer le bon déroulement des expérimentations, et aussi et surtout en vue de limiter tous biais pouvant altérer les mesures du comportement auprès des joueurs :

- *L'interface du jeu est simplifiée le plus possible.* Par exemple, elle doit se limiter à un bouton pour miser, sélectionner la figure, la zone d'affichage des figures ainsi que les informations relatives à la progression du joueur, comme le nombre de mises restantes et le score du joueur.
- *Le pot de mise de départ est fixe et est remis à niveau à chaque tour*, pour pousser le joueur à miser. A ce titre, il doit y avoir une mise minimale et obligatoire de 1, pour éviter que le joueur ne joue sans miser pour tester le système. Il est possible de miser de 1 jusqu'à 7, selon une échelle de Likert.
- Pour éviter tout biais lié aux éléments de représentativité de l'interface et à sa lisibilité, *les figures utilisées dans l'interface sont le plus simples possibles.* Des icônes et émoticônes sont ainsi favorisées.
- Pour chaque jeu, *les règles sont explicitées le plus succinctement possible.* Un temps relatif à l'apprentissage est pris en compte dans le processus d'expérimentation et

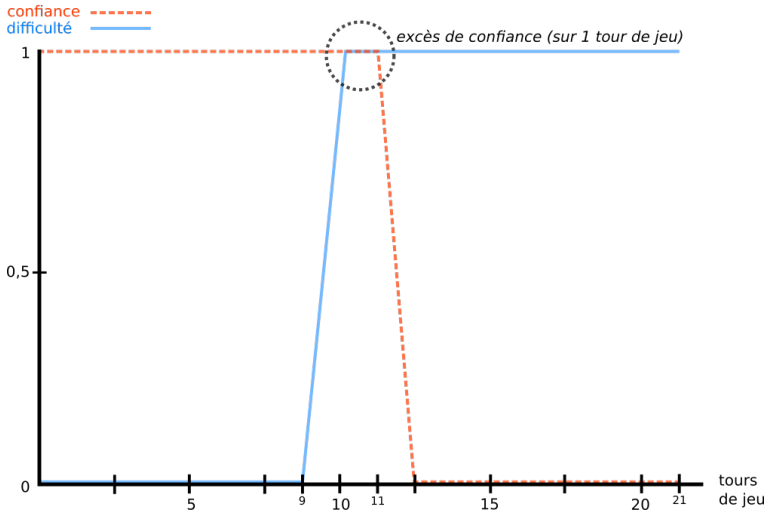


FIGURE 9.2 – Mise en évidence d'un excès de confiance

utile à la mise en confiance du joueur. Au cours de ce temps d'apprentissage, la difficulté objective peut être calibrée selon le profil du joueur.

- Dans l'optique de mesurer l'influence du type de difficulté sur la confiance du joueur, les expérimentations reposent sur des dispositifs techniques indépendants. Pour autant, *la mesure de la confiance reste la même pour chaque jeu* : elle doit se faire avant chaque action du joueur et est donc nécessaire pour que ce dernier valide son choix. Le fonctionnement spécifique de chaque jeu est présenté en suivant.

9.2.2 Choix matériels et logiciels

Le jeu se présente sous la forme d'un programme développé en HTML et JavaScript accessible par un navigateur internet. Tout système d'exploitation supportant un navigateur récent peut être utilisé : Windows 7 et + / Mac OS 10.6 et + / dernières distributions Linux. Il est important que le navigateur soit à jour pour supporter les dernières intégrations des langages HTML 5 et CSS 3.

Le prototype n'a pas été développé pour être compatible avec Internet Explorer, même dans ses dernières versions, le navigateur n'étant plus supporté par Microsoft. Le prototype a été utilisé sur des ordinateurs portables avec des configurations équivalentes sur l'ensemble des expérimentations pilotes. Les tests de jouabilité ont, quant à eux, été réalisé sur un même ordinateur portable, avec Google Chrome 38, et une tablette, basée sur le système d'exploitation iOS 9 utilisant Safari Mobile.

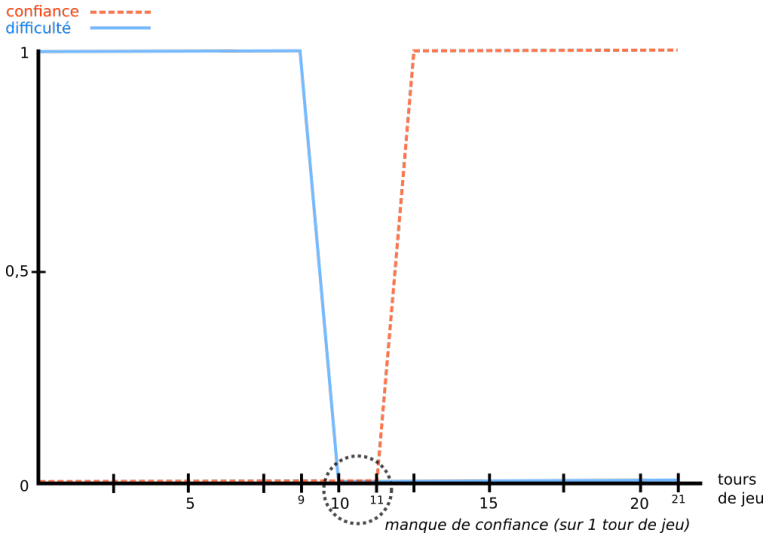


FIGURE 9.3 – Mise en évidence d'un manque de confiance

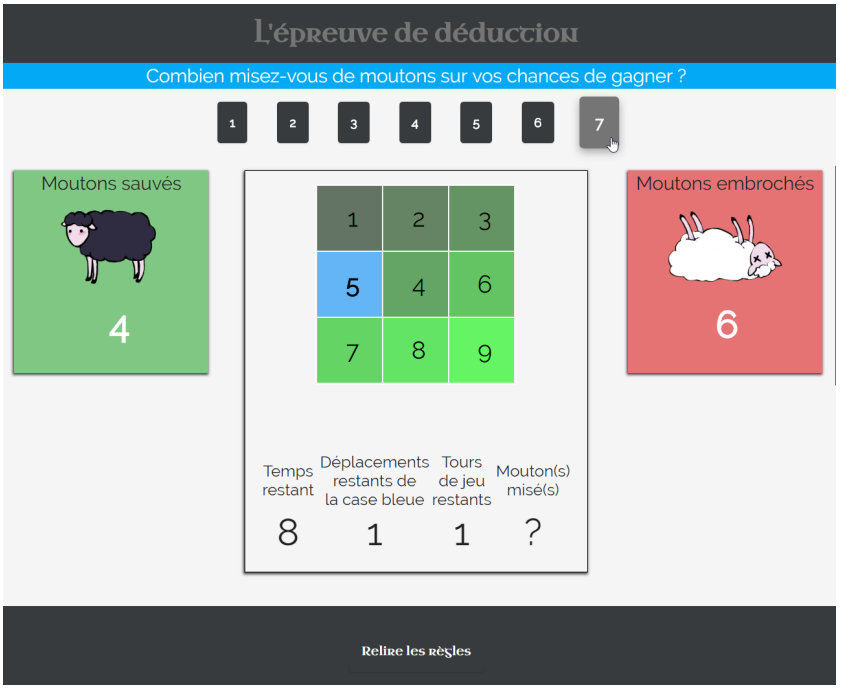
9.3 Description des jeux et architecture

L'expérimentation est basée sur l'observation de la manière dont les joueurs misent sur leurs chances de succès pour un défi donné, et ce en fonction des trois types de difficulté. Chaque type de difficulté est mis en scène au travers d'un jeu spécifique, décrit en section 9.3.2, pour lequel toutes les variables d'ajustement des défis sont conçues en avance et donc communes à tous les joueurs. Une série de tests de jouabilité a été réalisé en amont pour vérifier l'équilibre du gameplay, auprès du public cible et dans les mêmes conditions que celles réunies lors de l'expérimentation.

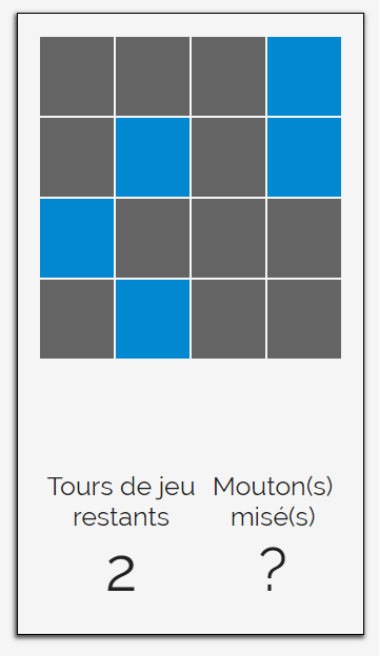
L'objectif du jeu est, au travers de chaque tâche, de faire le plus haut score possible. Dans le cadre de la diégèse, ce score s'exprime sous la forme de moutons, le joueur devant en sauver le plus possible des griffes du sorcier. Le joueur doit ainsi miser un nombre de moutons compris en 1 à 7 selon l'estimation qu'il fait de ses chances de gagner. Le détail de la conception des trois jeux est expliqué en suivant.

9.3.1 Conception de l'interface

Les trois jeux partagent une interface commune, à l'exception du cadre central de l'écran qui varie selon chacun, comme le montre la figure 9.4. Toutes les informations notables sont affichées au pied du cadre central : le nombre de tours restant, le score général de la partie, et dans le cas du jeu de logique, le nombre d'actions restantes à réaliser. Les consignes sont placées sous le titre général du jeu, sur un fond qui change de couleur selon l'intention : en bleu pour les directives, en rouge pour les feedbacks visant à reprendre une mauvaise manipulation. Les règles de chaque jeu sont elles accessibles en bas de l'écran, via un bouton ouvrant sur une pop-up.



(a) Tâche de logique



(b) Tâche sensorielle



(c) Tâche motrice

FIGURE 9.4 – Interface des jeux pour les tâches relatives à la difficulté logique, à la difficulté sensorielle et à la difficulté motrice. Celle relative à la difficulté logique est présentée avec l'interface complète (a), alors que les tâches concernant les difficultés sensorielle et motrice sont réduites ici au cadre central (respectivement b et c). Ces images ont été prises pour les niveaux de difficulté les plus faibles.

Les feedbacks relatifs à la performance du joueur sont présentés tout au long de la partie, plus particulièrement à la fin de chaque tour. Les feedbacks positifs, sur fond vert, et négatifs, sur fond rouge, sont affichés de chaque côté de l'écran, permettant au joueur de suivre constamment le nombre de moutons sauvés et perdus. Des sons accompagnent les feedbacks : un bêlement pour chaque mouton sauvé, le rire moqueur du sorcier pour chaque mouton perdu. Des animations viennent habiller l'interface pour stimuler l'attention du joueur.

Pour chaque jeu, la difficulté est modifiée selon un *paramètre de difficulté* spécifique. Ce paramètre varie de 0 à 1 et est fixé en début de partie à 0,2. Il monte ou descend de 0,1 suivant les succès ou échecs du joueur. Ce paramètre est décrit pour chaque jeu dans les sous-sections suivantes.

9.3.2 Description des jeux

9.3.2.1 Difficulté logique

La tâche de difficulté logique est basée sur le célèbre jeu de Taquin. Le joueur doit remettre dans l'ordre numérique une grille de 300 pixels de large composée de neuf carrés numérotés de 1 à 9. Le cinquième carré, placé au centre de la grille, est le seul que le joueur peut déplacer. A ce titre, ce carré peut uniquement être déplacé en intervertissant sa position avec un carré adjacent, comme le montre la figure 9.4*a*. Au début de chaque tour, avant que la grille ne s'affiche à l'écran, le cinquième carré est déplacé aléatoirement pendant un nombre de fois défini selon la difficulté du jeu. La grille ainsi mélangée est présentée au joueur pendant 20 secondes, avant de disparaître.

L'interface présentée au joueur lui résume toutes les informations requises pour miser : le temps restant avant que le tour de jeu ne prenne fin, ainsi que le nombre de déplacement que le joueur doit réaliser pour remettre la grille dans le bon ordre. Une fois que le joueur a misé, la grille réapparaît, lui permettant de commencer à déplacer le cinquième carré pour rétablir l'ordre numérique.

Le paramètre de difficulté utilisé nous permet d'adapter la difficulté du jeu en changeant le nombre de déplacements de la cinquième pièce durant la phase où la grille est mélangée, ce déplacement pouvant aller de 1 à 11.

9.3.2.2 Difficulté sensorielle

Pour la tâche de difficulté sensorielle, nous avons conçu une grille de 300 pixels de largeur composée de multiples carrés, comme le montre la figure 9.4*b*. A la fin du compte à rebours, cinq de ces carrés vont clignoter durant un temps limité calculé selon la formule suivante, où t est le temps de clignotement et d le paramètre de difficulté :

$$t = d^2 - 0.24d + 1.2$$ [1]

L'objectif du joueur est de trouver les carrés qui ont clignoté en cliquant sur ces derniers sur la grille. Ces cases sélectionnées sont affichées en bleu, là où les autres carrés restent dans leur couleur grise d'origine pour éviter tout biais de perception. Les cases gagnantes sont ensuite présentées au joueur, après que ce dernier ait validé sa mise, via un cerclage de couleur verte. En affichant les résultats de la sorte, nous cherchons à induire un effet de « presque réussi » (*near-miss effect*), spécifiant que le joueur, voyant qu'il n'est pas passé loin de la réussite, se motive à retenter sa chance. Ce comportement, relatif au biais du parieur (voir section 1.2.3), peut avoir un impact sur la confiance du participants, comme l'ont montré Kahneman and Tversky [1972]; Croson and Sundali [2005] et [Parke and Griffiths 2006] dans le cas d'utilisation de bandits manchots.

Le compte à rebours est fixé à trois secondes. Le nombre de carrés composant la grille augmente selon la difficulté de la tâche : quand le joueur gagne, la grille gagne un carré sur chaque côté. Cependant, la surface de la grille conserve la même taille, signifiant que plus le nombre de carrés la composant augmente, plus leur taille se réduit si le joueur a gagné le tour de jeu. Pour un niveau de difficulté maximal, la grille peut mesurer jusqu'à 11 carrés de côté ; pour un niveau de difficulté minimal, la grille mesure 4 carrés de côté. Les niveaux de difficulté entre ces deux extrêmes vont variés selon le paramètre de difficulté. De plus, le placement des cases gagnantes est tiré de manière aléatoire. Mais pour éviter des figures trop simples, des variables de placement sont intégrées. Par exemple, pour une grille de 5 carrés de côté, il est impossible que les cases gagnantes soient positionnées de manière adjacente.

9.3.2.3 Difficulté motrice

Le jeu relatif à la difficulté motrice est basé sur une tâche de réflexes. Un curseur se déplace horizontalement sur un cadre, suivant une vitesse linéaire fixe. Le joueur doit arrêter le curseur lorsqu'il croise une cible noire au centre de l'écran, comme le montre la figure 9.4*c*. Le curseur ne peut être stoppé qu'en cliquant sur un bouton, positionné sous le cadre. Avant de pouvoir cliquer, le joueur doit miser sur ses chances de succès. Cette évaluation n'est pas minutée, laissant le joueur libre d'apprécier la vitesse du curseur.

La difficulté est basée sur la vitesse du curseur, qui évolue de manière linéaire entre 100 à 400 pixels par seconde. Le cadre dans lequel le curseur évolue mesure 320 pixels de large, le curseur en lui-même est de 15 pixels de large, et la cible noire est de 2 pixels de large.

1. Cette équation est une régression quadratique du temps de clignotement. Dans le jeu, la couleur est modifiée par incréments durant la boucle de gameplay, mais présenter cette équation est plus accessible que de lire le code relatif à la couleur, qui se met à jour à chaque itération.

9.3.2.4 Notes concernant le protocole de mesure

Bien que ces trois jeux soient différents dans leur fonctionnement, ils partagent le même protocole permettant de mesurer le comportement du joueur, offrant au joueur tous les éléments nécessaires à l'évaluation de la difficulté.

Concernant la difficulté motrice, le joueur peut observer le curseur en mouvement avant de miser. Pour la tâche de logique, le jeu présente à l'écran le nombre de déplacements à réaliser et laisse le joueur observer la grille pendant un temps fixe. Le jeu relatif à la difficulté sensorielle, pour lequel la mémoire visuelle est cruciale à sa résolution, le joueur sélectionne les cases qu'il pense être gagnantes, mais il n'a aucun feedback sur ses choix avant d'avoir misé. Les tests de jouabilité ont montré que les joueurs n'arrivaient pas à se souvenir des carrés qu'ils avaient choisi mentalement, avant de cliquer pour sélectionner le montant de leur mise. A ce titre, d'autres modifications de conception des jeux sont présentées dans le chapitre 10.

Chaque jeu répond donc à un gameplay spécifique, puisque chacun répond à une dimension spécifique de la difficulté. Les résultats des expérimentations basées sur chacun pourront donc être comparés, en tenant compte néanmoins de leurs caractéristiques propres.

9.3.3 Narration et progression du joueur

L'architecture du jeu est classique, dans le sens où elle suit un déroulement linéaire, bien que le tirage des jeux soit aléatoire. Elle compte six parties distinctes :

- *Le questionnaire* de pré-expérimentation, accessible en ligne, via un formulaire généré par Google. Le contenu du questionnaire est introduit dans la section 5.2.1.1 relative à la description de notre méthode de recherche.
- *L'introduction du jeu*, présentant au joueur le cadre narratif dans lequel s'intègre les différents mini-jeux.
- *Les trois jeux*, chacun étant introduit par une page présentant les règles de fonctionnement. Ces règles sont ensuite rappelées dans un espace associée sur la page dédiée à chaque jeu.
- *Le hub*, une page référençant le score obtenu par le joueur au cours des jeux, lui permettant d'observer sa progression. Cette page est intercalée entre chaque jeu, et a ainsi pour objectif d'offrir au joueur un instant de répit entre les activités.
- *La conclusion du jeu*, servant à la fois pour afficher le score final du joueur, et conclure le récit entamé en début de partie.
- *Les crédits*, recensant les oeuvres utilisées pour le rendu visuel et sonore du jeu. Elles sont, par ailleurs, toutes tirées du domaine public.

Le hub sert de pivot entre les différents jeux. Selon la progression du joueur, et donc les conditions de réussite, il renvoie ce dernier vers des pages spécifiques. La figure 9.5 schématise l'architecture générale du jeu.

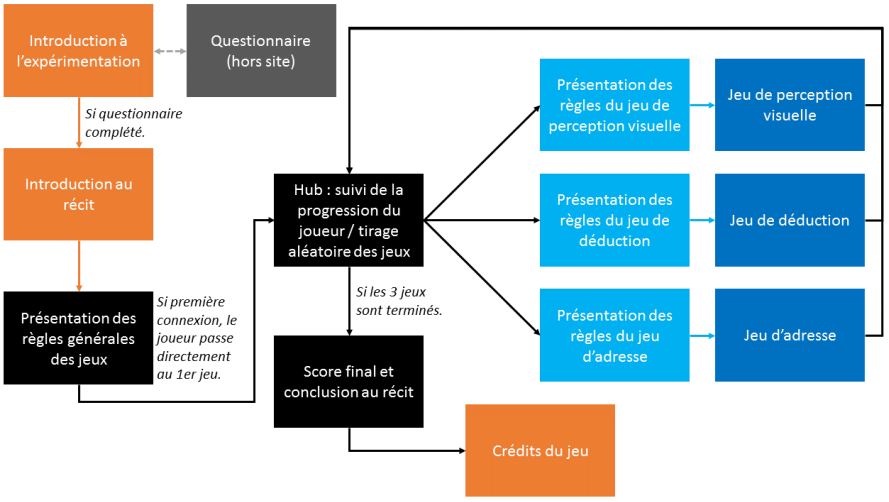


FIGURE 9.5 – Architecture du jeu

Pour améliorer l'engagement du joueur dans l'expérience, qui peut être mise à mal par la nature répétitive des tâches, il a été choisi de créer un cadre narratif permettant d'intégrer au récit des éléments constitutifs du jeu, comme la gestion du score, la progression d'un jeu à un autre, et des temps de pause induits par la respiration du récit. L'histoire se veut la plus simple possible, pour éviter qu'elle n'implique une trop grande attention de la part du joueur, tout en donnant une couleur plus légère à ce qui reste une expérimentation scientifique, présentée telle quelle aux participants :

> Synopsis du jeu : *Au cœur d'un royaume imaginaire, une Reine a vu son peuple être transformé en moutons par le Sorcier local, suite à une partie de Poker perdue par la souveraine. Le Sorcier lui promet en échange de réaliser le plus beau et grand méchoui du Royaume. La Reine, ne pouvant laisser son peuple finir à la broche, fait appel aux meilleurs bergers de la couronne pour sauver le troupeau. Le joueur incarne un berger ayant répondu à l'appel de la souveraine déchue. Il est envoyé sans plus attendre dans l'antre du Sorcier pour récupérer les citoyens maudits. D'un naturel joueur, le Sorcier propose au berger de traverser trois épreuves, correspondant aux trois mini-jeux, durant lesquels il devra sauver le plus de moutons possibles.*

Les éléments du récit sont intégrés dans des temps précis, pour éviter de potentiellement biaiser le comportement du joueur (et sa performance) lors de la résolution des épreuves. Pour autant, des feedbacks, positifs et négatifs, explicites, relatifs au nombre de moutons sauvés et au nombre de moutons embrochés ont été inclus pendant le déroulement des

jeux. Le score seul, soit l'addition des moutons gagnés et perdus, ne suffisait pas à rendre évidente la progression du joueur.

9.4 Synthèse

Ce chapitre a présenté les enjeux et problématiques de conception relatifs au développement d'un nouveau prototype focalisé sur la mesure de l'influence de la difficulté sur la confiance du joueur. Pour ce faire, trois jeux ont été conçus, pour répondre aux trois dimensions de la difficulté couramment rencontrées dans les jeux vidéo : difficulté *logique*, difficulté *sensorielle*, et difficulté *motrice*.

Le contenu de chaque jeu a été présenté, ses règles, son fonctionnement, et aussi le paramètre de difficulté qui va être varié au cours de la partie. C'est au travers de l'évolution de la difficulté que nous cherchons à observer des variations dans le comportement du joueur, et en particulier, comment son évaluation de la difficulté évolue.

La mise que le joueur réalise pour valider ses actions de jeu est utilisée pour restituer la perception que le joueur a de ses chances de succès. Elle permet donc de renseigner, comme nous l'avons introduit en début de cette partie, la confiance qu'il a en son jugement, et par extension, la difficulté subjective de la tâche qu'il est en train de résoudre. L'écart entre cette appréciation de la difficulté et la difficulté réelle de la tâche indique si le joueur se trouve en excès de confiance, si son appréciation est supérieure à la difficulté réelle, ou en manque de confiance, si cette appréciation lui est inférieure.

L'architecture générale du programme, et son découpage, ont aussi été présenté, en vue de mettre en lumière l'expérience utilisateur dans la globalité. A ce titre, des tests de jouabilité, ainsi que des expérimentations pilotes, ont été réalisés en amont des expérimentations, en vue d'équilibrer l'expérience de jeu et aussi d'affiner la mesure du comportement. Ces pré-expérimentations sont détaillées dans le chapitre suivant.

Chapitre 10

Problématiques de conception et itérations *(Sorcerer)*

Sommaire

10.1 Tests de jouabilité et itérations des jeux 203
10.1.1 Itérations du jeu dédié à la difficulté logique 204
10.1.2 Itérations du jeu dédié à la difficulté sensorielle 207
10.2 Mise en perspective des résultats des expérimentations pilotes 209

Ce chapitre introduit les problématiques de conception relatives au second prototype de jeu. Il décrit ainsi les itérations de conception réalisées à partir des tests de jouabilité et des expérimentations pilotes. Le résultat de ces dernières y est décrit, permettant d'avoir un premier aperçu des comportements espérés des joueurs lors des expérimentations finales. Les données récupérées sont discutées en fin de ce chapitre.

10.1 Tests de jouabilité et itérations des jeux

En parallèle du développement du nouveau prototype, et en amont des expérimentations pilotes, des tests visant à vérifier le bon fonctionnement du jeu ont été menés, sur une population réduite de six participants, tous se présentant comme des joueurs confirmés. L'objectif de tels tests est de vérifier le déroulement du jeu, si la progression du joueur se fait sans accrocs, et si l'enregistrement des données est actif. Les retours des participants ont permis de faire évoluer l'interface, les règles du jeu, et d'avoir une pré-calibration de la difficulté des tâches.

Les données relatives au comportement des joueurs, via la mise, le niveau de difficulté, la progression générale du joueur, n'ont cependant pas pu être utilisées, d'une part parce que la base sur laquelle les joueurs ont été évalués n'était pas stable, les jeux ayant évolués depuis, et d'autre part parce le nombre de participants n'est pas significatif. Les pilotes des expérimentations seront mis en place pour étudier plus spécifiquement ces points.

Les sous-sections suivantes présentent les itérations des jeux dédiés aux tâches de difficulté logique et sensorielle. La tâche relative à la difficulté motrice a conservé, quant à elle, son fonctionnement initial.

10.1.1 Itérations du jeu dédié à la difficulté logique

10.1.1.1 Difficulté logique, version 1

Pour se focaliser sur l'impact de la difficulté logique sur la confiance, une première version du jeu s'inspirait des mécaniques du jeu « pierre - feuille - ciseaux » dont le fonctionnement aurait été biaisé, à savoir qu'il existe une figure gagnante. Le système présente au joueur deux figures. Ce dernier doit choisir parmi ce couple laquelle est plus forte que l'autre. Pour valider son choix, il doit réaliser une mise relative à ses chances de succès. Si la figure sélectionnée est gagnante, le joueur remporte le montant de sa mise, sinon, il le perd. A titre d'exemple, la figure 10.1 présente la relation de force entre deux émoticônes, l'un souriant, l'autre triste.

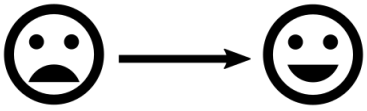


FIGURE 10.1 – Exemple d'un rapport de force entre deux émoticônes

L'objectif du joueur, pour obtenir le meilleur score possible, est de reconnaître et mémoriser les règles associant les figures à leurs effets les unes contre les autres. Il s'agit donc d'une tâche de déduction doublée d'une tâche de mémorisation. Le joueur observe le comportement d'une figure par rapport à une autre, en déduit laquelle est la plus forte, puis adapte cette conclusion aux figures suivantes. Par exemple :

- Pour trois figures : A, B et C
- Il est demandé au joueur d'observer le comportement de :
  - A face à B, puis B face à C, et finalement de A face à C.

Ce n'est que dans le troisième cas que l'on doit attendre du joueur une confiance élevée car il dispose de toutes les informations pour savoir, de A ou de C, laquelle est supérieure à l'autre.

Dans ce jeu, la difficulté est dosée suivant la distance qui sépare le couple reconnaissable par déduction des informations permettant de réaliser ladite déduction. Il est plus simple de réaliser la déduction dans le cas de l'exemple précédent (avec A, B et C) que dans celui-ci où le nombre de figures est plus important :

- Pour sept figures : A, B, C, D, E, F, G

- Le joueur observe les couples suivants :
  - A/B, B/C, B|D, D|E, E|F, F|G, **A|C**
  - où A, B, C, D, E, F, G sont les objets ;
  - A/B et B/C sont les prédicats ;
  - et **A|C** est la conclusion de la déduction.

De nouveau, ce n'est que dans le dernier cas que l'on doit attendre du joueur une confiance élevée s'il a été capable de bien mémoriser les informations qui lui ont été données en début de partie. Plus le nombre de figures augmente, plus il est ardu pour le joueur de mémoriser ces règles. Pour un niveau de difficulté minimal, à savoir une quasi absence de difficulté bloquante pour le joueur, il n'y a aucune distance entre les prédicats et la déduction à réaliser.

Différemment des autres jeux, la mesure de l'impact de l'évolution de la difficulté logique sur la confiance s'observe sur plusieurs tours. Le comportement du joueur, associant ses chances réelles de gagner et sa confiance à un instant t, est donc analysé non pas indépendamment à chaque action mais sur une somme d'actions.

10.1.1.2 Difficulté logique, version 2

A titre d'exemple, la tâche de difficulté logique dans sa première (se référer à la partie 10.1.1.1) a été reprise suite à ces tests : il a été observé que les joueurs ne passaient pas la première phase, qui est une tâche de déduction pure sans ajout de la variable de difficulté relative à la mise à distance dans le temps de la conclusion de la déduction par rapport aux prédicats. Pour pallier à ce problème, il a été choisi de limiter l'influence de variables non mesurées de la difficulté, comme la forme et la couleur des symboles. Dorénavant, chaque symbole est différentiable et différencié, aussi bien par sa forme que par sa couleur (voir figure 10.2). Il est désormais plus facile pour le joueur de retenir les séquences, permettant d'évaluer ce dernier plus sur sa capacité de déduction que celle de mémorisation.



FIGURE 10.2 – Modification des symboles suite aux tests de jouabilité

10.1.1.3 Difficulté logique, version 3

Les pilotes des expérimentations viendront remettre en question les choix de conception concernant le jeu focalisé sur l'influence de la difficulté logique (pour plus de détails concernant les retours utilisateurs, se référer à la partie 10.2). La difficulté de la première version de ce jeu reposait en partie sur une tâche de mémorisation ; la déduction en elle-même était aisée tant que les prédicats restaient proches de la conclusion. Ce choix correspondait notamment à une étude de l'utilisation de la difficulté logique dans les jeux à l'attention du grand public, où ce type de difficulté est finalement faible pour toucher un public plus large mais augmentée, part exemple, d'un travail de mémorisation. Des tests de QI tels que les matrices progressives de Raven [Raven 2000] auraient pu être plus appropriées. Elles ont d'ailleurs fait l'objet de tentatives d'intégration dans le prototype, mais ce type de tâche de déduction est moins bien reçu par le public qui peut être peu enclin à être évalué au travers de tests d'intelligence. Par soucis de conserver un haut niveau d'engagement du joueur dans l'activité, des formes plus ludiques de telles tâches devaient être privilégiées.

Un autre point important a été soulevé lors de ces expérimentations pilotes, à savoir que la forme de la première version de ce jeu impliquait, comme il a été vu, un découpage particulier qui pouvait déstabiliser certains joueurs habitués aux modalités de fonctionnement uniformes des deux autres jeux. De plus, le niveau de difficulté le plus simple (soit aucune distance entre les prédicats et la conclusion) pouvait se révéler être déjà hors de portée pour certains joueurs. La difficulté de niveau 0 aurait été de proposer trois fois le même couple de figures.

Pour ces raisons, un autre jeu à été développé et testé pendant les expérimentations pilotes. Il s'inspire du jeu de Taquin, où le joueur doit ré-agencer une grille composée de carrés numérotés dans un ordre croissant, en déplaçant ces derniers à partir d'un espace vide (permettant un déplacement physique, comme le montre la figure 10.3).

La version conçue pour le prototype ne tient pas compte de l'espace vide. Il s'agit de déplacer une case, portant le numéro 5, vers sa position initiale, en veillant à replacer les autres cases dans le bon ordre. Les mouvements de cette case, sur l'axe des abscisses et des ordonnées uniquement, va modifier la position des autres. Elles échangent leur place avec la case numéro 5, tout en étant circonscrites à des déplacements dans l'espace délimité de la grille. En plus de la numérotation globale, un dégradé de couleur sur l'ensemble de la grille vient aider le joueur à mieux repérer l'ordre dans lequel il doit repositionner les cases (voir figure 10.4), pour limiter toutes erreurs de jugement dont l'origine serait un problème de lisibilité du jeu.

Ce nouveau jeu est découpé en plusieurs phases. Tout d'abord, la grille est présentée au joueur, et est accompagnée du nombre de coups nécessaires à sa résolution. Dans l'exemple présenté, 1 seul coup est utile pour venir à bout du puzzle ; il suffit de faire glisser la case 5

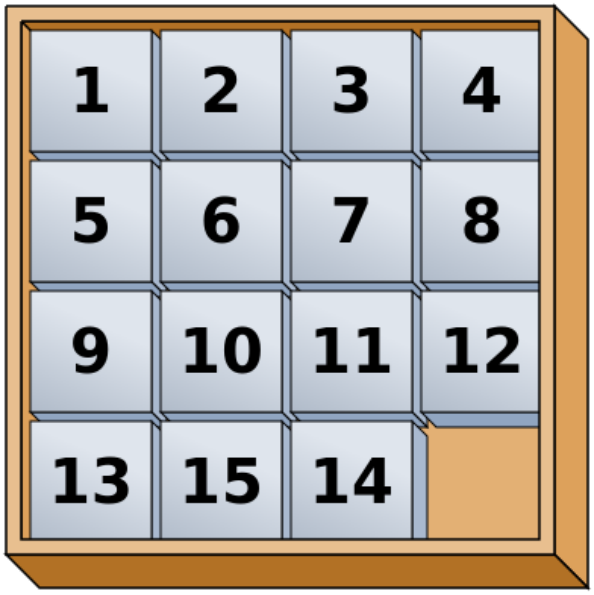


FIGURE 10.3 – Exemple d'une grille désordonnée de taquin

vers la droite pour que l'ordre soit respecté. Pour éviter que le joueur ne s'éternise devant la grille présentée, le tour de jeu est limité à 20 secondes. Au delà, la grille s'efface et il est dans l'obligation de choisir sa mise. Ce n'est qu'après cette sélection qu'il peut entamer la phase de résolution du puzzle. De même, lors de cette phase, le joueur dispose là aussi d'un temps limité, les mêmes 20 secondes, pour venir à bout du puzzle. S'il dépasse ce temps, il perd le montant de sa mise.

La difficulté du jeu est ainsi basée sur le nombre de coups nécessaire au joueur pour replacer la grille dans le bon ordre. Le temps limité a aussi un impact sur la résolution du puzzle, mais il est fixé quelque soit la partie (en l'occurrence, 20 secondes). Le nombre de cases est aussi fixe, restreint à 9 pour des questions de plafonnement de la difficulté.

10.1.2 Itérations du jeu dédié à la difficulté sensorielle

10.1.2.1 Difficulté sensorielle, version 1

Pour se focaliser sur l'impact de la difficulté logique sur la confiance, nous proposons un dispositif inspiré des tests d'acuité visuelle et des jeux sur plateformes mobiles qui en ont découlé : le joueur doit reconnaître, sur une grille composée de plusieurs cases, celle qui présenterait une variation de couleur (voir figure 10.5). Cette case apparaît un cours instant, en flashant, avant de reprendre la même couleur que celle de la grille. Après ce flash, le joueur doit réaliser une mise relative à ses chances de succès. S'il arrive à retrouver la case qui a flashé, le joueur remporte le montant de sa mise, sinon il la perd.

Pour ce deuxième jeu, plusieurs itérations concernant le choix de ou des variables de

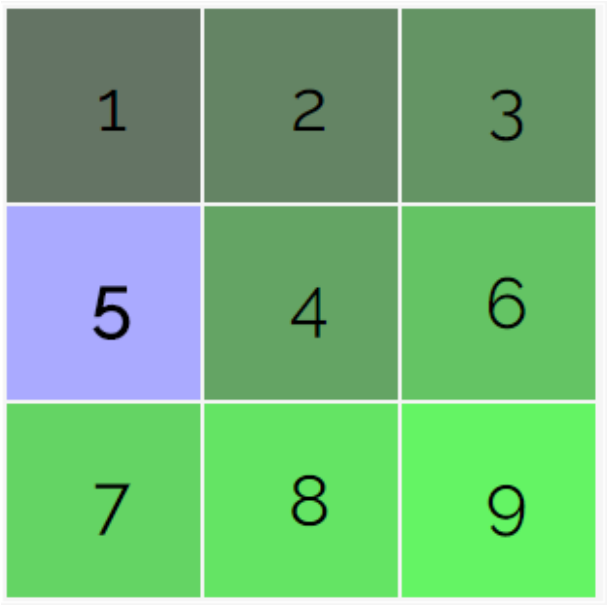


FIGURE 10.4 – Exemple d'une grille de jeu tirée du prototype

difficulté à cibler ont été réalisées. Une première d'entre elle a été le delta de la couleur à reconnaître par rapport à celle de base. Plus ce delta est réduit, plus il est difficile pour le joueur de reconnaître ladite couleur. Cependant, les résultats dépendaient du choix de la couleur initiale de la grille ; les variations de rouge et de vert étant plus faciles à observer pour l'oeil humain, la couleur grise a ainsi été privilégiée. Pour autant, le plafond de difficulté était rapidement atteint tant qu'une autre variable n'était pas intégrée, à savoir l'augmentation de la taille de grille sur une même surface, réduisant de fait la taille de chacun d'entre eux. Le nombre de carrés composant la grille croît progressivement en cours de partie, augmentant la difficulté de perception précise du flash.

Une autre variable concerne le nombre de cases à trouver ; la difficulté n'étant pas la même s'il faut identifier cinq cases qui ont flashé au lieu d'une. De plus, la position de ces cases est aussi à considérer : il est plus facile de pointer les cases à trouver si elles sont les unes à côté des autres, que si elles sont éparpillées sur l'ensemble de la grille.

Une dernière variable testée concerne la durée même du flash. Plus cette dernière est courte, plus la case est difficile à positionner sur la grille. Après différents tests, cette variable n'a finalement pas été retenue, et le nombre de cases à trouver s'est fixé à cinq.

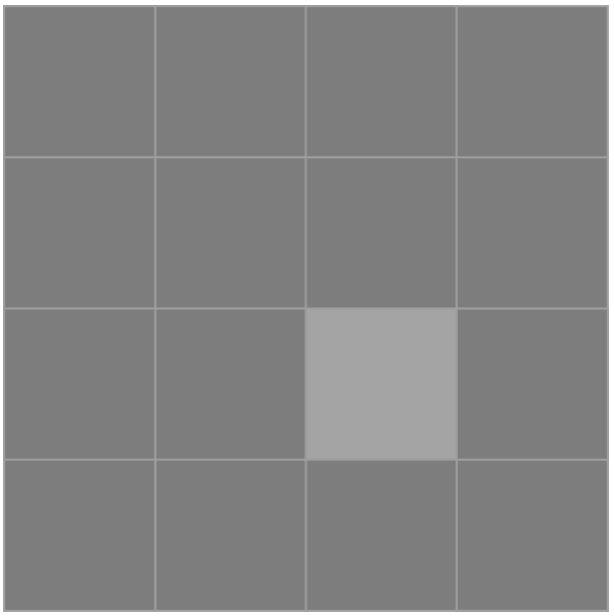


FIGURE 10.5 – Exemple d'une grille pendant le flash de la case à trouver

10.2 Mise en perspective des résultats des expérimentations pilotes

Les expérimentations pilotes ont pu être menés du 6 au 10 septembre 2016, dans les mêmes conditions que celles prévues pour les expérimentations finales, à savoir dans les locaux du Living Lab de la Cité des Sciences et de l'Industrie [1], auprès du public cible. Sur cette période, 32 personnes ont participé aux expérimentations, mais seulement 8 d'entre-elles ont pu tester la version finalisée du jeu, incluant la version 2 de la tâche relative à la difficulté logique (voir section 10.1.1.2). Ces huit personnes ont expérimenté les trois jeux de manière aléatoire, réalisant 30 tours de jeu pour chaque tâche dédiée à un type de difficulté (logique, sensorielle et motrice). Au total, nous obtenons 240 observations pour un jeu, soit 720 observations recouvrant l'ensemble des trois types de difficulté.

Les participants sont reçus individuellement. Le contenu de l'expérimentation leur est succinctement présenté, sans qu'il ne soit question de mesure de la confiance ; ils savent qu'ils participent à une expérience scientifique, dont le but est d'analyser leurs comportement sur trois mini-jeux. Il leur est toutefois précisé qu'il ne s'agit pas d'évaluer leur performance, pour minimiser l'impression de participer à des tests de QI. Avant les expérimentations pilotes, les participants doivent compléter un questionnaire découpé en quatre

1. Le Living Lab est situé au Carrefour Numérique dans la Cité des Sciences et de l'Industrie à Paris. Il accueille en résidence des projets artistiques et scientifiques dans l'optique de les confronter au public. Ce Living Lab a été le partenaire régulière du laboratoire Cédric du CNAM dans la mise en place d'expérimentations concernant les jeux vidéo.

parties distinctes, présenté en section 5.2.1.1.

Une fois le questionnaire complété, les participants sont invités à lancer le jeu. L'ordre de distribution des trois mini-jeux associés aux trois dimensions de la difficulté est aléatoire, en vue de minimiser l'impact sur les résultats de tout effet d'ordre et de fatigue liée à la pratique répétée des activités. A la fin de leur partie (regroupant donc les trois mini-jeux), les participants reçoivent leur score, leur permettant d'apprécier leur performance. Un temps de discussion post-expérimentation permet de recueillir de manière informelle leurs retours, et de leur détailler le contenu de l'expérience.

Une première étape d'analyse des données récupérées consiste à vérifier si la difficulté objective du jeu, rendant compte réellement de la performance du joueur, est calibrée avec celle vécue par les joueurs, à savoir une difficulté dite subjective. Le calcul de cette difficulté est basé sur l'observation du nombre d'échecs de chaque joueur pour un niveau donné de difficulté. Une seconde étape consiste à vérifier si l'évolution de la difficulté objective a un impact sur la difficulté ressentie par les joueurs, la mise servant ici de référence. L'analyse précédente permet, quant à elle, de visualiser la difficulté réelle de chaque jeu. Cette nouvelle variable sert dorénavant de mesure de base pour observer les variations de la difficulté ressentie par le joueur.

Ainsi, pour un joueur identifié, nous nous focalisons sur les données suivantes :

- Ma *mise*, révélant leur confiance vis-à-vis de leur action de jeu.
- Le *tour de jeu*, spécifiant la position du joueur au cours de la progression, numéroté de 1, soit le début du jeu, à 30, soit le dernier tour de jeu.
- Le niveau de *difficulté du jeu* à un tour de jeu donné, comprise entre 0, pour facile, et 1, très difficile, avec un saut de 0,1.
- L'*état de réussite* du joueur en sortie de tour, à savoir s'il est gagnant (1) ou perdant (0).

Les données traitées à la suite de ces expérimentations pilotes sont tirées des trois épreuves où la difficulté évolue suivant la condition d'échec ou de réussite du joueur, et non selon une courbe prédéfinie. Autrement dit, la difficulté augmente lorsque le joueur gagne ; puis baisse lorsque le joueur perd. Elles ne sont cependant pas présentées ici, d'une part parce que les jeux ont évolués et ne correspondent pas à ceux utilisés lors des expérimentations finales ; d'autre part parce que le modèle mathématique utilisé pour le traitement statistique n'était pas suffisamment affiné, faussant la lecture des résultats. Le détail de ce modèle, retravaillé, est présentée dans le chapitre 11 relatif aux expérimentations finales.

Chapitre 11

Expérimentations : mesure de l'influence de la difficulté sur la confiance du joueur

Sommaire

11.1 Méthodes de calcul du comportement 211
11.1.1 Fonctionnement de la difficulté dans le cadre des expérimentations 212
11.1.2 Mesure de la difficulté subjective 213
11.1.3 Mesure de la difficulté objective 213
11.1.4 Procédures 214
11.2 Résultats 214
11.2.1 Modélisation de la difficulté objective 215
11.2.2 Différences entre la difficulté objective et subjective 216
11.2.3 Influence du profil des participants sur la difficulté subjective 220
11.3 Discussion 221
11.3.1 Influence de la difficulté et *effet difficile* 221
11.3.2 Influence du profil du joueur 223
11.3.3 Limites de l'expérimentation 224
11.4 Mise en perspective des résultats des expérimentations 225

Cette partie présente le cadre et contenu des expérimentations basées sur le second prototype développé pour cette recherche, et focalisé sur l'évaluation de la difficulté par le joueur.

11.1 Méthodes de calcul du comportement

Comme précisé dans le chapitre 9, les jeux vidéo développés dans le cadre de cette expérimentation se focalisent sur trois types distincts de difficulté. L'expérimentation cherche à les évaluer séparément, dans l'objectif de mieux cerner l'impact d'un type de difficulté sur le joueur. En se basant sur les travaux de Levieux [2011]; Aponte et al. [2011], les trois types de difficulté sont ainsi nommés :

- *Sensorielle* : décrit l'effort nécessaire pour acquérir des informations nouvelles pouvant renseigner sur l'état du jeu.
- *Logique* : correspond à l'effort demandé en vue d'induire ou de déduire, à partir des informations obtenues, une solution face à un problème donné. Cette solution correspond à une série d'action que le joueur doit mettre en place pour progresser dans le jeu.
- *Motrice* : dépeint l'effort physique nécessaire pour réaliser les actions de jeu.

Pour analyser précisément le comportement du joueur pour chacun de ces types de difficulté, l'expérimentation a été découpée autour de trois jeux conçus spécialement pour l'occasion. L'ensemble des jeux est contenu dans un seul et même programme.

11.1.1 Fonctionnement de la difficulté dans le cadre des expérimentations

Pour l'expérimentation, nous avons choisi une approche plus généraliste et pratique dans laquelle nous estimons la probabilité du joueur d'échouer à un challenge spécifique, en fonction de leur niveau de compétences [Aponte et al. 2011]. Notre définition de la difficulté est basée sur les travaux de Malone [1982] concernant le défi comme source d'incertitude dans un jeu vidéo. Plus précisément, l'incertitude quant à un succès ou un échec possible est ce que Costikyan [2013] nomme *une incertitude du résultat* (*incertainty of outcomes*). Nous prolongeons ainsi les approches de ces auteurs et considérons la difficulté comme telle : nous demandons directement aux joueurs d'évaluer leurs chances de succès, pour ainsi éviter d'employer le terme de « difficulté » qui se trouve avoir un sens moins précis pour le joueur [Levieux 2011]. De plus, en utilisant trois jeux différents, nous pouvons séparer les types de difficulté et ainsi obtenir une analyse plus fine de la performance subjective du joueur. Dans l'objectif d'améliorer la motivation du joueur et de créer des expériences qui s'approchent le plus possible des conditions réelles d'utilisation et de ressenti d'un jeu vidéo, le système adapte en temps réel la difficulté en se basant sur l'analyse des succès et échecs du joueur. De nombreux titres utilisent un tel système, aussi bien des jeux de course (comme l'utilisation d'une intelligence artificielle qui s'adapte au comportement du joueur - *rubber banding* - dans la série *Mario Kart* [Nintendo R&D 1 1992]), que dans les jeux de rôle (avec la série *Fallout* [Black Isle Studios 1997]) ou les jeux de tir à la première personne (la série *Unreal Tournament* [Epic Games 1999]), où la difficulté à outrepasser les opposants dépend du niveau du joueur. Les jeux sans un système d'adaptation dynamique de la difficulté utilisent, quant à eux, une courbe de difficulté pré-déterminée, calculée sur le niveau moyen du joueur. A l'inverse, peu de jeux mettent en scène une courbe de difficulté complètement aléatoire (comme dans *FTL* [Subset Games 2012] ou encore *The Binding of Isaac* [McMillen 2011]), mais il est toujours possible de distinguer une progression générale et donc, une évolution de la difficulté à l'échelle macro.

Bien qu'une courbe de difficulté aléatoire permettrait d'avoir une analyse statistique plus claire, pour les raisons évoquées en amont, un tel choix limiterait l'analyse du point de vue de la conception des jeux. De plus, pour éviter toute représentation biaisée des défis joués, et pour mieux suivre le comportement du joueur au cours de la partie, la mesure de la difficulté subjective se fait pendant le jeu et non en fin de partie à l'aide de questionnaires post-expérience [Lankoski and Björk 2015]. Pour éviter que l'immersion du joueur ne soit brisée par un tel choix de conception, nous utilisons un système de mise, décrit dans les sections 5.2.1 et 9.1.1.

11.1.2 Mesure de la difficulté subjective

Notre proposition se base sur les outils de sciences cognitives pour mesurer l'excès de confiance en vue de les intégrer dans le gameplay. Le but est d'éviter de perturber la session de jeu dans le but de maintenir un haut niveau d'engagement et de motivation des joueurs. La mesure du comportement est prise avant que le joueur ne réalise ses actions, au titre de pré-évaluation, mais après qu'il lui ait été donné toutes les informations nécessaires pour juger la situation. Nous utilisons un système de mise basé sur une échelle de Likert en 7 points, qui est intégrée dans la progression du jeu et est donc reliée au score du joueur. Si le joueur gagne, la somme misée est ajoutée à son score ; s'il perd, cette somme est soustraite du score. Cela permet de motiver le joueur à miser avec prudence, et donc de s'auto-évaluer avec plus de précision. Une question lui est directement posée dans le jeu, pour lui rappeler comment miser et de faire attention dans la manière dont il évalue sa performance, et à termes, sa confiance.

La mesure de la difficulté subjective est basée sur la mise du joueur, désignée D_{subj}, et b correspondant à la valeur de la mise. Nous utilisons ainsi la formule suivante $D_{subj} = 1 - \frac{b-1}{6}$ pour estimer les chances d'échec du joueur pour un défi donné.

11.1.3 Mesure de la difficulté objective

Comme Levieux [2011]; Aponte et al. [2011] l'ont défini, la difficulté objective d'un défi peut être estimée à partir des succès et échecs des joueurs lors de sa complétion. Dans le but de prendre en compte les différences à l'échelle de chacun des joueurs, la difficulté objective d'un défi est estimée en utilisant une régression logistique à effets mixtes [Bates et al. 2015]. Les paramètres de temps et de difficulté pour chaque défi, comme par exemple la vitesse de déplacement du curseur, ou le nombre de cellules à trouver, sont définis comme des paramètres à effets fixes, avant d'y ajouter des intercepts aléatoires. Le modèle mixte est utilisé au travers d'évaluations répétées du même objet. Les intercepts aléatoires indiquent un coefficient pour chaque joueur qui est utilisé comme évaluation globale de leur niveau de performance. Le décalage entre la difficulté objective calculée à partir de la performance

des joueurs et leurs évaluations de leurs chances de succès est nommé *l'erreur d'estimation de la difficulté*. Le détail du fonctionnement des trois jeux sur lesquels les observations sont réalisées a été présenté dans le chapitre 9.

11.1.4 Procédures

L'expérimentation a été conduite à Paris, dans les locaux du *Carrefour Numérique* au sein de la *Cité des sciences et de l'industrie*, du 18 au 29 octobre 2016, durant la période de vacances scolaires. De fait, le public ciblé a été composé en majorité de jeunes volontaires, aussi bien catégorisés comme joueurs et non-joueurs. Il faut noter que certains d'entre eux ont décliné l'invitation à participer, prétextant qu'ils n'avaient pas d'expérience suffisante concernant les jeux vidéo, ou parce qu'ils n'étaient pas intéressés à participer à une expérience scientifique.

Neuf ordinateurs portables, disposant de la même configuration matérielle et logicielle, ont été disposés dans une salle isolée du reste du musée. Une souris et un casque étaient connectés à chaque ordinateur. Le programme contenant les trois jeux s'ouvrait via un navigateur, Google Chrome en l'occurrence. Les participants ont été informés de l'objectif du jeu, à savoir sauver le plus de moutons possibles, et de la durée de l'expérimentation, environ 40 minutes en incluant la complétion du questionnaire. Il leur a été demandé de ne pas communiquer durant la session de jeu. Comme prévu dans notre méthode, les participants devaient répondre à un questionnaire utilisé pour dresser leur profil de joueur, avant de commencer l'expérimentation. Ce questionnaire est présenté en section 5.2.1.1.

11.2 Résultats

Sur les dix jours plein d'expérimentations, 80 participants ont pu jouer aux jeux. Bien que quelques uns aient quitté l'expérimentation avant sa fin, nous avons gardé leurs résultats pour les jeux qu'ils ont pu terminer, nous permettant d'avoir un total de 6990 observations. Pour chaque jeu, les aberrations statistiques (*outliers*) ont été écartées. Elles sont dues à des joueurs qui n'ont pas utilisés le système de mise, à ceux qui ont toujours misé le même montant, ou encore des joueurs qui ont présentés des performances limites, voire aberrantes en comparaison de la majorité de celles mesurées. Par exemple, un score très faible peut indiquer que le joueur n'a pas compris les règles, ou le fonctionnement de l'interface. A l'opposé, certains joueurs ont utilisé le système d'adaptation dynamique de la difficulté à leur propre avantage pour maximiser leur score ; ils perdaient volontairement et renseignaient la mise minimale, pour passer à un niveau de difficulté inférieur, niveau qu'ils maîtrisaient, pour renseigner une mise maximale en étant assurés de remporter la manche. Neuf joueurs ont ainsi été écartés des résultats : un pour la tâche de difficulté motrice, trois pour la tâche de perception, et six pour le jeu de difficulté logique. 300 observations ont ainsi été éliminée de notre base de données.

Paramètre / Type de difficulté	**Logique**	**Motrice**	**Sensorielle**
Paramètre de difficulté	$4,88$ $(p < 2e-16)$***	$3,23$ $(p < 2e-16)$***	$9,1$ $(p < 2e-16)$***
Time	-1 $(p = 2e-6)$***	$-0,46$ $(p = 0,0051)$**	$-0,37$ $(p = 0,0454)$*
σ(Interceptes aléatoires)	$1,24$	$0,83$	$0,76$
R^2	$0,48$	$0,28$	$0,42$
Validation croisée	$0,66$	$0,61$	$0,69$

TABLE 11.1 – Modélisation de la difficulté objective pour chaque jeu : résultats de la régression logistique à effets mixtes pour la difficulté et le nombre d'échecs dans le temps.

11.2.1 Modélisation de la difficulté objective

Comme précisé dans la section 11.1.3, nous avons réalisé une régression logistique à effets mixtes pour évaluer la difficulté objective. Pour chaque jeu, nous précisons le coefficient de détermination R^2 à partir des effets fixes et aléatoires [Nakagawa and Schielzeth 2013]. Nous présentons aussi une évaluation du modèle en réalisant une évaluation croisée sur 10 échantillons (*10-fold cross-validation*), en utilisant notre modèle pour prédire le résultat d'un défi. La table 11.1 synthétise ces résultats.

Il est possible d'observer que le paramètre de difficulté est toujours très significatif, et qu'il a l'effet le plus fort sur la probabilité d'échouer, et ce en particulier pour le jeu dédié à la difficulté sensorielle. Cela signifie que la difficulté objective était bien modifiée par la manipulation de ce paramètre.

L'impact du temps est toujours négatif et significatif. Il est possible d'en conclure que si le paramètre de difficulté reste constant, la difficulté objective semble décroître en fonction du temps. Cela peut indiquer que les joueurs sont en train d'apprendre, et que leurs réussite s'accroît sur un même paramètre de difficulté donné. L'impact du temps est plus fort sur le jeu dédié à la difficulté logique (-1), ce qui est cohérent avec le fait que le joueur apprend plus d'un problème de logique que d'une tâche focalisée uniquement sur les compétences sensori-motrices (où les résultats sont, respectivement, $-0,46$ et $-0,37$). De plus, il faut aussi noter que nous avons une déviation standard de l'intercepte aléatoire pour la tâche de logique, ce qui indique que les différences entre les participants sont plus significatives pour ce jeu.

Le lien entre le paramètre de difficulté et la difficulté objective du jeu peut être tracé pour mieux comprendre l'évolution dynamique de la difficulté pour chaque défi. Nous avons choisi de tracer la difficulté objective en fonction du paramètre de difficulté à un même temps du jeu, soit $t = 0$. Nous avons aussi utilisé l'intercepte aléatoire pour séparer les

joueurs en trois groupes de niveau, en partitionnant en k-moyennes (*k-means*). La figure 11.1 présente le résultat de ces tracés, pour chaque jeu.

Les courbes de la figure 11.1 permettent aussi de présenter quelques informations concernant la conception de la difficulté pour chaque tâche. La tâche de logique est la plus équilibrée, dans le sens où la difficulté logique est quasi-analogue au paramètre de difficulté. La tâche motrice semble être un peu trop complexe pour les niveaux de difficulté les plus élevés et les plus faibles. Par exemple, lorsque la difficulté est aux alentours de 0,25, le paramètre de difficulté est à 0. De même, la tâche sensorielle varie très lentement. La difficulté objective de cette tâche atteint son maximum alors que le paramètre de difficulté est seulement à 0,5.

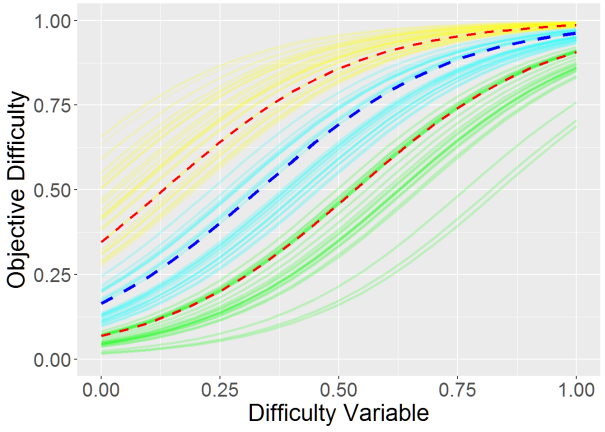
La figure 11.2 présente la progression de la difficulté objective durant la partie. Les courbes confirment que les tâches sont bien équilibrées et donc que le système de difficulté adaptative se révèle être efficace, puisque les joueurs atteignent le niveau de difficulté moyen (0,5) dans tous les cas. La tâche de logique débute avec une difficulté objective de 0,2 puis augmente. La tâche motrice semble trop difficile dés le départ, entraînant une baisse de la difficulté en fonction du temps pour les plus mauvais joueurs. La tâche sensorielle, quant à elle, présente un tracé en « vague », qui peut être dû au fait que la difficulté est moins stable pour ce jeu. De plus, le niveau maximum de difficulté objective est déjà atteint à 0,5 alors qu'il varie presque deux fois plus rapidement que pour la tâche de logique.

Globalement, le modèle de difficulté objective est moins efficace pour la tâche motrice avec un faible coefficient de détermination R^2 (0,28) et une faible précision de prévision (0,61). R^2 et la précision de prévision sont plus élevés pour la tâche de logique, respectivement 0,48 et 0,66, ainsi que pour la tâche sensorielle, à savoir respectivement 0,42 et 0,69.

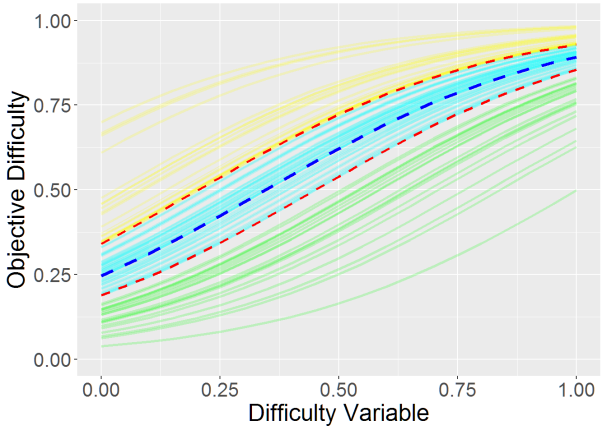
11.2.2 Différences entre la difficulté objective et subjective

Pour étudier les différences entre la difficulté objective et la difficulté subjective, nous avons séparé les données en 16 échantillons égaux en utilisant la difficulté objective estimée par le modèle à effets mixtes. Dans chaque échantillon, nous générons pour chaque joueur la difficulté subjective moyenne. Cela permet d'obtenir une valeur par joueur dans un échantillon, et que chacune de ces observations est indépendante de l'autre. Ensuite, pour chaque échantillon, nous testons l'hypothèse nulle que la difficulté subjective médiane pour l'échantillon est égale à la difficulté objective au centre de l'intervalle entre les échantillons. Nous utilisons un test signé des rangs de Wilcoxon et obtenons un intervalle de confiance de 95%.

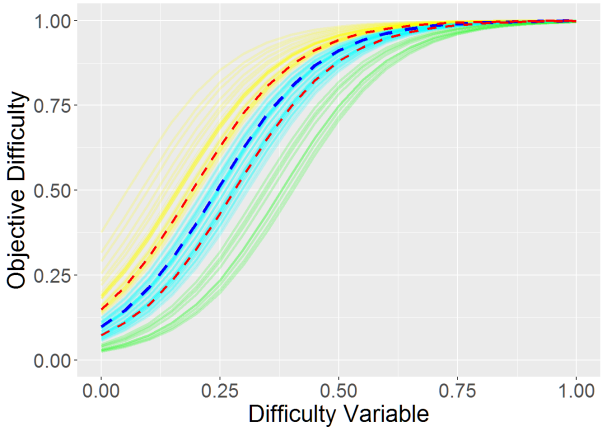
La figure 11.3 présente nos résultats, où la ligne bleue représente l'hypothèse nulle, à savoir que la difficulté objective est égale la difficulté subjective. Si l'échantillon vérifie



(a) Tâche logique



(b) Tâche motrice



(c) Tâche sensorielle

FIGURE 11.1 – Mesure de la difficulté objective pour chaque jeu à $t = 0$. La ligne bleue en pointillés représente le joueur médian, la ligne rouge en pointillés montre le premier et dernier quartile. Les joueurs les moins compétents sont présentés en jaune, les joueurs moyens en cyan, et les meilleurs joueurs en vert.

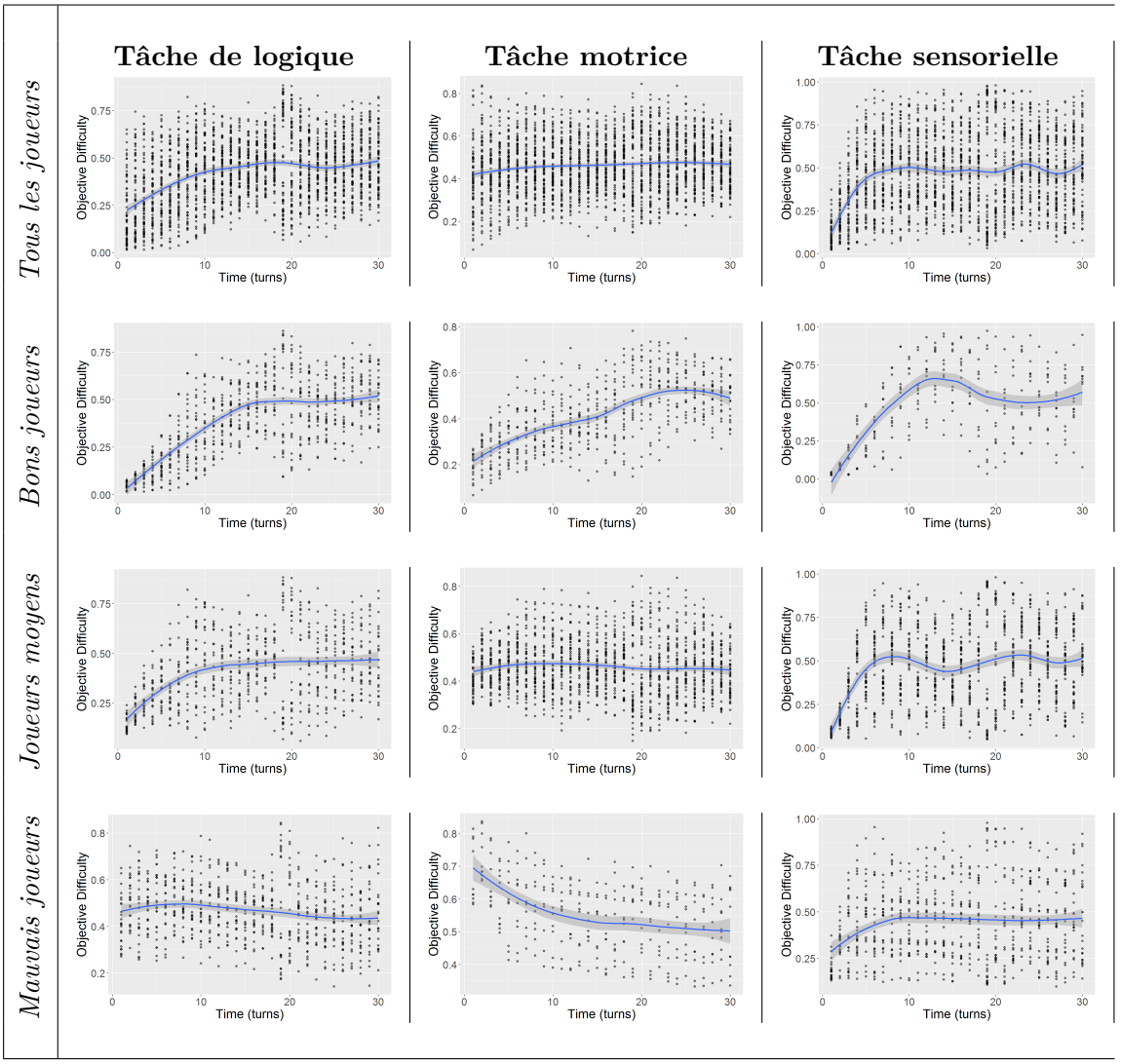


FIGURE 11.2 – Progression de la difficulté objective en fonction du temps, pour toutes les tâches, pour tous les joueurs, durant l'ensemble de la session de jeu. La courbe bleue représente le joueur média, les points correspondent aux observations pour chaque tour.

l'hypothèse nulle, il se présente sous la forme d'un point noir plein ; s'il ne vérifie pas l'hypothèse nulle, il se présente sous la forme d'un triangle vide. L'intervalle de confiance pour chaque échantillon est quant à lui représenté sous la forme d'une barre rouge. Il faut noter que nous ne montrons que les valeurs médianes et l'intervalle de confiance pour les cas où l'échantillon est suffisant pour lancer le test signé des rangs de Wilcoxon. *Ces résultats nous permettent de rejeter l'hypothèse nulle pour chaque valeur médiane représentée par un triangle vide, où le test signé des rangs de Wilcoxon a une valeur p en dessous de 0,05.*

En se basant sur ces résultats, il faut noter un *effet difficile*, à savoir une sous-évaluation de la difficulté pour un niveau de difficulté objective élevé, pour les tâches de logique

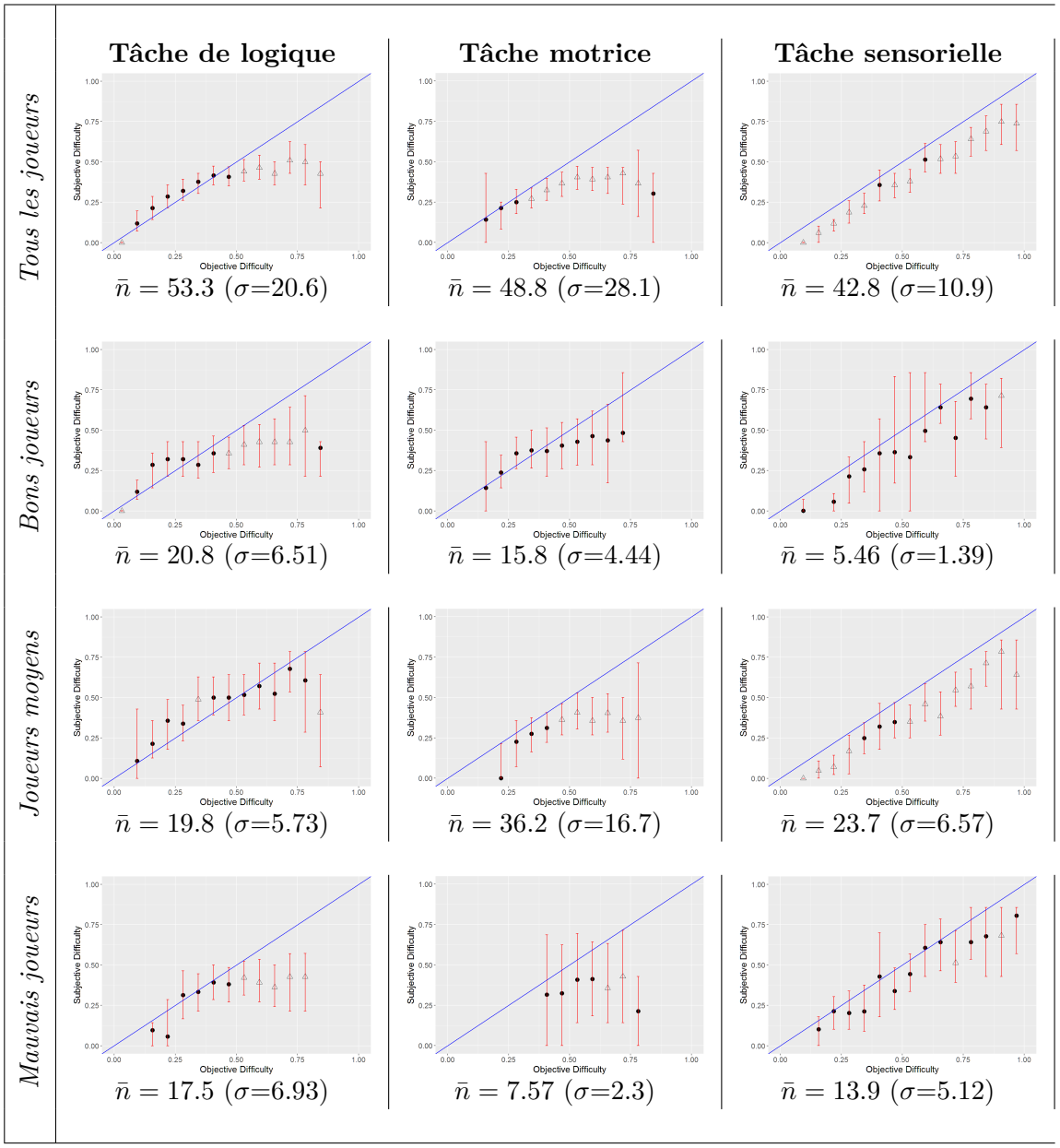


FIGURE 11.3 – Difficultés objectives et subjectives pour toutes les tâches et pour tous les joueurs. $\bar{n}$ correspond à la moyenne, (sd) au nombre de joueurs correspondant à chaque tâche et chaque niveau.

et de motrice. Pour la tâche sensorielle, les joueurs semblent être légèrement en excès de confiance pour tous les niveaux de difficulté objective. En découpant par niveau de compétence chez les joueurs, l'effet apparaît comme stable pour la tâche motrice, mais compte tenu du faible nombre de mauvais ($\bar{n} = 7.57$) et bons joueurs ($\bar{n} = 15.8$), il est difficile de considérer ce résultat comme significatif. Il est possible d'observer un résultat

analogue pour la tâche sensorielle, où les joueurs médians sont toujours sous l'évaluation calibrée de la difficulté, mais ces résultats sont de moins en moins significatifs à mesure que le nombre de participants décroît. Cependant, pour la tâche de logique, alors que les tailles des échantillons sont équivalentes pour les trois conditions, les joueurs moyens semblent mieux calibrés. Ces résultats méritent d'être plus amplement étudiés.

11.2.3 Influence du profil des participants sur la difficulté subjective

Nous avons réalisé plusieurs tests dans le but d'étudier l'influence du genre, des habitudes de jeu, le sentiment d'efficacité personnelle ainsi que l'aversion au risque sur le niveau du joueur et l'erreur d'estimation de la difficulté. Pour cela, nous avons pris l'intercepte aléatoire du modèle de difficulté objective pour chaque niveau de joueur.

Sur les 80 participants, 57 étaient des hommes, et 23 des femmes. 49 d'entre eux jouaient aux jeux vidéo de manière journalière, et 12 de manière hebdomadaire. 31 jouaient à des jeux de plateau sur un mois, et 36 n'en n'ont jamais utilisés. 58 présentent une aversion au risque, et pour les 46 participants qui ont répondu au questionnaire d'efficacité personnelle, 28 tendent à se présenter comme des joueurs compétents, s'estimant d'un niveau supérieur à celui d'un joueur moyen.

Tout d'abord, nous avons testé l'influence du genre sur le niveau des joueurs et sur l'erreur d'estimation de la difficulté en utilisant un test signé des rangs de Wilcoxon. L'hypothèse nulle consiste à dire que ces deux variables, niveau des joueurs et erreur d'estimation de la difficulté, sont issues de la même distribution pour chaque genre. Ce test n'a cependant été significatif que pour le niveau des joueurs. Les joueuses semblent être moins efficaces sur la tâche motrice ($W = 255$, $p = 2.6^{e-5}$) avec un écart de $-0,67$, ainsi que sur la tâche de logique ($W = 341$, $p < 0.01$) avec un écart de $-0,82$.

Nous avons ensuite testé l'influence des habitudes de jeu, de l'aversion au risque et du sentiment d'efficacité personnelle sur l'erreur d'estimation de la difficulté en utilisant un test de corrélation de rang de Kendall. Ce test n'a été significatif que pour l'influence de l'aversion au risque sur le niveau des joueurs pour la tâche sensorielle ($z = 3.3093$, $p < 0.001$) avec $\tau = 0.29$, et pour le jeu de logique ($z = 3.2974$, $p < 0.001$) avec $\tau = 0.28$. Cela signifie que pour ces deux jeux, les joueurs présentant une aversion au risque tendent à être plus efficaces.

Finalement, dans cette expérimentation, nous n'avons pas détecté un quelconque impact du genre, des habitudes de jeu, du sentiment d'efficacité personnelle ou encore de l'aversion au risque sur l'erreur d'estimation de la difficulté. Nos résultats ne nous permettent de conclure que sur une influence sur la performance des joueurs.

11.3 Discussion

Suite à l'analyse des résultats des expérimentations, et des tests conduits en suivant, cette section a pour but de discuter du contenu de ces résultats en regard des éléments de la littérature présentés dans les chapitre 1 et 2, en vue de mettre en perspective l'intérêt de la méthode détaillée dans le chapitre 5.

11.3.1 Influence de la difficulté et *effet difficile*

Nous avons observé que l'estimation de la difficulté par les joueurs est toujours en dessous du niveau de la difficulté objective, à l'exception des niveaux de difficulté les plus faciles pour les tâches de logique et motrice. Plus précisément, les jeux dédiés à la difficulté logique et motrice présentent un important *effet difficile*, à savoir une surestimation du joueur de ses chances de succès pour les niveaux les plus élevés de difficulté (voir à ce titre la figure 11.3). Contrairement aux études concernant l'excès de confiance, rien ne semble indiquer un *effet facile*, soit une sous-estimation des chances de succès pour les niveaux de difficulté les plus facile, en plus de notre *effet difficile* [Pulford and Colman 1997; Keren 1997].

La présence d'un *effet difficile* et l'absence d'un *effet facile* peut s'expliquer par la confiance que les joueurs portent à l'attention du concepteur de jeu. En effet, les jeux sont rarement impossibles à finir, laissant supposer de la part des joueurs qu'aucune tâche n'est insurmontable, et qu'ils finiront bien par gagner. Dans les jeux, la difficulté est gérée dans un but de divertissement, et cela peut entraîner un certain excès de confiance du joueur vis-à-vis de ses chances de succès.

De plus, l'excès de confiance des joueurs, au travers de *l'effet difficile*, peut s'avérer être plus important dans les jeux développés pour cette expérimentation que pour les tâches utilisées dans les précédentes en psychologie cognitive, et ce notamment grâce à la progression du joueur. Progresser dans le jeu, gagner en maîtrise en enchaînant les défis, peut aider le joueur à se sentir de plus en plus confiant concernant ses chances de succès. Dans le cas des études en psychologie cognitive, basées en grande partie sur des QCM de culture générale, cet effet peut être bien moins présent.

Cette confiance générale des joueurs vis-à-vis du jeu ainsi que cette impression de constamment progresser sont aussi multipliées par le fonctionnement de l'algorithme de difficulté adaptative. En présentant au joueur des défis qui sont adaptés à leur niveau actuel de compétence, le jeu n'est ni trop frustrant ni fastidieux, permettant aux joueurs de rester motivés et de considérer que le système de jeu est équilibré et impartial.

Il faut aussi noter que, dans le cas de cette expérimentation, la difficulté objective démarre en dessous de 0,5, ce qui signifie que les joueurs font face aux défis les plus faciles au début du jeu, alors qu'ils ne sont pas familiers du jeu, et non à la fin, où ils en

maîtrisent plus le fonctionnement. Les études antérieures concernant *l'effet difficile / facile* sont basées sur des questions de culture générale, où les participants peuvent évaluer naturellement leurs chances de succès dès la première question. A l'inverse, en utilisant un jeu vidéo, il est possible d'imaginer que les premiers jugements des joueurs sont biaisés par leur méconnaissance du fonctionnement du système de jeu. Cependant, la tâche motrice présente une courbe de progression presque plate, ne présentant aucune trace d'un *effet facile* (voir figure 11.2). De plus, bien que les jeux dédiés à la difficulté sensorielle et à la difficulté logique ont les défis les plus faciles en début de partie, la tâche de logique laisse deviner un léger *effet facile* alors que la tâche sensorielle laisse supposer l'inverse, où les joueurs semblent en excès de confiance sur les défis faciles. Néanmoins, réaliser un découpage des paquets pour les défis les plus faciles en début de partie ne montre pas un impact plus important sur *l'effet facile*.

Nous expliquons ces différences de résultats entre la tâche sensorielle et celles dédiées à la difficulté logique et à la difficulté motrice en considérant la nature de la difficulté subjective que les joueurs doivent évaluer. Comme défini dans notre méthode présentée dans les sections 5.2.1 et 9.3, le système de mise restitue l'évaluation du joueur de ses performances pour un défi donné, mais cette évaluation peut différer quelque peu suivant les jeux qui lui sont présentés. Pour le jeu dédié à la difficulté sensorielle, le joueur peut sélectionner les carrés avant de miser, ce qui lui permet d'expérimenter le gameplay avant d'évaluer ses chances d'échouer. De fait, alors que les joueurs ne sont pas encore conscients de leur performance réelle à résoudre le défi, ils peuvent commencer à compléter une partie dudit défi, ce qui est déjà plus que dans les jeux dédiés à la difficulté logique et à la difficulté motrice. En évaluant leurs chances d'échouer après avoir eu l'expérience du défi, les joueurs peuvent avoir une évaluation plus précise, voire confiante, de la qualité de leur jugement. Différemment, les tâches de logique et motrice n'offrent pas au joueur la possibilité d'interagir avec le système avant de réaliser cette évaluation, ils doivent donc deviner quelle sera la prochaine étape dans la complétion du défi. Un tel choix de conception pour la tâche sensorielle a été réalisé pour éviter de transformer le jeu en un exercice de mémorisation, mais seulement de se focaliser sur la détection de cases clignotantes, comme précisé dans le chapitre 10.

Il faut aussi noter que nos résultats diffèrent de ceux en psychophysique concernant la difficulté subjective, où la difficulté perçue semble ne jamais atteindre un plateau, et présente une forme non linéaire ou exponentielle. Nous pensons que ces différences s'expliquent parce que les joueurs de notre expérimentation doivent évaluer la difficulté d'un défi donné, et non évaluer la difficulté après de multiples répétitions d'un défi. Notre approche est analogue à celle rencontrée en psychologie cognitive, et est plus proche que ce qu'un joueur ressent au cours d'une partie.

La tâche motrice est celle où la qualité de notre modèle est le plus bas ($R^2 = 0.28$). Il s'agit du jeu qui se joue le plus rapidement, où les participants peuvent enchaîner en

hâte un tour après un autre, ce qui peut expliquer la plus grande variabilité de la difficulté objective par rapport aux autres tâches. Cependant, cette conception est typique des jeux d'action, où comme leur nom l'indique, la dextérité du joueur est cruciale à l'expérience de jeu. Nous aurions pu ralentir le rythme du jeu pour obtenir des résultats plus stables, mais cette expérience aurait été moins représentative des conditions réelles de jeu.

11.3.2 Influence du profil du joueur

Nous n'avons pas trouvé d'indices concernant une influence possible du profil des joueurs sur leur estimation de la difficulté. Cela semble être en contradiction avec les études sur l'excès de confiance, et certains aspects de notre expérimentation peuvent éclaircir ces différences.

Dans une étude de terrain conduite auprès de professionnels de la finance, Barber and Odean [2001] ont montré que l'excès de confiance dans les opérations boursières pouvait notamment s'expliquer par le genre des participants ; les hommes auraient ainsi une tendance à être en excès de confiance et présenteraient moins d'aversion au risque que les femmes. Nous n'avons pas observé de tels résultats dans notre expérimentation. Cette discordance peut s'expliquer par les spécificités de notre protocole d'évaluation comparé au leur. Tout d'abord, l'âge médian des participants de notre expérience est de 15 ans, là où celui de la leur est de 50 ans. Ensuite, leurs participants bénéficiaient d'une certaine expertise dans l'investissement, alors que les nôtres ignoraient totalement le contenu des jeux avant de commencer l'expérimentation. Finalement, nos tâches sont très abstraites comparativement à celles étudiées par Barber and Odean [2001], elles sont moins disposées à induire un biais culturel lié aux différences de genre.

L'aversion au risque est aussi une variable déterminante dans l'excès de confiance [Stone 1994; Johnson and Fowler 2011]. Cependant, nous n'avons pas trouvé d'influence du risque sur l'erreur d'estimation de la difficulté. Contrairement aux études de Stone [1994] et Johnson and Fowler [2011], l'âge de nos participants est bien plus jeune. De plus, nos questionnaires permettant de mettre en évidence l'aversion au risque reposent sur du calcul mental, tâches sur lesquelles des jeunes adolescents peuvent être moins efficaces.

Stone [1994] a aussi montré que l'évaluation initiale du sentiment d'efficacité personnelle, c'est-à-dire en préambule de la résolution de la tâche, et quand cette évaluation est positive, les participants avaient tendance à renforcer leur confiance et modifier leur performance en fonction. De tels résultats n'ont pas été trouvés dans notre étude. Dans l'expérimentation de Stone, toutefois, l'évaluation de l'efficacité personnelle est relative à une tâche spécifique. Dans nos jeux, cette évaluation se fait au travers des questionnaires, basés sur ceux de Chen et al. [2001] et Bandura [2006], en amont de l'expérimentation, avant que les joueurs ne prennent connaissance des règles spécifiques de chaque jeu. Néan-

moins, en utilisant la mise moyenne des joueurs comme mesure de leur sentiment d'efficacité personnelle, il existe une relation claire entre le sentiment d'efficacité personnelle, soit à quel point la mise moyenne est élevée, et l'excès de confiance, soit à quel point la mise moyenne moins la mise actuelle est élevée. Ce résultat n'est cependant pas des plus surprenant, puisque la difficulté objective est adaptée à 0,5 pour chaque joueur, suivant le système d'adaptation dynamique de la difficulté. Finalement, nous n'avons pas trouvé de lien entre la mise moyenne et la performance des joueurs.

11.3.3 Limites de l'expérimentation

Il existe quelques limites relatives à notre approche, et à sa mise en place dans le cadre de cette expérimentation, qui sont détaillées dans les sous-sections suivantes.

11.3.3.1 Le système de mise

Notre approche est basée sur l'utilisation d'un système de mise pour mesurer l'erreur d'estimation de la difficulté des joueurs. Ce choix est limité à des tâches spécifiques, où le rythme du jeu peut être associé à une question régulière posée à l'attention du joueur sur ses chances de succès. Il faut aussi noter que la mise n'est pas strictement relative à la confiance. Pour nos jeux, la stratégie optimale est de miser 7 lorsque $D_{\text{objective}} > 0.5$, et 1 lorsque $D_{\text{objective}} < 0.5$. Notre évaluation risque ainsi d'être moins précise qu'une échelle de confiance exprimée sous la forme d'un pourcentage, comme celles utilisées dans les études en psychologie cognitive. De plus, comme précisé en section 11.3.1, le système de mise ne permet pas de faire une distinction claire entre une difficulté subjective basée sur l'effort d'une basée uniquement sur les compétences. De nouvelles expérimentations permettraient de mieux isoler le comportement suivant ces variables de la difficulté. Par exemple, en plus du système de mise, une échelle de confiance telle que celles utilisées dans les études en psychologie cognitive pourrait être ajoutée. Néanmoins, il faut noter qu'elle ne pourra pas, contrairement à la mise, être intégrée au gameplay. L'évaluation réalisée par le joueur risque dès lors d'être plus aléatoire.

11.3.3.2 L'adaptation dynamique de la difficulté

L'adaptation dynamique de la difficulté est un système couramment utilisé dans les jeux vidéo, et il semble probable qu'il puisse avoir une influence sur l'apparition d'un *effet difficile / facile*. Puisque la difficulté s'adapte au niveau du joueur, ce dernier peut se sentir plus confiant quant à l'estimation de ses chances de succès. Cela peut expliquer pourquoi nous observons un *effet facile* plus faible, et un *effet difficile* plus important que si la distribution de la difficulté était générée de manière aléatoire. A ce titre, cette expérimentation montre que, en utilisant un système d'adaptation dynamique de la difficulté, les joueurs semblent développer une confiance plus forte sur deux des trois tâches. Néanmoins, pour arriver à bien cerner l'influence d'un tel système sur la confiance, nous aurions besoin

d'une expérimentation mettant en comparaison les résultats tirés de notre étude avec ceux obtenus sur les mêmes jeux avec des niveaux de difficulté générés aléatoirement.

11.3.3.3 Les facteurs de motivation

La performance du joueur dépend à la fois de la difficulté de la tâche et de l'effort qu'il fournit en vue de la résoudre. Si un joueur n'est pas assez motivé, il peut être capable de réaliser une bonne estimation de la difficulté, mais il jouera moins bien parce qu'il ne veut pas fournir l'effort nécessaire. L'expérience que les joueurs tirent de l'utilisation de jeux vidéo varie énormément suivant leur état émotionnel [Caillois 1958; Juul 2009], touchant aussi bien l'ennui que l'anxiété. De telles émotions doivent être prises en compte lors de prochaines expérimentations. De plus, comme nous l'avons vu en section 9.3.2, seules les tâches relatives à la difficulté motrice et à la difficulté sensorielle induisent un effet de « presque réussi » (*near-miss effect*). Cette impression a peut-être induit chez les joueurs une surestimation de leurs chances de succès concernant le tour suivant [Sundali and Croson 2006; Parke and Griffiths 2006].

11.4 Mise en perspective des résultats des expérimentations

Ce chapitre a décrit notre étude visant à analyser la confiance du joueur au travers de sa perception de la difficulté du jeu. Ce travail s'appuie sur une méthodologie basée sur des recherches en psychologie cognitive concernant l'excès de confiance, et en psychophysique relatives à la difficulté ressentie. Notre expérimentation nous a ainsi permis de proposer une méthode d'évaluation de la difficulté subjective dans le cas de jeux vidéo.

Les résultats de l'expérimentation ont montré l'efficacité de notre approche pour estimer la difficulté objective, le modèle à effets mixtes nous permettant de prendre en compte plus facilement les différences entre les joueurs. La capacité de prédiction du modèle va de 61% pour la tâche motrice, à 70% pour les autres. L'estimation de la difficulté objective est cohérente avec le système d'adaptation dynamique de la difficulté, montrant une convergence de la difficulté objective vers 0,5 pour les groupes de joueurs, et ce quelque soit leur niveau. Nous notons aussi la présence d'un effet relatif à l'apprentissage du joueur, représenté par un effet négatif du temps sur la difficulté objective pour une valeur spécifique du paramètre de difficulté. L'effet relatif à l'apprentissage est particulier à chaque tâche, avec un effet plus important pour la tâche de logique.

Ces résultats ont ainsi confirmé l'existence d'une évaluation surréaliste des joueurs concernant leurs chances d'échouer à une tâche. Plus précisément, les joueurs semblent être toujours en excès de confiance, à l'exception des niveaux de difficulté les plus bas pour les tâches concernant la difficulté motrice et la difficulté logique. Un important

effet difficile a été observé pour ces deux tâches, sans pour autant qu'il n'y ait un quelconque *effet facile* significatif pour l'ensemble des jeux.

Nous pensons que cet excès de confiance peut être attribué par le fait que nos tâches sont des jeux vidéo, et ce pour trois raisons. Tout d'abord, les joueurs savent que les jeux sont conçus selon une progression qui implique qu'ils peuvent finir, éventuellement, par en maîtriser le fonctionnement. Ensuite, toujours parce que les jeux présentent une progression, il est attendu que les joueurs s'améliorent au fur et à mesure des parties. Finalement, l'utilisation d'un système d'adaptation de la difficulté en fonction du niveau des joueurs peut renforcer ces deux aspects. A ce titre, l'absence d'un *effet difficile* pour la tâche sensorielle peut s'expliquer d'un point de vue de la conception même du jeu : l'évaluation de la difficulté est réalisée après que le joueur a commencé la partie, ce qui lui permet d'obtenir plus d'informations pour évaluer au mieux sa performance.

D'autres expérimentations vont être conduites dans le but d'améliorer notre perception de la difficulté dans un jeu vidéo, et en particulier sur la manière dont cette perception peut être biaisée. Pour mieux apprécier l'impact du système d'adaptation de la difficulté sur *l'effet difficile / facile*, nous prévoyons de comparer les résultats obtenus jusqu'ici à ceux d'une deuxième expérimentation focalisée sur l'utilisation d'un système de gestion aléatoire de la difficulté au cours de la partie. Avec ce système, nous cherchons aussi à vérifier l'influence des tours précédents sur l'appréciation de la difficulté par le joueur. Un système d'adaptation de la difficulté au niveau du joueur implique une relation d'ordre temporelle entre l'évolution de la difficulté d'un tour à un autre, ce qui nous empêche de bien isoler l'impact d'un précédent échec ou succès sur le comportement du joueur à venir.

Un autre expérimentation prévoit aussi d'étudier l'influence de courbes fixes de la difficulté, en vue d'analyser l'impact de rythmes spécifiques de la progression sur le jugement du joueur. Par extension, il est aussi possible d'y intégrer notre mécanique de changement de rôle en vue de développer une posture réflexive. Le meneur de jeu aurait pour objectif de manipuler la courbe de difficulté en vue de placer l'autre joueur en excès de confiance. Au bout de quelques parties, les deux joueurs échangeraient finalement leurs places et il serait alors possible d'observer si leur jugement finit par se calibrer.

Nous prévoyons aussi d'étudier l'influence des feedbacks sur l'évaluation de la difficulté par le joueur. Comme précisé dans la section 1.2.4, recevoir des retours continus sur sa performance implique de ré-évaluer son jugement au cours d'une tâche, ce qui permet de mieux évaluer sa prise de décision [Arkes et al. 1987]. Ce type de feedback est intrinsèque au fonctionnement des échanges entre hommes et machines, et en particulier en ce qui concerne les jeux vidéo. Etudier leur influence nécessite de distinguer les *feedback positifs* des *feedback négatifs*, conçus dans le cadre des jeux pour accroître l'incertitude relative à la finalité d'une situation de jeu [Caillois 1958; Costikyan 2013], ce qui permet d'améliorer le plaisir de jeu, comme précisé en section 2.1.3.

En se plaçant sous l'angle de la conception des jeux, l'existence d'un *effet difficile* présente à la fois des avantages et des inconvénients. *L'effet difficile* est une conséquence positive de l'introduction de mécaniques influençant la motivation du joueur : si le joueur croit en ses chances de succès, il est d'autant plus motivé à jouer. Toutefois, avoir des joueurs qui pensent qu'un défi est plus facile qu'il ne l'est peut aussi induire chez eux une certaine frustration, et ce surtout lorsque la difficulté dudit défi est très élevée. Les joueurs risquent d'échouer régulièrement sur des défis qu'ils pensaient réussir. Les facteurs de motivation relatifs au décalage entre la difficulté subjective et objective nécessitent donc d'être étudiés plus en détail.

Nous pensons finalement améliorer l'étude du comportement en l'augmentant d'une mesure de l'effort mental nécessaire au joueur pour résoudre une tâche donnée, en utilisant des outils comme l'*eye tracking* pour évaluer la charge cognitive face à une interface numérique [Goldberg and Kotval 1999], et ce en particulier pour les tâches relatives à des problèmes de logique et de mémoire qui ont fait l'objet d'études plus détaillées [Klingner et al. 2011].

Conclusion

Le travail de thèse présenté ici a permis d'étudier certains mécanismes du jugement du joueur face à des variables de jeu spécifiques. Ces mécanismes concernent l'évaluation de la qualité de l'information par le joueur selon le poids et la force de chacune, d'une part, et l'évaluation de la difficulté du jeu, d'autre part. Notre problématique a consisté à mettre en évidence la présence de biais de jugement chez le joueur, en vue de le placer en situation d'échec pour le conduire à reconsidérer la manière dont il a pris une décision, et comment cette décision a pu être biaisée. Cette dimension réflexive est rendue possible par l'utilisation d'une mécanique de jeu, le changement de rôle, permettant au joueur de changer de perspective sur sa progression et, à terme, son jugement d'une situation de jeu.

Les trois premiers chapitres ont présenté la revue de littérature relative à la fois aux études du jugement humain en situation d'incertitude, et aux enjeux et problématiques de conception de jeux vidéo, notamment ceux utilisés pour la formation à la prise de décision. Nous avons choisi de nous focaliser sur les travaux du programme de recherche « heuristiques et biais » parce qu'il offre dans le même temps une approche descriptive pertinente du raisonnement humain, via les heuristiques de jugement, ainsi qu'une méthodologie d'étude des heuristiques susnommées. L'erreur de raisonnement, le biais cognitif, sert de marqueur de la présence d'une heuristique et peut en expliciter le fonctionnement. Nous avons ensuite choisi de nous focaliser sur le comportement d'excès de confiance, un comportement critique pour les décideurs mais aussi étudié chez les joueurs. Cibler ce comportement permet donc de faire le lien entre ces études de psychologie cognitive et nos problématiques de conception de jeu, que la finalité du jeu soit sérieuse, comme dans le cadre d'utilisation du jeu pour la formation à la prise de décision, ou purement divertissante, dans l'optique de surprendre le joueur en tirant avantage de ses erreurs de raisonnement. Puisque la confiance excessive peut s'expliquer au travers de nombreux biais cognitifs, il nous est possible de l'utiliser comme démonstrateur des mécanismes du raisonnement humain, mettant ainsi en évidence l'utilisation d'heuristiques du jugement. Plus spécifiquement, nous avons dirigé notre étude sur trois biais cognitifs précis :

- Les biais d'ancrage et d'ajustement et le biais de confirmation, tout deux relatifs aux mécanismes conduisant à un traitement erroné de l'information.
- Le biais de l'effet difficile / facile, relatif aux mécanismes conduisant à une évaluation inexacte de la difficulté.

Nous avons ensuite présenté l'intérêt du jeu, et du jeu vidéo en particulier, pour l'analyse de la prise de décision du joueur. En considérant le joueur comme un décideur, nous présentons une approche de la conception des situations de jeu sous le prisme de la décision, prenant appui sur les études du raisonnement humain mentionnées en amont. Nous avons décrit les éléments caractérisant la prise de décision du joueur, ainsi que le contexte favorisant la prise de décision, en insistant sur l'importance de la gestion de l'incertitude en vue d'améliorer l'engagement du joueur mais aussi d'orienter son jugement. Nous avons

aussi détaillé le fonctionnement des dispositifs vidéoludiques dans la mise en place d'expériences propices à la réflexivité, au travers d'exemples de jeux utilisés dans le cadre de formations.

Vouloir biaiser le jugement du joueur implique de comprendre au mieux les variables et mécaniques de jeu utilisées dans le but d'orienter l'évaluation que le joueur a des informations présentées au cours de la partie. Dans cette optique, nous avons décrit plusieurs méthodes de contrôle du comportement du joueur, illustrées au travers de jeux dont les modalités de prise de décision sont exemplaires du potentiel du médium. Puis nous avons spécifié ces méthodes autour des biais sélectionnés en vue d'expliciter le comportement d'excès de confiance. Ces méthodes nous permettent ainsi de cibler les erreurs de raisonnement relatives au problèmes d'évaluation de l'information par le joueur, via les biais d'ancrage et d'ajustement, ainsi que le biais de confirmation, puis de toucher la perception erronée qu'un individu a de la difficulté réelle d'une tâche, au travers du biais de l'effet difficile / facile.

Suite à cet état de l'art, nous avons présenté notre problématique et les éléments méthodologiques utiles au déroulement de notre recherche. Puisque notre problématique principale est de savoir s'il est possible, par l'utilisation d'un jeu vidéo, de placer le joueur dans une posture plus réflexive sur la manière dont il prend une décision, nous avons scindé notre recherche en deux approches distinctes mais indissociables l'une de l'autre. La première consiste à savoir s'il est possible de biaiser le jugement du joueur, permettant ainsi de pouvoir décrire les heuristiques sous-jacentes à son raisonnement. Nous avons proposé de nous focaliser sur le comportement d'excès de confiance, pour les raisons décrites en amont et détaillées dans la revue de littérature : **existe-t-il dès lors des mécaniques de jeu permettant de placer le joueur en excès de confiance ?** La seconde approche découle de la première ; puisqu'il a été mis en évidence que le joueur a pris, dans un cadre précis, une décision biaisée, il s'agit dorénavant de l'accompagner dans sa compréhension des raisons qui l'ont poussé à prendre une telle décision : **existe t-il ainsi une mécanique de jeu favorisant le développement d'une posture réflexive du joueur concernant son jugement ?**

Nous avons en suivant présenté une méthode de recherche visant à répondre à ces problématiques. Cette méthode s'est articulée autour de deux points clés :

1. Induire chez le joueur un comportement permettant de mettre en évidence ses mécanismes décisionnels.
2. Donner des outils au joueur pour comprendre ces mécanismes au travers des situations de jeu.

Pour induire le comportement d'excès de confiance chez le joueur, nous avons proposé d'étudier l'influence de variables de jeu relatives à l'évaluation de l'information et à celle de la difficulté. Deux expérimentations indépendantes ont cherché, dans un premier temps,

à mesurer le comportement du joueur et la qualité de sa décision. L'une avait pour objectif de mettre en évidence l'influence des biais d'ancrage et d'ajustement, ainsi que du biais de confirmation, sur l'évaluation de l'information ; l'autre de souligner l'influence de l'effet difficile / facile sur l'évaluation de la difficulté du jeu.

Pour aider le joueur à développer une posture plus réflexive sur la manière dont il a pris une décision, nous avons présenté l'utilisation d'une mécanique dite de changement de rôle, couplée à une rejouabilité des situations de jeu. Cette mécanique repose sur la conception d'un gameplay asymétrique, opposant un joueur à un meneur de jeu, dont la particularité de ce dernier est de contrôler le déroulement de l'expérience, et en particulier les variables de jeu associées aux biais de jugement susmentionnés. A la fin d'une partie, le joueur prend le rôle du meneur. Il découvre ainsi par l'expérience comment il est possible d'orienter le jugement d'un autre joueur, et par extension, comment son propre jugement a été biaisé lors de la partie précédente. Cette mécanique de changement de rôle est, quant à elle, intégrée dans une des deux expérimentations en vue d'en évaluer son impact.

Dans l'objectif de mesurer ces comportements, qu'ils soient relatifs à la confiance du joueur ou à son degré de réflexivité, nous proposons l'intégration d'un système de mise au sein des gameplay des jeux. L'objectif est de permettre au joueur de renseigner sa confiance, ou autrement dit, de renseigner son évaluation de ses chances de succès, sans briser la diégèse. Le système est ainsi associé au score du joueur, qui est donc contraint de réaliser une évaluation la plus juste possible pour maximiser ses gains. Le système de mise est inspiré des échelles permettant d'évaluer la confiance utilisées dans les études en psychologie cognitive, et repose sur une échelle de Likert numérotée de 1 à 7.

Deux prototypes de jeu ont été développés pour observer le comportement de la confiance du joueur selon l'évolution de deux variables de jeu distinctes. Le premier, *Detective OS*, avait pour objectif de mesurer l'évaluation du joueur de la qualité de l'information. Il cherche aussi à vérifier l'efficacité de la mécanique de changement de rôle, qui est intégrée au gameplay asymétrique du jeu. Le second prototype, *Sorcerer*, a permis quant à lui de mesurer l'évaluation du joueur des niveaux de difficulté les plus faibles et les plus élevés. Dans les deux cas, la mesure du comportement du joueur se fait au travers du système de mise. Les règles de fonctionnement de chaque jeu, les problématiques de développement ainsi que leurs itérations ont été détaillées dans les chapitres associés.

Detective OS est un jeu d'enquête au gameplay asymétrique, permettant à deux joueurs de s'échanger des informations en vue de résoudre une affaire criminelle. L'enquêteur reçoit les informations du meneur du jeu qui, selon son objectif, doit orienter le jugement de l'enquêteur vers la bonne solution ou l'en éloigner. Dans les deux cas, l'objectif du meneur est d'influer sur la confiance de l'enquêteur au travers d'informations spécifiques, qu'il choisit en fonction de leur poids et force, pour valider une hypothèse donnée. Ce n'est qu'après un nombre suffisant de parties, à savoir trois, que joueur-enquêteur peut devenir

à son tour meneur de jeu. Il découvre ainsi les outils qu'il a à sa disposition pour orienter la confiance d'un autre joueur, le nouvel enquêteur.

Les tests de jouabilité qui ont suivi le développement du prototype ont mis en évidence des problématiques relatives au fonctionnement du jeu et à la mesure de confiance du joueur. Malgré la réalisation d'un prototype papier pour vérifier la jouabilité des règles du jeu, la mécanique d'échange d'information entre les deux joueur, couplée à l'immersion des joueurs dans un univers de fiction, semble avoir rendu difficilement mesurable l'influence relative à l'information. Le joueur qui endosse le rôle de l'enquêteur semblait être plus régulièrement en manque de confiance qu'en excès. Contrairement aux deux exemples de jeux sérieux utilisés pour corriger les biais de jugement [1], nous avons fait le choix d'analyser l'impact des variables de jeu sur le jugement du joueur. Nous n'avons pas utilisé le jeu comme support pédagogique au fonctionnement des biais cognitifs, mais comme véritable lieu d'émergence des biais. Ce faisant, nous avons sous-estimé le nombre de variables parasitant potentiellement notre mesure, ainsi que la modification de la perception des informations par le joueur alors qu'il est placé dans une fiction, s'octroyant un rôle spécifique au sein d'une diégèse. L'impact de la mécanique de changement de rôle n'a, pour ces raisons, pas pu être correctement évalué.

Sorcerer se présente quant à lui comme un programme regroupant trois jeux correspondant aux trois dimensions de la difficulté : *logique*, *sensorielle*, et *motrice*. Comme pour le précédent prototype, le système de mise permet de restituer la perception que le joueur a de ses chances de succès, ou autrement dit dans le cas de ces trois jeux, d'évaluer la difficulté subjective de chacun. L'écart entre cette appréciation de la difficulté, et la difficulté réelle de la tâche, indique si le joueur se trouve en excès de confiance, si son appréciation est supérieure à la difficulté réelle, ou en manque de confiance, si cette appréciation est inférieure à la difficulté objective.

A ce titre, en nous basant sur le modèle de difficulté objective de Levieux [2011] et en utilisant un modèle à effets mixtes, permettant de prendre en compte plus facilement les différences entre les joueurs, nous avons pu vérifier l'évolution de la difficulté pour nos trois jeux. La capacité de prédiction du modèle s'est trouvée particulièrement efficace, et l'estimation de la difficulté objective s'est montrée cohérente avec le système d'adaptation dynamique de la difficulté. Nous avons aussi noté la présence d'un effet relatif à l'apprentissage du joueur, représenté par un effet négatif du temps sur la difficulté objective pour une valeur spécifique du paramètre de difficulté.

Les résultats des expérimentations nous ont permis de confirmer l'existence d'une évaluation surréaliste des joueurs concernant leurs chances d'échouer à une tâche. Plus précisément, les joueurs semblent être en excès de confiance pour les niveaux où la difficulté objective est supérieure à 50% de chances de succès. Cet important *effet difficile* a été

1. A savoir, les jeux *MacBeth* [University of Oklahoma 2013] et *Missing : The Pursuit of Terry Hughes* [Carnegie Mellon University and Leidos Inc. 2014]

observé pour les tâches relatives à la difficulté motrice et à la difficulté logique, sans pour autant qu'il n'y ait un quelconque *effet facile* significatif sur l'ensemble des jeux. Nous pensons que cet excès de confiance peut être attribué par le choix même du médium. Les jeux vidéo sont conçus pour être terminés par les joueurs, et leur difficulté, à terme, maîtrisée. Les joueurs savent donc qu'il n'y a pas de niveaux de difficulté insurmontable dans la majorité des jeux, contrairement à ceux que nous avons conçus pour ces trois tâches. Cette croyance des joueurs peut avoir un impact sur leur motivation. De plus, parce que les jeux présentent une progression, il est attendu que les joueurs s'améliorent au fur et à mesure des parties. Cet aspect peut être aussi être renforcé par l'utilisation d'un système d'adaptation de la difficulté en fonction du niveau de compétence des joueurs.

Nous n'avons cependant pas trouvé d'influences relatives au profil des joueurs sur la perception de la difficulté, et ce contrairement aux études en psychologie cognitive. Nous expliquons ces divergences tout d'abord par l'âge médian des participants à nos expérimentations, qui est considérablement plus faible que celui des études suscitées. Une autre hypothèse repose sur l'influence du média utilisé, puisque nos participants venaient jouer à des jeux vidéo et ne devaient pas résoudre des problèmes associés à leurs domaine d'expertise professionnelle, comme dans le cas des études qui ont mis en évidence le biais de l'effet difficile / facile.

Nous avons ensuite discuté de l'apport des résultats des tests de jouabilité et expérimentations propres à chaque prototype, ainsi que de leur intérêt pour la recherche en IHM. Les résultats peu satisfaisants du premier prototype ont malgré tout été riches d'enseignement. Ils nous permettent de mieux cadrer la conception d'un nouveau jeu dédié à mesurer l'évaluation de la qualité de l'information chez le joueur. L'importance de l'influence du cadre fictionnel, et de ce que cela implique comme posture chez le joueur, sont des variables qui ne peuvent être écartées car elles sont présentes dans tout jeu basé sur une narration forte et complexe. Néanmoins, pour arriver à mieux isoler les effets des biais d'ancrage et d'ajustement ainsi que du biais de confirmation, il est nécessaire dans un premier temps de distinguer cette analyse de celle relative à l'utilisation de la mécanique de changement de rôle. En réservant une expérimentation dédiée à la mesure de l'impact de cette mécanique sur le développement d'une posture réflexive chez le joueur, nous pouvons éviter de surcharger le jugement du joueur par la présence du meneur de jeu. Un nouveau prototype sera ainsi conçu avec un tirage aléatoire des pièces d'information, dans le cadre de séquences de jeu plus courtes, focalisées uniquement sur l'évaluation de l'information même. La narration est ainsi plus circonscrite, et le comportement du joueur pourrait être à même d'être mieux explicité.

Concernant les apports des expérimentations basées sur le prototype dédié à la mesure de la perception de la difficulté, d'autres études vont être conduites pour améliorer nos mesures. Pour mieux apprécier l'impact du système d'adaptation de la difficulté sur l'effet

difficile / facile, nous prévoyons de comparer les résultats obtenus jusqu'ici à ceux d'une deuxième expérimentation focalisée sur l'utilisation d'un système de gestion aléatoire de la difficulté au cours de la partie. Un système d'adaptation de la difficulté au niveau de compétences du joueur implique une relation temporelle entre l'évolution de la difficulté d'un tour à un autre, ce qui nous empêche de bien isoler l'impact d'un précédent échec ou succès sur le comportement du joueur à venir. Avec une difficulté générée aléatoirement, nous cherchons à vérifier l'influence des tours précédents sur l'appréciation de la difficulté par le joueur. Cette nouvelle expérimentation a été menée parallèlement à la rédaction de la thèse, la finalisation de cette dernière nous empêchant de terminer leur traitement et d'intégrer les résultats à ce document.

Par extension, la question de la réflexivité peut aussi être ré-intégrée dans ce prototype. Toujours sous la forme d'un gameplay asymétrique, un second joueur, le meneur, choisirait le niveau de difficulté du jeu auquel un premier joueur doit se confronter. Après un certain nombre de tours de jeu, les deux joueurs échangeraient leur place.

Nous prévoyons aussi d'examiner l'influence des feedbacks sur l'évaluation de la difficulté par le joueur, pouvant le mener à une réévaluation de la qualité de sa prise de décision. Étudier leur influence nécessite de distinguer les *feedback positifs* des *feedback négatifs*, conçus dans le cadre des jeux pour accroître l'incertitude relative à la finalité d'une situation de jeu, améliorant considérablement le plaisir de jeu.

Nous pensons finalement améliorer l'étude du comportement du joueur en l'augmentant d'une mesure de l'effort mental nécessaire au joueur pour résoudre une tâche donnée, en utilisant des outils comme l'*eye tracking* pour évaluer la charge cognitive face à une interface numérique, et ce en particulier pour les tâches relatives à des problèmes de logique et de mémoire.

Pour conclure, l'apport de cette thèse touche, finalement, aussi bien la recherche en IHM qu'en psychologie cognitive, mais aussi en design lorsqu'il s'agit de la conception de jeux. Nous avons tout d'abord proposé une méthode de recherche adressée à la question de la réflexivité induite par l'activité de jeu et se focalisant sur la compréhension des mécanismes de décision. A l'échelle de la conception de jeu, nous avons proposé l'utilisation d'une mécanique de changement de rôle en vue de permettre l'émergence d'une posture réflexive, dont l'effet n'a cependant pas pu être vérifié. Nous avons ensuite introduit l'utilisation d'un système de mise pour mesurer la confiance du joueur en ses décisions. L'intérêt de cette échelle a été démontré dans l'utilisation du deuxième prototype, pour mesurer l'évaluation subjective de la difficulté du jeu. Par extension, nous avons montré l'existence d'un écart entre la difficulté objective d'un jeu et la difficulté subjective, pour les niveaux de difficulté les plus élevés. Nous concluons ainsi que pour ces niveaux de difficulté, les joueurs sont en excès de confiance quant à l'estimation de leurs chances de succès. Ces résultats prolongent aussi dans le même temps des recherches pré-existantes réalisées au sein du laboratoire relatives à la mesure de la difficulté objective dans des jeux vidéo. Notre thèse s'inscrit donc

dans le prolongement de ces réflexions, tout en ouvrant une voie sur un champ d'étude focalisé sur l'analyse du jugement du joueur et des biais de décision sous-jacents. Le travail de recherche à venir viendra préciser les études réalisées jusqu'ici, et cherchera à se focaliser sur d'autres variables de jeu connexes à la difficulté, comme la motivation ou la charge de travail du joueur face à des situations de jeu spécifiques.

Bibliographie

Clark C. Abt. *Serious Games.* Viking Press, New York, N.Y, USA, 2 edition, 1970. ISBN 0819161489.

Ernest Adams. *Fundamentals of Game Design.* New Riders, Berkeley, CA, USA, 2 edition, 2007. ISBN 978-0321929679.

Daniel Afergan, Evan M Peck, Erin T Solovey, Andrew Jenkins, Samuel W Hincks, Eli T Brown, Remco Chang, and Robert J K Jacob. Dynamic Difficulty Using Brain Metrics of Workload. In Matt Jones and Philippe Palanque, editors, *CHI '14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 3797–3806, Toronto, Ontario, Canada, 2014. ACM New York, NY, USA. ISBN 9781450324731.

AK Interactive Co. Ltd. Gersang : The Great Merchant, 2002.

Thibault Allart, Guillaume Levieux, Michel Pierfitte, Agathe Guilloux, and Stéphane Natkin. Difficulty Influence on Motivation over Time in Video Games using Survival Analysis. In *Proceedings of Foundation of Digital Games*, Cap Cod, MA, USA, 2017. ISBN 9781450335423. doi : 10.475/123.

Julian Alvarez. *Du jeu vidéo au serious game. Approches culturelle, pragmatique et formelle.* PhD thesis, Université Toulouse le Mirail, Toulouse, France, dec 2007.

Julian Alvarez and Damien Djaouti. *Introduction au Serious Game.* Questions Théoriques, Paris, France, 1 edition, 2010.

Daniel Andler. Logique, raisonnement et psychologie. In Daniel Andler, editor, *Introduction aux sciences cognitives*, pages 31–405. Gallimard, Paris, France, 1 edition, 2004.

Daniel Andler, Anne Fagot-Largeault, and Bertrand Saint-Sernin. *Philosophie des sciences I.* Folio Essais, Paris, France, 1 edition, 2002. ISBN 2070418669.

Gustavo Andrade, Geber Ramalho, Hugo Santana, and Vincent Corruble. Extending Reinforcement Learning to Provide Dynamic Game Balancing. In David W. Aha, Hector Muñoz-Avila, and Michael van Lent, editors, *Reasoning, Representation, and Learning in Computer Games :Proceedings of the IJCAI Workshop*, number July, pages 7–12, Edinburgh, Scotland, 2005. Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence.

Maria-Virginia Aponte, Guillaume Levieux, and Stéphane Natkin. Difficulty in Videogames : An Experimental Validation of a Formal Definition. In Teresa Romão, editor, *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2011*, pages 1–18, Lisbon, Portugal, 2011. ACM New York, NY, USA.

Hal R. Arkes, Caryn Christensen, Cheryl Lai, and Catherine Blumer. Two methods of reducing overconfidence. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 39 : 133–144, 1987.

Hal R. Arkes, David Faust, Thomas J. Guilmette, and Kathleen Hart. Eliminating the hindsight bias. *Journal of Applied Psychology*, 73(2) :305–307, 1988.

David Arnott. Cognitive biases and decision support systems development : a design science approach. *Information Systems Journal*, 16(1) :55–78, 2006.

Albert Bandura. Self-efficacy : Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2) :191–215, 1977. ISSN 0033295X. doi : 10.1037/0033-295X.84.2.191.

Albert Bandura. Guide for constructing self-efficacy scales. In Tim Urdan and Frank Pajares, editors, *Self-efficacy beliefs of adolescents*, chapter 14, pages 307–337. Information Age Publishing, Charlotte, USA, 1 edition, 2006. ISBN 1-59311-367-6.

B M Barber and T Odean. Boys will be boys : Gender, overconfidence, and common stock investment. *Quarterly Journal of Economics*, 116(1) :261–292, 2001. ISSN 0033-5533. doi : 10.1162/003355301556400.

Jonathan Baron. *Thinking and Deciding*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 4 edition, 2008. ISBN 9780521862073.

Isabelle Barth and Isabelle Géniaux. Former les futurs managers à des compétences qui n'existent pas : les jeux de simulation de gestion comme vecteur d'apprentissage. *Management & Avenir*, 6(36) :316–339, 2010.

Richard Bartle. Hearts, clubs, diamonds, spades : Players who suit MUDs. *Journal of MUD Research*, 1(1), 1996.

Chris Bateman and Rebecca Lowenhaupt. Player Typology in Theory and Practice. In *Proceedings of DiGRA 2011 Conference : Think Design Play*, Hilversum, the Netherlands, 2011.

Douglas Bates, Martin Mächler, Benjamin M. Bolker, and Steven C. Walker. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1) :1–48, 2015. ISSN 1548-7660. doi : 10.18637/jss.v067.i01.

Véronique Bessière. Excès de confiance des dirigeants et décisions financières : une synthèse. *Finance Contrôle Stratégie*, 10 :39–66, 2007.

Black Isle Studios. Fallout, 1997.

Jonathan Blow and Thekla Inc. The Witness, 2016.

Gillie Bolton. Reflection and Reflexivity : What and Why. In *Reflective Practice : Writing and Professional Development*, chapter 1, pages 1–24. Sage Publications, London, UK, 3 edition, 2009. ISBN 9781848602120.

Oswald Borg, Gunnar Bratfisch, and Stanislav Dornic. On the problems of perceived difficulty. *Scandinavian Journal of Psychology*, 12(2) :249–260, 1971. ISSN 0036-5564. doi : 10.1111/j.1467-9450.1971.tb00628.x.

David Boud, Rosemary Keogh, and David Walker, editors. *Reflection : Turning Experience into Learning*. Routledge, New York, N.Y, USA, 1 edition, 1985.

Roger Caillois. *Les jeux et les hommes : le masque et le vertige*. Gallimard, Paris, France, 2 edition, 1958. ISBN 978-2070326723.

Capcom Production Studio 4. Pheonix Wright : Ace Attorney, 2005.

Carnegie Mellon University and Leidos Inc. Missing : The Pursuit of Terry Hughes, 2014.

Gilad Chen, Stanley M. Gully, and Dov Eden. Validation of a New General Self-Efficacy Scale. *Organizational Research Methods*, 4(1) :62–83, 2001. ISSN 1094-4281. doi : 10.1177/109442810141004.

H-M Chen and Y. Lin. A video game-based training mode for decision making in construction project control and management. In Walid Tizani, editor, *International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, Nottingham, Royaume-Uni, 2010. University of Nottingham.

Thomas Constant. Les personnages médiateurs : Caractéristiques et fonctionnalités des personnages de jeux vidéo pour l'apprentissage. Technical report, Université Sorbonne Nouvelle, Paris, France, 2011.

Thomas Constant and Jérome Dupire. L'expérience émancipatrice : le rôle des personnages médiateurs dans l'émergence d'une attitude réflexive chez le joueur / apprenant. In *GSALF 2012*, Paris, France, 2012.

Core Design. Tomb Raider The Last Revelation, 1999.

Greg Costikyan. I Have No Words but I Must Design : Toward a Critical Vocabulary for Games. In Frans Mäyrä, editor, *Computer Games and Digital Cultures Conference*, pages 9–33, Tampere, Finlande, 2002. Tampere University Press.

Greg Costikyan. *Uncertainty in Games*. MIT Press, Cambridge, USA, 1 edition, 2013. ISBN 9780262018968.

Chris Crawford. *The Art of Computer Game Design*. McGraw-Hill Osborne Media, Berkeley, CA, USA, 1 edition, 1982.

Andrew Critch and Zachary Alethia. The Credence Game, 2012.

Rachel Croson and James Sundali. The gambler's fallacy and the hot hand : Empirical data from casinos. *Journal of Risk and Uncertainty*, 30(3) :195–209, 2005. ISSN 08955646. doi : 10.1007/s11166-005-1153-2.

Mihaly Csikszentmihalyi. *Vivre : la psychologie du bonheur*. Pocket, Paris, France, 1 edition, 2004.

Ann L. Cunliffe. Reflexivity, learning and reflexive practice. In Steve J. Armstrong and Cynthia V. Fukami, editors, *The SAGE handbook of management learning, education and development*, chapter 21, pages 405–418. Sage Publications, London, UK, 1 edition, 2009.

Didier Delignières. La difficulté en escalade. Proposition d'une approche psychophysique. In Charles Dupuy, editor, *Escalade, Actes du Colloque E.N.S.A. Chamonix*, pages 281–285, Chamonix, France, 1991. INSEP.

Didier Delignières. Perception de la difficulté et nature de la tâche. *Science et Motricité*, 23 :39–47, 1994.

Didier Delignières and Jean-Pierre Famose. Perception de la difficulté, entropie et performance. *Science & Sports*, 7 :245–252, 1992.

Didier Delignières, Jeanick Brisswalter, and Patrick Legros. Influence of physical exercise : on choice reaction time in sport experts : the mediating role of resource allocation. *Journal of Human Movement Studies*, 27 :173–188, 1994a.

Didier Delignières, Jean Pierre Famose, and Jacques Genty. Validation d'une échelle de catégories pour la perception de la difficulté. *Revue S.T.A.P.S.*, 34 :77–88, 1994b.

Damien Djaouti. *Serious Game Design Considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire*. PhD thesis, Université de Toulouse III, Toulouse, France, Toulouse, France, nov 2011.

Tristan Donovan. *Replay : The history of Video Games*. Yellow Ant, 1 edition, 2010. ISBN 9780956507204.

Norah E. Dunbar, Claude H. Miller, Bradley J. Adame, Javier Elizondo, Scott N. Wilson, Stephanie G. Schartel, Brianna Lane, Abigail Allums Kauffman, Sara Straub, Judee K. Burgoon, Joseph Valicich, Elena Bessarabova, Matthew L. Jensen, Jeffrey Jenkins, Jun Zhang, and Dallas Morrison. Mitigation of Cognitive Bias Through the Use of a Serious Game. In *Games Learning Society annual conference*, Madison, WI, 2013a.

Norah E. Dunbar, Claude H. Miller, Bradley J. Adame, Javier Elizondo, Scott N. Wilson, Stephanie G. Schartel, Brianna Lane, Abigail Allums Kauffman, Sara Straub, Judee K. Burgoon, Joseph Valicich, Elena Bessarabova, Matthew L. Jensen, Jeffrey Jenkins, Jun Zhang, and Dallas Morrison. Macbeth : The Development of a Serious Game for the Mitigation of Cognitive Bias. In *ICA Convention*, London, UK, 2013b.

Jérome Dupire, Jean-Marc Labat, and Stéphane Natkin. Jeu sérieux, révolution pédagogique ou effet de mode ? *Revue d'intelligence artificielle*, 25(2), 2011.

David Edery and Ethan Mollick. *Changing the game : how video games are transforming the future of business*. Financial Times / Prentice Hall, New York, N.Y, USA, 1 edition, 2008. ISBN 978-0132171472.

Epic Games. Unreal Tournament, 1999.

Epistemic Games. Land Science, 2012.

Mary E. Fendley. *Human Cognitive Biases and Heuristics in Image Analysis*. A dissertation submitted in pa rtial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy, Wright State University, 2009.

Lauren S. Ferro, Steffen P. Walz, and Stefan Greuter. Towards personalised, gamified systems : an investigation into game design, personality and player typologies. In Stefan Greuter, Christian McCrea, Florian Mueller, Larissa Hjorth, and Deborah Richards, editors, *IE '13 Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment : Matters of Life and Death*, pages 1–6, Melbourne, VIC, Autralia, 2013. ACM New York, NY, USA. ISBN 9781450322546.

Baruch Fischhoff. Debiasing. In Daniel Kahneman, Amos Tversky, and Paul Slovic, editors, *Judgment under uncertainty : Heuristics and biases*, chapter 31, pages 422–444. Cambridge University Press, Cambridge, USA, 1 edition, 1982.

Baruch Fischhoff, Paul Slovic, and Sarah Lichtenstein. Knowing with certainty : The appropriateness of extreme confidence. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 3(4) :552–564, 1977. ISSN 0096-1523. doi : 10.1037/ /0096-1523.3.4.552.

Paul M. Fitts. The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6) :381–391, 1954. ISSN 0022-1015. doi : 10.1037/h0055392.

John M. Flach, Gary Klein, and Elizabeth T. Whitaker. Approaches to cognitive bias in serious games for critical thinking. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 56th annual meeting*, pages 272–276, Santa Monica, USA, 2012. Human Factors and Ergonomics Society, Inc. doi : 10.1177/1071181312561064.

John H. Flavell. Metacognition and cognitive monitoring : A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10) :906–911, 1979. ISSN 0003-066X. doi : 10.1037//0003-066X.34.10.906.

Shane Frederick. Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic perspectives*, 19(4) :25–42, dec 2005. ISSN 0895-3309. doi : 10.1257/089533005775196732.

Frogwares. Le Testament de Sherlock Holmes, 2012.

Frogwares. Sherlock Holmes : Crimes & Punishments, 2014.

Tracy Fullerton. *Game Design Workshop : A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. CRC Press, New York, N.Y, USA, 2 edition, 2008. ISBN 978-0240809748.

James Paul Gee. *What video games have to teach us about learning and literacy*, volume 1. Palgrave Macmillan Trade, New York, N.Y, USA, 1 edition, 2003. doi : 10.1145/950566.950595.

James Paul Gee. *Good video games + good learning*. Peter Lang International Academic Publishers, New York, USA, 1 edition, 2007.

Joey F George, Kevin Duffy, and Manju Ahuja. Countering the anchoring and adjustment bias with decision support systems. *Decision Support Systems*, 29(2) :195–206, aug 2000. ISSN 01679236. doi : 10.1016/S0167-9236(00)00074-9.

Gerd Gigerenzer. How to Make Cognitive Illusions Disappear : Beyond "Heuristics and Biases". *European Review of Social Psychology*, 2(1) :83–115, jan 1991. ISSN 1046-3283. doi : 10.1080/14792779143000033.

Gerd Gigerenzer. On narrow norms and vague heuristics : A reply to Kahneman and Tversky. *Psychological Review*, 103(3) :592–596, 1996. ISSN 0033-295X. doi : 10.1037//0033-295X.103.3.592.

Gerd Gigerenzer and Wolfgang Gaissmaier. Heuristic decision making. *Annual review of psychology*, 62 :451–82, jan 2011. ISSN 1545-2085. doi : 10.1146/annurev-psych-120709-145346.

Gerd Gigerenzer, Peter M. Todd, and The ABC Research Group, editors. *Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press, New York, N.Y, USA, 1 edition, 1999. ISBN 0195121562.

Thomas Gilovich, Robert Vallone, and Amos Tversky. The hot hand in basketball : On the misperception of random sequences. *Cognitive Psychology*, 17(3) :295–314, jul 1985. ISSN 00100285. doi : 10.1016/0010-0285(85)90010-6.

Joseph H. Goldberg and Xerxes Kotval. Computer interface evaluation using eye movements : Methods and constructs Computer interface evaluation using eye movements : methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(November 2015) :631–645, 1999. doi : 10.1016/S0169-8141(98)00068-7.

Adam S. Goodie. The role of perceived control and overconfidence in pathological gambling. *Journal of Gambling Studies*, 21(4) :481–502, 2005. ISSN 10505350. doi : 10.1007/s10899-005-5559-1.

Gary Grady, Suzanne Goldberg, and Raymond Edwards. Sherlock Holmes : Détective Conseil, 2011.

Dale Griffin and Amos Tversky. The weighing of evidence and the determinants of confidence. *Cognitive psychology*, 411435 :411–435, 1992.

Mark D. Griffiths. The role of cognitive bias and skill in fruit machine gambling. *British Journal of Psychology*, 85 :351–369, 1994. ISSN 00071269. doi : 10.1111/j.2044-8295.1994.tb02529.x.

Emmanuel Guardiola. *Méthode de game design pour la création d'un profil psychologique du joueur*. Informatique, Conservatoire National des Arts et Métiers, 2014.

Emmanuel Guardiola, Stéphane Natkin, Delphine Soriano, Even Loarer, and Pierre Vrignaud. Du jeu utile au jeu sérieux : un exemple le projet JEU SERAI. *Hermes, La revue*, 62 :85–92, 2012.

Chris Haney and Scott Abbott. Trivial Pursuit, 1979.

Robin M. Hogarth. *Judgement and Choice*. Wiley, Tiptree, UK, 2 edition, 1998. ISBN 0471914797.

Charles A. Holt and Susan K. Laury. Risk aversion and incentive effects. *The American Economic Review*, 92(5) :1644–1655, 2002. ISSN 00028282. doi : 10.1257/000282802762024700.

Johan Huizinga. *Homo ludens, Essai sur la fonction sociale du jeu*. Gallimard, Paris, France, 2 edition, 1988. ISBN 2070712796.

Robin Hunicke. The Case for Dynamic Difficulty Adjustment in Games. In Newton Lee, editor, *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology - ACE '05*, pages 429–433, Valencia, Spain, 2005. ACM New York, NY, USA. ISBN 1595931104. doi : 10.1145/1178477.1178573.

Robin Hunicke, Marc LeBlanc, and Robert Zubeck. MDA : A Formal Approach to Game Design and Game Research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, San Jose, CA, USA, 2004. AAAI Press.

id Software. Doom, 1993.

id Software. Doom, 2016.

Imaginary. Mirror, 2011.

Dominic D. P. Johnson and James H. Fowler. The evolution of overconfidence. *Nature*, 477(7364) :317–20, sep 2011. ISSN 1476-4687. doi : 10.1038/nature10384.

Jesper Juul. *Half-Real : Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*. The MIT Press, Cambridge, UK, 1 edition, 2005. ISBN 0262516519.

Jesper Juul. *A Casual Revolution : Reinventing Video Games and Their Players*. MIT Press, Cambridge, USA, 1 edition, 2009.

Jesper Juul. *The Art of Failure*. The MIT Press, Cambridge, USA, 1 edition, 2013.

Daniel Kahneman. A perspective on judgment and choice : mapping bounded rationality. *The American psychologist*, 58(9) :697–720, sep 2003. ISSN 0003-066X. doi : 10.1037/0003-066X.58.9.697.

Daniel Kahneman. *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, New York, USA, macmillan edition, 2011. ISBN 0374275637.

Daniel Kahneman. *Système 1 / Système 2 : Les deux vitesses de la pensée*. Flammarion, Paris, France, 1 edition, 2012. ISBN 2081211475.

Daniel Kahneman and Shane Frederick. Representativeness Revisited : Attribute Substitution in Intuitive Judgment. In Thomas Gilovich, Dale Griffin, and Daniel Kahneman, editors, *Heuristics and Biases The Psychology of Intuitive Judgment*, chapter 2, pages 49–81. Cambridge University Press, Cambridge, USA, 1 edition, 2002.

Daniel Kahneman and Aamos Tversky. On the psychology of prediction. *Psychological review*, 80(4) :237–251, 1973.

Daniel Kahneman and Amos Tversky. Subjective probability : A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3(3) :430–454, 1972.

Daniel Kahneman and Amos Tversky. Judgment under Uncertainty : Heuristics and Biases. *Science (New York, N.Y.)*, 185(4157) :1124–31, sep 1974. ISSN 0036-8075. doi : 10.1126/science.185.4157.1124.

Daniel Kahneman and Amos Tversky. Intuitive prediction : Biases and corrective procedures. Technical report, DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency, Eugene, Oregon, USA, 1977.

Daniel Kahneman and Amos Tversky. Judgments of and by representativeness. In Daniel Kahneman, Amos Tversky, and Paul Slovic, editors, *Judgment under uncertainty : Heuristics and biases*, chapter 6, pages 84–98. Cambridge University Press, New York, N.Y, USA, 1 edition, 1982.

Daniel Kahneman and Amos Tversky. On the reality of cognitive illusions. *Psychological review*, 103(3) :582–91 ; discusion 592–6, jul 1996. ISSN 0033-295X.

Gideon Keren. Facing uncertainty in the game of bridge : A calibration study. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 39(1) :98–114, feb 1987. ISSN 07495978. doi : 10.1016/0749-5978(87)90047-1.

Gideon Keren. On The Calibration of Probability Judgments : Some Critical Comments and Alternative Perspectives. *Journal of Behavioral Decision Making*, 10(3) : 269–278, sep 1997. ISSN 0894-3257. doi : 10.1002/(SICI)1099-0771(199709)10:3<269::AID-BDM281>3.0.CO;2-L.

Bokyeong Kim, Hyungsung Park, and Youngkyun Baek. Not just fun, but serious strategies : Using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, 52(4) :800–810, may 2009. ISSN 03601315. doi : 10.1016/j.compedu.2008.12.004.

Joshua Klayman and Jack B. Soll. Overconfidence : It depends on how, what, and whom you ask. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 79(3) :216–247, 1999.

Gary Klein. *Streetlights and shadows : Searching for the keys to adaptive decision making*. MIT Press, New York, N.Y, USA, mit press edition, 2009. ISBN 9780262013390.

Gary Klein and David Klinger. Naturalistic decision making. *Human Systems IAC Gateway*, 9(1) :16–19, jun 1991. ISSN 0018-7208.

Gary Klein, Judith Orasanu, Roberta Calderwood, and Caroline E. Zsambok, editors. *Decision making in action : Models and methods*. Ablex Publishing Corporation, Norwood, New Jersey, USA, 1993. ISBN 089391794X.

Chris Klimas. Twine, 2009.

Jeff Klingner, Barbara Tversky, and Pat Hanrahan. Effects of visual and verbal presentation on cognitive load in vigilance, memory, and arithmetic tasks. *Psychophysiology*, 48 :323–332, 2011. ISSN 0048-5772 SRC - GoogleScholar FG - 0.

Asher Koriat, Sarah Lichtenstein, and Baruch Fischhoff. Reasons for confidence. *Journal of Experimental Psychology : Human learning and memory*, 6(2) :107–118, 1980. doi : 10.1037/0278-7393.6.2.107.

KTM Advance. Entretien de Carrière, 2015.

David Kushner. *Masters of Doom : how two guys created an empire and transformed pop culture*. Random House Trade Paperbacks, 1 edition, 2004. ISBN 0812972155.

Ellen J. Langer. The illusion of control. *Journal of personality and social psychology*, 32 (2) :311–328, 1975. ISSN 0022-3514. doi : 10.1037/0022-3514.32.2.311.

Petri Lankoski and Staffan Björk. *Game Research Methods : An Overview*. ETC Press, 1 edition, 2015. ISBN 978-1-312-88474-8.

Richard P Larrick, Derek J Koehler, and Nigel Harvey. Debiasing. In Derek J. Koehler and Nigel Harvey, editors, *Blackwell Handbook of Judgment and Decision Making*, chapter 16, pages 316–337. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, blackwell edition, 2004. ISBN 978-1405157599.

Valérie Lavergne Boudier and Yves Dambach. *Serious game, la révolution pédagogique*. Hermès, Paris, France, 1 edition, dec 2010. ISBN 978-2746225855.

Nicole Lazzaro. Why We Play Games : Four Keys to More Emotion Without Story. *Game Developer Conference (GDC)*, pages 1–8, 2004. ISSN 1932-4553. doi : 10.1111/j.1464-410X.2004.04896.x.

Guillaume Levieux. *Mesure de la difficulté dans les jeux vidéo*. Thèse, Conservatoire National des Arts et Métiers CNAM Paris, 2011.

Sarah Lichtenstein and Baruch Fischhoff. Do those who know more also know more about how much they know ? *Organizational Behavior and Human Performance*, 20 :159–183, 1977.

Sarah Lichtenstein, Baruch Fischhoff, and Lawrence D. Phillips. Calibration of probabilities : The state of the art to 1980. In *Judgment under uncertainty : Heuristics and biases*, chapter 22, pages 306–334. Cambridge University Press, Cambridge, USA, 1 edition, 1982.

Jakob Linnet, Line Gebauer, Howard Shaffer, Kim Mouridsen, and Arne Moller. Experienced poker players differ from inexperienced poker players in estimation bias and decision bias. *Journal of Gambling Issues*, 1(24) :86–100, 2010. doi : 10.4309/2010.24.6.

LucasArts. Monkey Island 2 : LeChuck's Revenge, 1991.

Thomas M. Malaby. Beyond Play : A New Approach to Games. *Games and Culture*, 2 (2) :95–113, apr 2007. ISSN 1555-4120. doi : 10.1177/1555412007299434.

Thomas W. Malone. What makes things fun to learn ? A study of intrinsically motivating computer games. Technical report, Stanford University, Stanford, USA, 1980.

Thomas W. Malone. Heuristics for designing enjoyable user interfaces : Lessons from computer games. *Proceedings of the 1982 conference on Human factors in computing systems*, pages 63–68, 1982. doi : 10.1145/800049.801756.

Bertrand Marne. Articuler motivation et apprentissage grâce aux facettes du jeu sérieux. In *Actes de la conférence EIAH 2011 (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)*, Université Pierre et Marie Curie, Paris, may 2011.

Edmund McMillen. The Binding of Isaac, 2011.

Jordan Mechner and Smoking Car Productions. The Last Express, 1997.

Sid Meier. Interesting Decisions. In *Game Developers Conference 12*, San Francisco, CA, USA, 2012. GDC Vault.

Sid Meier and MicroProse. Sid Meier's Pirates !, 1987.

Sid Meier and MicroProse. Sid Meier's Covert Action, 1990.

Sid Meier, Bruce Shelley, and MicroProse. Sid Meier's Civilization, 1991.

Microsoft. Microsoft Visio, 2016.

Midway Games. Doom 64, 1997.

K. C. Mishra and Mary J. Metilda. A study on the impact of investment experience, gender, and level of education on overconfidence and self-attribution bias. *IIMB Management Review*, 27(4) :228–239, 2015. ISSN 09703896. doi : 10.1016/j.iimb.2015.09.001.

Don A. Moore and Paul J Healy. The Trouble with Overconfidence. *Psychological review*, 115(2) :502–17, apr 2008. ISSN 0033-295X. doi : 10.1037/0033-295X.115.2.502.

Trevor T. Moores and Jerry Cha Jan Chang. Self-efficacy, overconfidence, and the negative effect on subsequent performance : A field study. *Information and Management*, 46 : 69–76, 2009. ISSN 03787206. doi : 10.1016/j.im.2008.11.006.

Shinichi Nakagawa and Holger Schielzeth. A general and simple method for obtaining R2 from generalized linear mixed-effects models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(2) : 133–142, 2013. ISSN 2041210X. doi : 10.1111/j.2041-210x.2012.00261.x.

Padraig Nash and David Williamson Shaffer. Epistemic trajectories : mentoring in a game design practicum. *Instructional Science*, 41(4) :745–771, sep 2013. ISSN 0020-4277. doi : 10.1007/s11251-012-9255-0.

Stéphane Natkin. Interactivity in Games : The Player's Engagement. In Ryohei Nakatsu, Naoko Tosa, Fazel Naghdy, Kok Wai Wong, and Philippe Codognet, editors, *Cultural Computing*, chapter 16, pages 160–168. Springer Berlin Heidelberg, Brisbane, Australia, 1 edition, 2010. ISBN 978-3-642-15214-6. doi : 10.1007/978-3-642-15214-6_16.

John Von Neumann and Oskar Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 1 edition, 1944. ISBN 978-0691130613.

Nevigo. Articy :draft, 2015.

Allen Newell and Herbert A. Simon. *Human problem solving*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, USA, 1 edition, 1972.

Allen Newell, J C Shaw, and Herbert Simon. Elements of a theory of Human Problem Solving. *Psychological Review*, 65(3), 1958.

Niantic. Pokémon Go, 2016.

Nintendo EAD and Shigeru Miyamoto. Super Mario 64, 1995.

Nintendo R&D 1. Super Mario Kart, 1992.

Henrik Olsson. Measuring overconfidence : Methodological problems and statistical artifacts. *Journal of Business Research*, 67(8) :1766–1770, 2014. ISSN 01482963. doi : 10.1016/j.jbusres.2014.03.002.

Lucia Pannese and Dalia Morosini. Serious Games For Reflective Learning. In *International Conference The Future of Education*, Florence, Italy, 2011. Simonelli.

Seymour Papert. *Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage*. Champs. Flammarion, Paris, France, 1 edition, jan 1999.

Young Joon Park and Luís Santos-Pinto. Overconfidence in tournaments : Evidence from the field. *Theory and Decision*, 69(1) :143–166, 2010. ISSN 00405833. doi : 10.1007/s11238-010-9200-0.

Jonathan Parke and Mark Griffiths. The psychology of the fruit machine : The role of structural characteristics (revisited). *International Journal of Mental Health and Addiction*, 4(2) :151–179, 2006. ISSN 15571874. doi : 10.1007/s11469-006-9014-z.

Kirsten Passyn and Mita Sujan. Skill-based versus effort-based task difficulty : A task-analysis approach to the role of specific emotions in motivating difficult actions. *Journal of Consumer Psychology*, 22(3) :461–468, 2012. ISSN 10577408. doi : 10.1016/j.jcps.2011.11.006.

John W. Payne, James R. Bettman, and Eric J. Johnson. *The Adaptive Decision Maker*. Cambridge University Press, Cambridge, USA, 1 edition, 1993. ISBN 0521425263.

Jean Piaget. *Psychologie et pédagogie*. Folio Essais, 1 edition, 1988. ISBN 2070324818.

Nic Pizzolatto. True Detective, 2014.

Lucas Pope. Papers, Please, 2013.

Daniel J. Power. A Brief History of Decision Support Systems, 2007.

Marc Prensky. “Simulations” : Are They Games ? In *Digital Game-Based Learning*, chapter 8, pages 210–219. McGraw-Hill Osborne Media, Columbus, USA, 1 edition, 2001a.

Marc Prensky. *Digital Game-based Learning*. McGraw-Hill Osborne Media, New York, N.Y, USA, 1 edition, 2001b.

Briony D. Pulford and Andrew M. Colman. Overconfidence : Feedback and item difficulty effects. *Personality and Individual Differences*, 23(1) :125–133, jul 1997. ISSN 01918869. doi : 10.1016/S0191-8869(97)00028-7.

Pramila Rani, Nilanjan Sarkar, and Changchun Liu. Maintaining Optimal Challenge in Computer Games through Real-Time Physiological Feedback Mechanical Engineering. *Task-Specific Information Processing in Operational and Virtual Environments : Foundations of Augmented Cognition*, 1(September) :184–192, 2006.

John Raven. The Raven’s Progressive Matrices : Change and Stability over Culture and Time. *Cognitive Psychology*, 41 :1–48, 2000. ISSN 0010-0285. doi : 10.1006/cogp.1999.0735.

Andrew Rollings and Dave Morris. *Conception et architecture des jeux vidéo*. Vuibert Informatique, Paris, France, 1 edition, 2005. ISBN 978-2711748372.

J. Edward Russo and Paul J. H. Schoemaker. Managing overconfidence. *Sloan Management Review*, 33(2) :7–17, 1992.

Richard M. Ryan, C. Scott Rigby, and Andrew Przybylski. The motivational pull of video games : A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 30(4) :347–363, 2006. ISSN 01467239. doi : 10.1007/s11031-006-9051-8.

Katie Salen and Eric Zimmerman. *Rules of play : Game design fundamentals*. MIT Press, Cambridge, USA, 1 edition, 2004.

Eric Sanchez and Caroline Jouneau-Sion. Les jeux, des espaces de réflexivité permettant la mise en œuvre de démarches d’investigation. In Catherine Loisy, Jana Trgalova, and Réjane Monod-Ansaldi, editors, *Actes des journées scientifiques DIES 2010*, pages 108–117, Lyon, France, 2010. Institut National de Recherche Pédagogique.

Ben Sawyer and Peter Smith. Serious Games Taxonomy, feb 2008.

Peter S Schaefer, Cristina C Williams, Adam S Goodie, and W Keith Campbell. Overconfidence and the Big Five. *Journal of Research in Personality*, 38(5) :473–480, oct 2004. ISSN 00926566. doi : 10.1016/j.jrp.2003.09.010.

Jesse Schell. *The Art of Game Design A Book of Lenses*. Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, USA, 1 edition, 2008. ISBN 9780123694966.

David Williamson Shaffer. Epistemic Games. *Innovate : journal of online education*, 1(6), sep 2005.

David Williamson Shaffer. *How computer games help children learn*. Palgrave Macmillan, New York, USA, 1 edition, 2006. ISBN 1403975051.

Anuj K. Shah and Daniel M. Oppenheimer. Heuristics made easy : an effort-reduction framework. *Psychological bulletin*, 134(2) :207–22, mar 2008. ISSN 0033-2909. doi : 10.1037/0033-2909.134.2.207.

Miguel Sicart. Defining Game Mechanics. *Game Studies*, 8(2), 2008.

Sketchy Logic. Aviary Attorney, 2005.

Andrew B. Slifkin and Suzanne M. Grilli. Aiming for the future : Prospective action difficulty, prescribed difficulty, and Fitts' law. *Experimental Brain Research*, 174(4) : 746–753, 2006. ISSN 00144819. doi : 10.1007/s00221-006-0518-3.

Stephen Sniderman. Unwritten Rules. In Katie Salen and Eric Zimmerman, editors, *The Games Design Reader - A Rules of Play Anthology*, chapter 7, pages 476–503. MIT Press, New York, N.Y, USA, 1 edition, 2006. ISBN 0-262-19536-4.

Lazar Stankov and Jihyun Lee. Confidence and cognitive test performance. *Journal of Educational Psychology*, 100(4) :961–976, 2008. ISSN 1939-2176. doi : 10.1037/a0012546.

Dan N. Stone. Overconfidence in Initial Self-Efficacy Judgments : Effects on Decision Processes and Performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 59(3) :452–474, 1994.

Subset Games. FTL : Faster Than Light, 2012.

James Sundali and Rachel Croson. Biases in casino betting : The hot hand and the gambler's fallacy. *Judgment and Decision Making*, 1(1) :1–12, 2006.

Penelope Sweetser and Peta Wyeth. GameFlow : A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games. *Comput. Entertain.*, 3(3) :3–3, 2005. ISSN 1544-3574. doi : 10.1145/1077246.1077253.

Carl Symborski, Meg Barton, Mary Quinn, Karim S Kassam, Carl Symborski, Meg Barton, and Mary Quinn. Missing : A Serious Game for the Mitigation of Cognitive Biases. In *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2014*, number 14295, pages 1–13, Orlando, Florida, USA, 2014. I/ITSEC.

Team Bondi. L.A. Noire, 2011.

Rose Trevelyan. Optimism, overconfidence and entrepreneurial activity. *Management Decision*, 46(7) :986–1001, 2008. ISSN 0025-1747. doi : 10.1108/00251740810890177.

Marita Turpin and Niek du Plooy. Decision-making Biases and Information Systems. In *Decision Support in an Uncertain and Complex World : The IFIP TC8/WG8.3 International Conference 2004*, pages 782–792, 2004.

Amos Tversky and Daniel Kahneman. Belief in the law of small numbers. *Psychological Bulletin*, 76(2) :105–110, 1971. ISSN 1939-1455. doi : 10.1037/h0031322.

Fumito Ueda and SCE Japan Studio. Ico, 2001.

University of Oklahoma. MACBETH, 2013.

Tobias Vaegs, Darko Dugosija, Stephan Hackenbracht, and Anna Hannemann. Learning by gaming : facts and myths. *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, 2(1/2) :21–40, 2010.

Valve Corporation. Portal, 2007.

Rodrigo Vicencio-Moreira, Regan L. Mandryk, and Carl Gutwin. Now You Can Compete With Anyone : Balancing Players of Different Skill Levels in a First-Person Shooter Game. In Bo Begole, Jinwoo Kim, Kori Inkpen, and Woontack Woo, editors, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15*, pages 2255–2264, Seoul, Republic of Korea, 2015. ACM New York, NY, USA. ISBN 9781450331456. doi : 10.1145/2702123.2702242.

Peter B Vranas. Gigerenzer's normative critique of Kahneman and Tversky. *Cognition*, 76 (3) :179–93, sep 2000. ISSN 0010-0277.

Matthew Brian Welsh, Abdulaziz Mohammed H. Al Hakim, Finlay Gordon Ball, Joseph Clayton Dunstan, and Stephen Hope Begg. Do personality traits affect decision-making ability : can MBTI type predict biases ? *APPEA Journal*, 51(1) :359–368, 2011.

Glossaire

Acronymes :

- $CNAM$: Conservatoire National des Arts et Métiers
- DDA : Dynamic Difficulty Adjustment, ou système d'adaptation dynamique de la difficulté
- DSS : Decision Support Systems
- FPS : First Person Shooter, ou jeu de tir à la première personne
- PNJ : Personnage non joueur
- SAD : Systèmes d'Aide à la Décision

Définitions :

Challenge : voir *Défi*

Concepteur de jeu : voir *Game designer*

Concepteur de niveau : voir *Level designer*

Concepteur pédagogique : Le concepteur pédagogique est en charge de versant pédagogique du jeu sérieux. Il définit le scénario pédagogique, en coordination avec les experts du domaine, et travaille à son intégration dans le jeu avec le game designer. Dans certains cas, les deux rôles, concepteur pédagogique et concepteur de jeu, sont réunis.

Decision Support Systems : voir *Systèmes d'Aide à la Décision*

Défi : Dans un jeu, un défi 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. Salen and Zimmerman [2004] le décrivent sous la forme de défis et d'actions que le joueur doit exécuter pour atteindre l'objectif correspondant à un défi spécifique.

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 [2008], le game designer est l'avocat du joueur au sein de l'équipe de développement.

Level designer : Le level designer se charge d'appliquer la vision du game designer sur l'ensemble des cas concrets auxquels le joueur sera confronté. Il construit l'espace de jeu, y dispose les objets pour mettre en scène les règles définies par le game designer.

Personnage non joueur : Un personnage non joueur (PNJ) est un personnage du jeu indépendant de l'avatar d'un joueur humain, le personnage joué, mais dirigé par une intelligence artificielle. Ce type de personnage est le plus souvent associé aux personnages peuplant l'univers des jeux, vidéo ou non.

Playtest : Le playtest est une étape du processus itératif du design de jeu. 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. Ce terme est parfois traduit en français par *tests de jouabilité*, mais reste peu utilisé par les professionnels.

Jeu sérieux : « Application informatique, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (Game). Une telle association, qui s'opère par l'implémentation d'un *scénario pédagogique*, qui sur le plan informatique correspond à implémenter un habillage (sonore et graphique), une histoire et des règles idoines, a donc pour but de s'écarter du simple divertissement. Cet écart semble indexé sur la prégnance du *scénario pédagogique* dont les objectifs sur le plan formel se confondent avec ceux du jeu vidéo. »[Alvarez 2007]

Jeu utile : Terminologie privilégiée par certains auteurs pour remplacé celui de *jeu sérieux*, jugé comme galvaudé voire hors de propos. Guardiola et al. [2012] : « Un *jeu utile* est un système dynamique formel dont le comportement, délimité par des règles, produit des conséquences variables et ayant des effets quantifiables. Le joueur doit avoir la sensation que ses actions influencent de façon contrôlée le comportement du jeu. Il doit être émotionnellement attaché aux résultats observés. Mais le *jeu utile* est associé à un objectif défini de la vie réelle. »

Serious game : voir *Jeu sérieux*

Systèmes d'Aide à la Décision : Un système d'aide à la décision (SAD), ou *Decision Support System* (DSS), est un outil informatique qui aide les utilisateurs à mieux trier les informations pertinentes au sein du programme. Ces outils, conçus dans les années 60, ont été notamment utilisés pour accompagner les décideurs à corriger leurs biais de jugement.

Système de jeu : Salen and Zimmerman [2004] définissent le système de jeu comme « un ensemble d'éléments qui sont mis en corrélation pour former un ensemble plus com-

plexe. Il existe plusieurs systèmes dans lesquels le jeu peut être cadré : un système mathématique, un système social, un système de représentation, etc. » Selon eux, tous les systèmes sont articulés autour de quatre attributs :

- L'objet qui représente les parties, les éléments, ou les variables du système.
- Les attributs qui représentent les qualités ou les propriétés du système ou de ses objets.
- Les relations internes qui représentent les relations parmi les objets.
- Environnement qui représente le contexte qui englobe le système.

Mécanique de jeu : Selon Sicart [2008], les mécaniques de jeu sont « [...] des méthodes faisant appel à des agents, conçues pour générer des interactions avec le système de jeu. ». Cette définition, orientée vers l'aspect programmation, n'est cependant pas la seule. Elle reste néanmoins la plus accessible et synthétique à ce jour.

Heuristique de jugement : Les méthodes de jugement appelées heuristiques sont décrites comme simples et plus accessibles, en les comparant à une approche normative de la décision. Ces heuristiques sont la fois spécifiques à une tâche mais, de part leur malléabilité, elles peuvent être plus généralisables. Elles sont appliquées en fonction du contexte du problème à résoudre, du problème lui-même et de l'expérience du décideur [Newell and Simon 1972].

Biais cognitif : Dans le cas où une personne prend une décision en situation d'incertitude, il peut s'avérer que son jugement se trouve affecté de « [...] *biais*, comparables aux biais de certaines méthodes statistiques, ou de certains instruments, et responsables d'illusions cognitives qui seraient l'équivalent d'illusions d'optique, inévitables même en présence de données objectives qui devraient les dissiper. » [Andler 2004]

le cnam

Thomas CONSTANT

Éléments de game design pour le développement d'une attitude réflexive chez le joueur

KTM ADVANCE

Résumé :
Cette thèse présente les résultats d'expérimentations visant à mettre en évidence des mécaniques de jeu utiles pour aider le joueur à développer une posture plus réflexive sur la manière dont il prend une décision. Notre approche consiste à mettre le joueur en défaut en exploitant ses biais de raisonnement, permettant dans un second temps de l'amener à mieux cerner ses processus décisionnels. A ce titre, nous cherchons à placer le joueur en excès de confiance dans le cadre spécifique d'un jeu vidéo. Pour mesurer le comportement, le joueur doit utiliser un outil intégré au déroulement de la partie : un système de mise au travers duquel il renseigne sa confiance en ses chances de succès. Deux jeux spécifiques ont été développés en vue de mesurer l'influence des biais sur la confiance du joueur : un se focalise sur l'influence des biais d'ancrage et de confirmation, l'autre sur l'influence du biais de l'effet difficile / facile d'autre part.

Mots clés :
Jeu vidéo, jeu sérieux, comportement du joueur, conception de jeu, réflexivité, prise de décision, heuristique de jugement, biais cognitif, excès de confiance, difficulté objective, difficulté subjective

Abstract :
This thesis introduces the results of experiments testing specific game mechanics to help the players to develop reflective decision making. Our approach is, firstly, to bias the players' judgment. Then, through the bias awareness, we want to help them to have a better understanding about their judgment processes. To do this, we try to place the player in an overconfident state while playing video games. To measure their behavior, the players must use an integrated tool to the game progression : a bet system through which they assess on their confidence in their chances of success. Two games were developed to measure the influence of the biases on the confidence of the player : one focusing on the effect of anchoring and confirmation biases, another one on the hard / easy effect.

Keywords :
Video game, serious game, player's behavior, game design, reflexivity, decision making, heuristic judgment, cognitive bias, overconfidence, objective difficulty, subjective difficulty